



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2022

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER**

**Domaine : SNV**      **Filière : Sciences Biologiques**  
**Spécialité : Biotechnologie microbienne**

**Présenté par :**

***TOLIBI Bouchera & ARBIA Meriem***

***Thème***

**Elaboration d'un yaourt à base de plantes médicinales**

**Soutenu le:07/07/2022**

**Devant le jury composé de :**

***Nom et Prénom***

***Grade***

***Mme. IDER Djamila***

***MCB***

***Univ. de Bouira***

***Présidente***

***Mme. MOURI- HADIDI Lila***

***MCB***

***Univ. de Bouira***

***Promotrice***

***Mme. YALAOUI-GUELLAL Drifa***

***MCA***

***Univ. de Bouira***

***Examinatrice***

**Année Universitaire : 2021/2022**

# Remerciements

**"Le grand merci s'adresse au Bon Dieu le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience et qui nous a guidé et éclairé notre chemin pour la réalisation de notre mémoire de fin d'étude."**

*Ce travail n'aurait pas vu le jour sans la contribution de plusieurs personnes, tout avec leurs conseils qu'avec leurs critiques.*

*Le grand merci s'adresse à notre promotrice **Mme MOURI-HADIDI Lila** qui nous a honorés en acceptant de diriger ce travail. Ses encouragements, ses efforts qu'elle a consenti et ses conseils*

*Nos sincères considérations et nos vifs remerciements vont également aux membres du jury : **Mme YALAOUI-GUELLAL Drifa**, Maître de conférences de classe B à l'université de Bouira qui nous a fait l'honneur de présider ce jury, **Mme IDER Djamila** Maître de conférence de classe B à l'université de Bouira, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire, et a toutes l'équipe de l'entreprise LFB (Laiterie Fromagerie de Boudouaou) et l'unité de Rouïba qui nous ont vraiment aidé pour la réalisation de ce travaille.*

*Remerciements particulières à madame **CHAHED** et chef de projet yaourterie **Mr. BELBLIDIA C** d'avoir nous suivis tout au long de notre stage au sein de la laiterie LFB. et toute à l'ensemble des enseignants ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'étude,*

*Enfin tous nos remerciements à nos familles et nos amis(es) qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des années.*



# Dédicaces

Grace à Allah et avec sa faveur, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie Je dédie ce modeste travail ...

Au meilleur papa du monde, mon héros, l'homme qui s'est sacrifié pour me voir réussir dans ma vie, et pour me rendre heureuse, que Dieu le garde pour nous, à toi mon père « **Bouteldja** ».

A mon paradis sur terre, ma femme unique, ma vie et la source de mon bonheur ma mère « **Taous** », qui m'a guidé vers le bon chemin, et qui a fait le possible pour me voir réaliser mes rêves. et qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ses sacrifices et sa tendresse.

A mes adorables sœurs, « **Sonia** », « **Assia** », « **Maroua** », « **nada** » et « **manar** » « **Ahlem** » et ses petites enfants « **Wassim** » et « **Anas** ». Pour l'amour qu'elles me réservent. et leurs encouragements, que Dieu vous garde en bonne santé et à mes côtés.

A notre belle nouvelle princesse « **Ranim** », que Dieu la protège.

A la lumière de mes jours, A mon héros, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, à mon frère « **Mohamed Abd el Raouf** ».

A mes adorables copines « **Ikram** », « **Achaouk** », « **Anfal** », « **Amira** », « **Randa** », « **cherifa** », « **Imene** », « **sarah** », « **Chahrazed** », « **Rania** », « **Ahlem** », « **Amina** », « **Nassiba** », « **Keltoum** ». Avec lesquelles j'ai passé les plus beaux moments, celles qui ont toujours été présente pour moi et toujours m'a aidée, écoutée et encouragée tout au long de mon parcours.

A mes chers amis « **Anes** », « **Rabah** », « **Walid** » Merci de me soutenir et de votre belle amitié, je leur souhaite bonheur, réussite et bonne santé.

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables qu'on a passé ensemble je tiens à passer mes dédicaces pour mon amie d'enfance, au meilleur binôme « **Meriem** ».

A toute la promotion de Biotechnologie microbienne 2021/2022 A toutes les personnes qui de près et de loin m'ont apportée leur aide A tous, du fond de mon cœur je vous dédie ce travail.

**BOUCHERA**





# *Dédicaces*

C'est grâce à Dieu tout puissant, qui m'a donné la force et la volonté que j'ai pu achever ce modeste travail et je tiens à le dédier particulièrement.

Aux êtres les plus chers à mon cœur, mes parents, qui ont œuvré pour ma réussite, pour toute leur assistance et pour toute leur présence pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, et le soutien permanent venu de vous, merci pour les encouragements, prières et les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux qui m'ont toujours entouré et motivé à sans cesse devenir meilleur ; Quoi que je fasse je ne pourrais jamais vous récompenser. Que dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie

A mes très chers frères *Lotfi, Dhiaa et Yakoube.*

A la princesse de notre maison ma sœur *Israa,*

A mes grands-mères, mes oncles et tantes et toute la famille *Arbia et Chebata.*

A mon partenaire de vie mon cher mari *Houssameddine* et à ma belle famille

A mon amie d'enfance, Au meilleur binôme Tolibi bouchera, depuis nos études, nous avons tout partagé ensemble. J'ai l'honneur que le bout du chemin soit avec vous

A mes meilleurs amies : *khaoula , Ikram , Asma , Manel , Imane , Randa , Cherifa ; Chahrazed , Sarah, Maissa, Achouak* et les autres Avec les quelles j'ai passé les plus beaux moments de ma vie

A toute la promotion de Biotechnologie microbienne *2021/2022*

A tous ceux qui me connaissent Que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma gratitude

*Meriem*



# TABLE DES MATIERES

<b>Remerciements</b>	
<b>Dédicaces</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<i>Partie 1 : Synthèse bibliographique</i>	
<b>Chapitre I : Les plantes médicinales</b>	
I.1. Généralités sur les plantes médicinales.....	3
I.2. Pin d'Alep ( <i>Pinus halepensis Mill</i> ) .....	3
I.2.1. Taxonomie et systématique.....	3
I.2.2. Nomenclature .....	4
I.2.3. Description botanique .....	4
I.2.4. Répartition géographique.....	5
I.2.5. La composition chimique de pin d'Alep.....	7
I.2.6. Propriétés médicinales .....	8
I.3. Pin pignon ( <i>Pinus pinea L</i> ) .....	8
I.3.1. Taxonomie .....	8
I.3.2. Nomenclature .....	9
I.3.3. Description botanique .....	9
I.3.4. Répartition géographique du pin pignon.....	10
I.3.5. La composition chimique de Pin pignon .....	12
I.3.6. Propriétés médicinales .....	13
I.4. Le chêne vert.....	14
I.4.1. Taxonomie .....	14
I.4.2. Nomenclature .....	14
I.4.3. Description botanique .....	14
I.4.4. Répartition géographique de chêne vert.....	15
I.4.5. La composition chimique des glands de chêne vert.....	17
I.4.6. Utilisation de gland de chêne vert.....	18
I.4.7. Propriétés médicinales.....	18
<b>Chapitre II : le yaourt</b>	
II.1. Définition et réglementation.....	20
II.2. Différents types du yaourt .....	20
II.2.1. Selon la texture .....	20
II.2.2. Selon la teneur en MG .....	20
II.2.3. Selon le goût .....	21
II.3. Caractéristiques organoleptiques .....	21
II.4. Aspects physico-chimiques du yaourt .....	21
II.5. Matières utilisées pour la production du yaourt .....	22
II.5.1. Le lait frais.....	22
II.5.2. La poudre de lait .....	22

II.5.3. Les bactéries du yaourt .....	23
II.5.3.1. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt.....	23
II.5.3.2 Le comportement associatif des deux souches .....	25
II.6. Intérêts et fonctions des bactéries du yaourt.....	25
II.6.1. Production d'acide lactique .....	25
II.6.2. Activité protéolytique .....	25
II.6.3. Activité texturant .....	26
II.6.4. Activité aromatique .....	26
II.7. Technologie de fabrication du yaourt.....	26
II.7.1. Pasteurisation.....	26
II.7.2. Homogénéisation .....	27
II.7.3. Refroidissement .....	27
II.7.4. Ensemencement .....	27
II.7.5. Conditionnement .....	27
II.7.6. Etuvage .....	27
II.7.7. Brassage.....	28
II.7.8. Arrête de la fermentation (réfrigération) .....	28

## ***Partie 2 : Procédures expérimentales***

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

III-1- Objectif de l'étude .....	30
III-2- Présentation de la laiterie-fromagerie de Boudouaou (LFB).....	31
III-3 – Matériel.....	31
III-3-1-Matériel végétal.....	31
III-3-2-Matériels biologique.....	31
III-3-2-1-Poudre de lait .....	31
III-3-2-2-Ferments lactiques.....	32
III-3-2-3- Le sucre cristallisé.....	32
III-3-2-4- Maïzena (l'amidon).....	32
III-3-3-Matériels et équipements.....	32
III-4-Méthodes utilisées .....	32
III-4-1-Préparation de la matrice végétale.....	32
III-4-2-Analyses phytochimiques.....	32
III-4-2-1- Préparation des extraits phénoliques de plantes.....	32
III-4-2-2- Dosage des composés phénoliques des extraits .....	32
III-4-2-3- Dosage des sucres totaux .....	33
III-4-2-4-Evaluation de l'activité antioxydante des extraits.....	34
III-4-3-Technologie de fabrication du yaourt brassé.....	36
III-4-3-1-Préparation des levains.....	36
III-4-3-2-Préparation de lait .....	36
III-4-4-Détermination de l'effet de l'incorporation des l'échantillon dans le yaourt.....	39
III.4.4.1. Analyses physicochimiques .....	40
III.4.5. Analyses microbiologiques .....	43
III.4.5.1. Préparation de la solution mère et les dilutions .....	43
III.4.5.2. Recherche et dénombrement des Entérobactéries .....	43
III.4.5.3. Recherche des staphylocoques aureus .....	44

III.4.5.4. Recherche des salmonelles .....	45
III.4.6. Analyses sensorielles .....	46
<b>Chapitre IV : Résultats et discussions</b>	
IV.1 Analyses phytochimiques des extraits .....	49
IV.1.1. Teneurs en phénols totaux solubles .....	49
IV.1.2. Teneurs en flavonoïdes. ....	50
IV.1.3. Teneur en glucides .....	51
IV.1.4. Evaluation de l'activité antioxydante.....	52
IV.1.4.1. Activité antioxydante du radical DPPH .....	52
IV.1.4.2. Pouvoir réducteur. ....	53
IV.2. Elaboration et analyses d'un yaourt à base de plantes médicinales.....	53
IV.2.1. Choix des doses d'incorporation.....	53
IV.2.2. Analyses physicochimiques. ....	54
IV.2.2.1. Suivi du pH .....	54
IV.2.2.2. Suivi de l'acidité Titrable .....	56
IV.2.2.3. Détermination de l'Extrait Sec Total par dessiccateur Infra-Rouge .....	57
IV.2.2.4. Détermination du rapport de la teneur en matière grasse.....	58
IV.2.3. Analyses microbiologiques .....	59
III.2.4 Les analyses sensorielles .....	61
III.2.4.1. Résultats des analyses de consommation .....	61
III.2.4.1.1. le sexe .....	61
III.2.4.1.2. l'Age.....	62
III.2.4.1.3. consommation de yaourt.....	62
III.2.4.1.4. Fréquence .....	63
III.2.4.2. Résultats d'analyses sensorielles .....	63
III.2.4.2.1. La couleur.....	63
III.2.4.2.2. L'odeur .....	65
III.2.4.2.3. Le goût.....	66
III.2.4.2.4. Texture.....	69
III.2.4.2.5. Les choix préférentiels des yaourts .....	70
<b>Conclusion.....</b>	<b>71</b>
<b>Référence bibliographique.....</b>	<b>73</b>
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 01:</b> Position taxonomique de pin d'Alep ( <i>Pinus halepensis</i> Mill).....	03
<b>Tableau 02 :</b> Répartition du pin d'Alep dans quelques pays méditerranéens.....	06
<b>Tableau 03:</b> La composition chimique des graines de P. halepensis .....	07
<b>Tableau 04:</b> La position taxonomique du pin pignon .....	09
<b>Tableau 05:</b> surfaces de Pin pignon .....	11
<b>Tableau 06:</b> Position taxonomique de chêne vert .....	14
<b>Tableau 07 :</b> Surfaces forestières occupées par le chêne vert dans quelque pays.....	16
<b>Tableau 08 :</b> Principaux chênes Algériens et leurs superficies.....	17
<b>Tableau 09 :</b> Composition chimique de gland de chêne vert .....	18
<b>Tableau 10:</b> Composition physico-chimique du yaourt .....	21
<b>Tableau 11 :</b> Principaux caractères de <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	23
<b>Tableau 12 :</b> Les échantillons de yaourt préparés.....	38
<b>Tableau 13:</b> Les normes suivies par l'entreprise LFB.....	54
<b>Tableau 14:</b> Résultats des analyses microbiologiques des yaourts élaborés.....	60
<b>Tableau 15 :</b> Résultats de l'appréciation des produits selon la couleur. ....	64
<b>Tableau 16:</b> Les résultats de l'appréciation de l'odeur de nos yaourts par les dégustateurs. ....	65
<b>Tableau 17 :</b> Les résultats de test hédonique de yaourt sur le goût Acide.....	66
<b>Tableau 18:</b> Les résultats de test hédonique de yaourt sur le goût sucré.....	67
<b>Tableau 19:</b> Les résultats de test hédonique de yaourt sur l'arrière-gout. ....	68
<b>Tableau 20 :</b> Les résultats de test hédonique de yaourt sur l'arrière-gout. ....	69
<b>Tableau 21 :</b> Les résultats des choix d'appréciation de test hédonique des échantillons.....	70

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure N°1:</b> Photographies originales de l'arbre de pin d'Alep (A), L'écorce (B) Les feuilles(C), Les cônes (D), Les graines (E).....	5
<b>Figure N°2 :</b> Répartition géographique de pin d'Alep dans le monde .....	5
<b>Figure N°3 :</b> Répartition du pin d'Alep en Algérie.....	6
<b>Figure N°4 :</b> photographies originales de l'arbre de Pin pignon.....	10
<b>Figure N°5 :</b> Répartition géographique du Pin pignon dans le monde .....	11
<b>Figure N°6 :</b> La superficie du Pin pignon dans les 5 wilayas .....	12
<b>Figure N°7:</b> Répartition géographique des plantations du Pin pignon en Algérie.....	12
<b>Figure N°8:</b> l'arbre de chêne vert(A), les fruits (glands) et les feuilles(B) les fleurs mâles (chatons) (C).....	15
<b>Figure N°9:</b> Répartition géographique de chêne vert dans le monde.....	16
<b>Figure N°10:</b> Répartition géographique de chêne vert en Algérie.....	17
<b>Figure N° 11:</b> photo des deux bactéries du yaourt <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	24
<b>Figure N°12 :</b> Diagramme des principales étapes de fabrication du yaourt.....	29
<b>Figure N°13 :</b> Organigramme de la méthodologie d'étude.....	30
<b>Figure N°14:</b> Schéma représentatif du protocole de préparation de l'extrait de sucre. ....	34
<b>Figure N°15 :</b> Réaction de DPPH et un antioxydant.....	35
<b>Figure N°16 :</b> préparation du yaourt. ....	36
<b>Figure N°17:</b> yaourt élaborés à différentes échantillons.....	38
<b>Figure N°18 :</b> Schéma de procédé de fabrication du yaourt brassé aux plantes médicinales au laboratoire.....	39
<b>Figure N°19 :</b> Détermination du Ph.....	40
<b>Figure N°20 :</b> Détermination d'acidité Dornic.....	41
<b>Figure N°21:</b> Détermination de l'Extrait Sec Total par dessiccateur Infra-Rouge.....	42

<b>Figure N°22:</b> Détermination de la teneur en matière grasse. ....	42
<b>Figure N°23 :</b> Teneur en Phénols totaux solubles des différents extraits. ....	49
<b>Figure N°24 :</b> Teneur en flavonoïdes des différents extraits.....	50
<b>Figure N°25 :</b> Teneur en sucre totaux des extraits. ....	51
<b>Figure N°26 :</b> Activité scavenging du radical DPPH des extraits bruts des plantes. ....	52
<b>Figure N°27 :</b> Pouvoir réducteur du fer par les extraits .....	53
<b>Figure N°28:</b> Evolution du PH en fonction de temps durant 28 jours pour les yaourts élaborés.	54
<b>Figure N°29:</b> Evolution de l'acidité titrable en fonction de temps durant 28 jours pour les yaourts élaborés.....	55
<b>Figure N°30 :</b> Variation de l'EST. ....	57
<b>Figure N°31 :</b> Variation de la teneur en matière grasse de yaourt élaboré. ....	58
<b>Figure N°32 :</b> photo de test dégustation de yaourt préparés au niveau de notre faculté.....	61
<b>Figure N°33 :</b> Proportion relative des testeurs enregistrés selon le sexe .....	61
<b>Figure N°34 :</b> Proportion relatives à l'âge de personnes interrogées.....	62
<b>Figure N°35 :</b> Proportion des personnes consommez le yaourt. ....	62
<b>Figure N°36 :</b> Fréquence des personnes consommez le yaourt.....	63
<b>Figure N°37 :</b> Résultats de l'appréciation des produits selon la couleur. ....	64
<b>Figure N°38 :</b> Résultats de l'odeur de nos échantillons. ....	65
<b>Figure N°39 :</b> Résultats de goût acide de notre échantillon. ....	66
<b>Figure N°40 :</b> Résultats de gout sucré de nos échantillons. ....	67
<b>Figure N°41 :</b> Résultats de l'arrière-gout de nos échantillons. ....	68
<b>Figure N°42 :</b> Résultats de la texture de nos échantillons.....	69
<b>Figure N°43 :</b> Résultats des choix d'appréciation des dix échantillons.....	70

# Liste des abréviations

**%** : pourcentage.

**°C** : L'unité de température est le degré Celsius.

**µg** : Microgramme.

**µl** : Microlitre.

**BP** : Baird Parker.

**cm** : centimetre.

**DGP** : la Direction Générale des Forêts.

**EMP**: Embden Meyerhof Parnas.

**EPS** : Exo polysaccharide.

**EPT** : Eau péptonée tamponnée.

**EST** : Extrait Sec Total.

**FAO**: Food and Agriculture Organization.

**FG (FQ)** : les feuilles de chêne vert.

**FIL** : Fédération Internationale du Lait.

**FPB** : les feuilles de Pin pignon.

**FPN** : Les feuilles de Pin d'Alep.

**G (Q)** : Le Chêne vert (*Quercus*).

**g** : gramme.

**h** : heure.

**ha** : hectare.

**IAP** : l'indice d'azote protéique.

**kg** : Kilogramme.

**Km** : Kilomètre.

**L** : Litre.

**LFB** : Laitier fromagerie de Boudouaou

**m** : mètres.

**M1** : mélange des glandes de 3 plantes médicinales (Pin d'Alep, Pin pignon et le chêne vert).

**M2** : le mélange de (3 feuilles + le tégument).

**MG** : Matière grasse.

**MG** : Matières grasses.

**mg** : milligramme.

**min** : minute.

**ml** : millilitre.

**MM** : matière minérale.

**MM** : matière minérale.

**mm** : millimètre.

**MS** : Matière Sèche.

**MS** : matière sèche.

**N°** : Numéro.

**PB** : Pin pignon (*Pinus pinea*).

**pH** : Potentiel d'hydrogène.

**PN** : Pin d'Alep (*Pinus halepensis*).

**PSND** : protéines sériques non dénaturées.

**S. aureus** : Staphylococcus aureus.

**T** : yaourt Témoin.

**TEG** : Tégument de chêne vert.

**TSE** : tryptone solution eau

**VRBG** : Violet Red Bile Glucose Agar.

**WPNI**: Whey Protein Nitrogen Index.

# *Introduction*

Les plantes médicinales constituent des remèdes naturels potentiels qui peuvent être utilisés en traitement curatif et préventif, ils n'ont jamais été totalement abandonnées et les gens n'ont jamais cessé de faire appel à la médecine traditionnelle, ce qui a conduit à maintenir une tradition thérapeutique vivante malgré le développement spectaculaire de la médecine moderne. (Oullal et Chamek, 2018). Beaucoup de ces plantes ont été ajoutées dans plusieurs aliments pour améliorer ses valeurs nutritionnelle et sensorielle et prolonger la durée de vie (Shahidi *et al.*, 1992).

Le pin d'Alep utilisé dans la médecine traditionnelle depuis longtemps dans de nombreux pays parce qu'il contient des composés bioactifs et pour ses propriétés anti oxydantes, anti inflammatoire, anticancéreux, antinéoplasique (Kadri *et al.*, 2015) et propriétés antibactériennes (Sadou *et al.*, 2015). Les feuilles ont une action légèrement antiseptique pour les poumons, contre l'asthme, la bronchite, les troubles digestifs. Les graines de pin produisent une huile essentielle qui soignent les infections urinaires, les calculs biliaires (Lucienne, 2010)

*Pinus pinea* possède aussi des propriétés thérapeutiques comme le pin d'Alep, les feuilles et les aiguilles de pin sont utilisés en usage externe en inhalation et en application locale comme balsamique, antiseptique, antirhumatismale. L'écorce est utilisée pour traiter les ulcères d'estomac (Kaddem, 1990). L'huile de pin pignon (extraite des pignons) apporte du phosphore, du fer et de la vitamine B1, très importante pour les systèmes nerveux et musculaire. (Sbay *et al.*, 2016).

Le Chêne vert *Quercus* une parmi ces plantes traditionnellement utilisées pour ses propriétés anti-inflammatoires, et pour leur richesse en Vitamine A, (Bruneton, 1999). Notamment les glandes et l'écorce de cette plante sont utilisées par la population locale en rinçages ou en gargarismes, elle soulage la sensation de picotement ou de brûlure et a une action antiseptique et cicatrisante, (Bruneton, 1999). Il a d'autres usages thérapeutiques et nutritionnels.

Il est bien connu que les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, sont des aliments de grande consommation dans tous les pays (Nakasaki *et al.*, 2008), le yaourt apparait comme un produit laitier très digeste qui possède une grande valeur nutritionnelle et qui est apprécié pour son goût et sa texture (Rohman *et al.*, 2010). L'enrichissement des

yaourts par notre plante médicinale s'avérer bénéfique pour l'amélioration de la qualité du produit (Nagai *et al.*, 2011).

L'objectif principal de cette étude est d'élaborer un yaourt à base de plantes médicinales (*Pinus halepensis* Mill , *Pinus pinea* et *Quercus*) à caractère nutritionnel et thérapeutique. Le choix du matériel végétal est justifié par la richesse des feuilles de cette plante et le fruit en vitamines, et en composés phénoliques (tanins, acides phénoliques et flavonoïdes).

Cette étude s'articule sur deux parties :

La première partie est une synthèse bibliographique qui comprend deux chapitres :

Le premier chapitre est consacré aux connaissances générales des plantes médicinales dont une brève description des trois espèces étudiées (*Quercus ilex*, *Pinus halepensis* et *Pinus pinea*) et leurs propriétés médicinales. Le deuxième chapitre présente des rappels globaux sur le yaourt, ses types et sa production.

La deuxième partie est réservée aux différentes procédures expérimentales scindée à son tour en deux chapitres : le troisième chapitre expose les dispositifs et méthodologie d'élaboration d'un yaourt brassé et son enrichissement par différentes matrices végétales afin de déterminer l'effet de ces dernières sur le produit fini. Le quatrième et dernier chapitre traite les résultats ainsi obtenus et leurs discussions.

Le travail s'achèvera par une conclusion générale et des perspectives suivi des références bibliographiques et des annexes.

*Partie I :*  
*Recherche bibliographique*

# *Chapitre I*

## Chapitre I : Les plantes médicinales

### I.1. Généralités sur les plantes médicinales

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurale et urbaine en Afrique et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent (Badiaga, 2011). Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (Tabuti *et al.*, 2003).

Ces dernières années, les plantes médicinales sont devenues importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments grâce aux thérapeutiques qu'elles procurent, non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour les composés pharmacologiquement actifs (OMS, 2003 et Belyagoubi, 2011).

### I.2. Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill)

#### I.2.1. Taxonomie et systématique

Le genre *Pinus*, appartenant à la famille des *Pinacées* (Abiétacées), est divisé en trois sous-genres qui sont *Pinus*, *Ducampopinus* et *Cembrapinus*. Ces sous-genres sont divisés en sections. L'espèce *Pinus halepensis* Mill. Fait partie de la section Halepensoïdes qui est divisée en trois groupes parmi lesquels le groupe halepensis qui se caractérise par des feuilles à deux aiguilles et à cônes caducs (Nahal, 1962).

La taxonomie de *Pinus halepensis* Mill est la suivante :

**Tableau 01:** Position taxonomique de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) établie par (Farjon, 1996).

Taxonomie	Description
Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyta
Sous-embranchement	Gymnospermae
Classe	Pinopsida
Ordre	Abietales
Famille	<i>Pinaceae (Abietaceae)</i>
Sous-famille	<i>Pinoïdeae</i>
Genre	<i>Pinus</i>
Sous-genre	<i>Eupinus</i>
Espèce	<i>Pinus halepensis</i> Mill

### I.2.2. Nomenclature

Le genre *Pinus* possède plusieurs appellations (Nahal, 1962) dont on cite :

**Noms usuels :** Pin d'Alep, pin de Jérusalem, pin blanc (France) ; Aleppo pine, Jerusalem pine (Angleterre) ; Sanaouber halabi (pays arabes) ; Pino carrasso (Espagne) ;

Pino di Gerusalemme (Italie). Aleppo Kiefer (Allemagne).

**Noms vernaculaires :** Azoumbei, Tayada (Berbère). Snouber (arabe). Zkoukou (la graine).

### I.2.3. Description botanique

Les pins du groupe "*halepensis*" représentent un capital forestier majeur sur le pourtour de la méditerranée (Quezel et Barbéro, 1992). C'est l'arbre (Figure N°1) le plus répandu en Algérie, on le trouve depuis le littoral jusqu'à 2000 mètres d'altitude, dans l'Atlas Saharien (Adili, 2012), toujours vert, avec une surface qui avoisine 900 000 hectares et dominent les types de forêts dans les régions semi-arides et sèches dans les conditions de milieux les plus diversifiées (Kadri *et al.*, 2015). De hauteur totale allant de 25 à 27m, sa longévité ne dépasse pas 150 ans. Au tronc tortueux, irrégulier et branchu (Seigue, 1985).

- **L'écorce :** chez des arbres adultes est lisse et épaisse, de couleur gris argenté (Nahal, 1962). profondément crevassée avec des écailles minces, larges et aplaties de couleur gris-brunâtre (Kadik, 1987 ; Boutchiche et Boutrigue, 2016).
- **Les feuilles :** très fines (< 1 mm); longues de 5 à 10 cm ; réunies par deux et parfois trois dans une même gaine; groupées en pinceaux à l'extrémité des rameaux ; de couleur verte clair ou verte jaunâtre (Nahal, 1962).
- **Les cônes :** persistent indéfiniment sur l'arbre après avoir perdu leurs graines. Le cône est long de 8 à 12 cm, large de 3,5 à 4,5 cm, d'abord vert, puis devient rouge violacé, finalement arrivé à maturité brun rougeâtre à jaunâtre (Adili, 2012).
- **Les graines :** sont mates de 5 à 7 mm à aile longue, brun gris sur une face et gris moucheté de noir sur l'autre, Destinée à la confection d'une crème largement utilisée en Tunisie . (Kadik, 1987 ; Boutchiche et Boutrigue, 2016).



**Figure N°1** : Photographies originales de l'arbre de pin d'Alep (A), L'écorce (B) Les feuilles(C), Les cônes (D), Les graines (E).

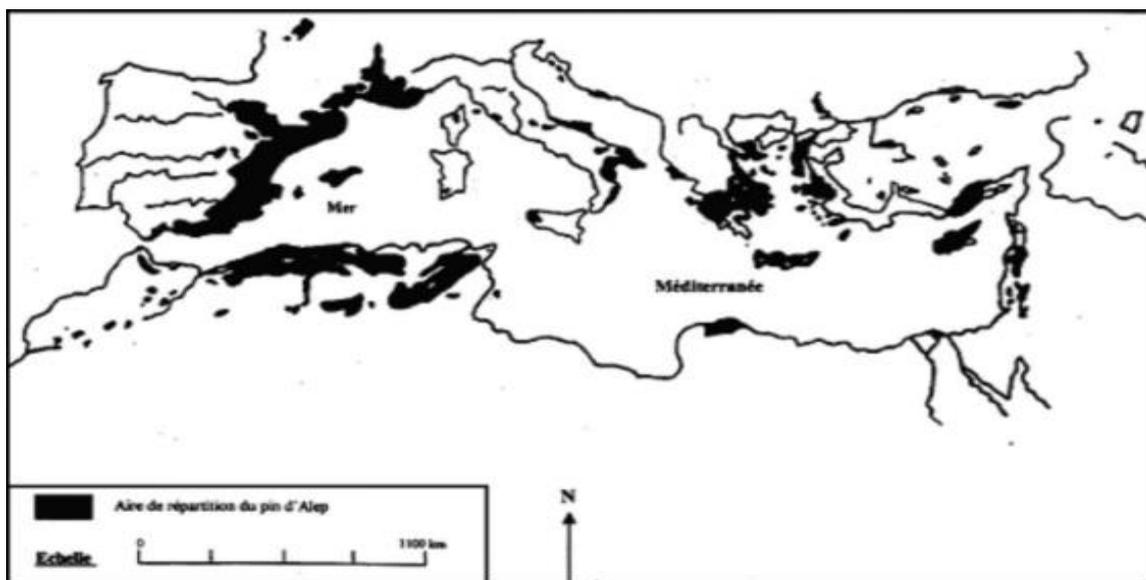
#### I.2.4. Répartition géographique

##### a- Au monde

La répartition géographique du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) est limitée au bassin méditerranéen (**Figure N°2**) et occupe plus de 3,5 millions d'hectares (**Quezel, 1986**). Il est le plus abondant dans les pays du Maghreb et en Espagne où elle trouve son optimum de croissance et de développement (**Pardé, 1957 ; Quézel et al., 1987**).

##### Il s'étend de :

l'Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie et Libye) et du Moyen-Orient (Syrie, Liban, Jordanie, Palestine et Turquie) jusqu'à l'Europe méridionale méditerranéenne (Grèce orientale, Italie du Nord, Croatie, la France et Espagne orientale) (**Djerrad et al., 2015**).



**Figure N°2** : Répartition géographique de pin d'Alep dans le monde (**Quezel, 1986 ; Bouceddi, 2016**).

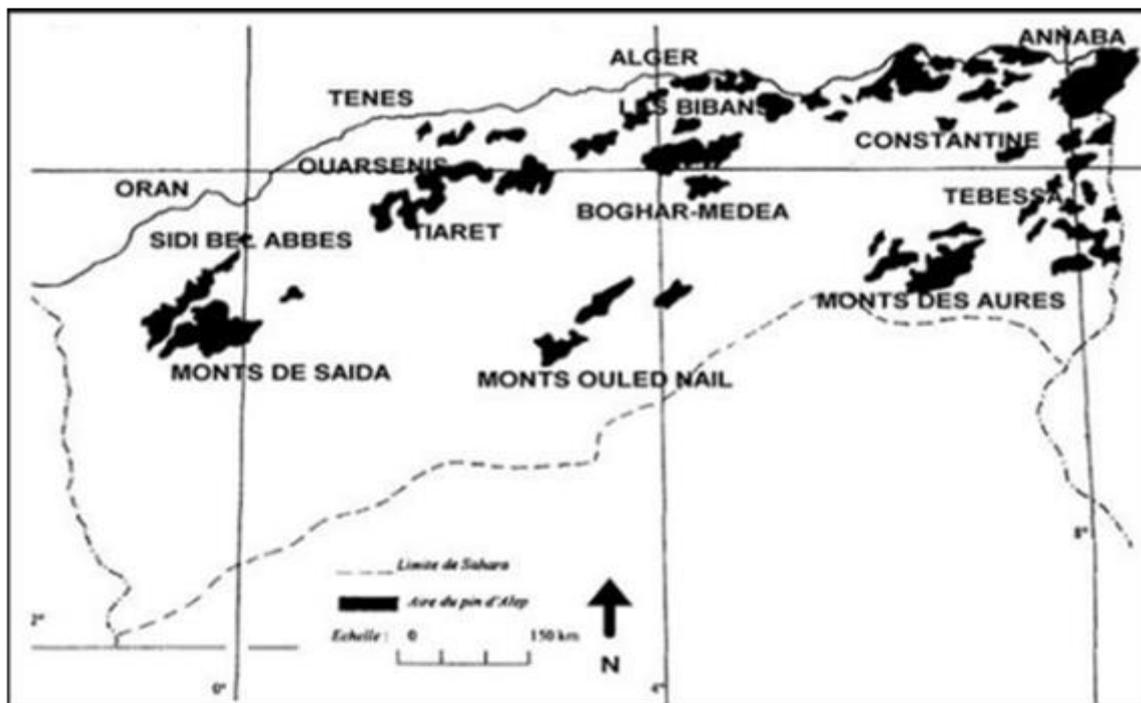
L'importance des surfaces occupées par pin d'Alep dans quelques pays méditerranéens est mentionnée dans le tableau suivant :

**Tableau 02 :** Répartition du pin d'Alep dans quelques pays méditerranéens (Bentouati, 2006).

Pays	Superficie (ha)	Source
Algérie	852.000	Mezali, 2003
Maroc	65.000	Bakhiyi, 2000
Tunisie	170.000à370.000	Chakroun, 1986
France	202.000	Couhert et Duplat , 1993
Espagne	1.046.978	Montero <i>et al.</i> , 2001
Italie	20.000	Seigue, 1985
Grèce	330.000	Seigue, 1985

### b- En Algérie

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) occupe la première place de la surface (Figure n°3) Avec 37% de couverture (Bentouati *et al.*, 2005). Il existe dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride (Guit, 2015) .est fréquent surtout sur les massifs du tell littoral et l'Atlas saharien, Il s'étend à lui seul sur près de 850.000 ha (Zenzen, 2016).



**Figure N°3 :** Répartition du pin d'Alep en Algérie (Bentouati, 2006).

Sous la répartition suivante (Smaïhi, 2009) :

- **Dans la région d'Alger** : il constitue des peuplements assez importants de l'ouest à l'est. On peut citer les forêts de Médéa.
- **A l'est** : il se trouve dans la région de Tébessa, les plateaux constantinois et les Aurès.
- **A l'ouest** : il marque bien sa présence à Bel Abbès, à Saida et dans l'Ouarsenis.
- **Dans l'atlas saharien** : il forme dans la région de Djelfa de beaux peuplements dans les Monts des Ouled-Nail.

### I.2.5. La composition chimique de pin d'Alep

Les espèces du genre *Pinus* sont largement connues pour leurs propriétés médicinales associées à leur composition chimique, le pin est l'objet de nombreuses études phytochimiques pour identifier ses principes actifs (Dob et al., 2005).

L'analyse moyenne des graines a montré la composition suivante (en pourcentage du poids sec).

**Tableau 03:** La composition chimique des graines de *P. halepensis* (Cheikh-Rouhou et al., 2006).

Composition	Pourcentage %
Protéines	22.7%
Huiles	43.3%
Cendres	8.3%
hydrates de carbone totaux	25.7%
Potassium, Magnésium et calcium	1%
Polyphénols totaux	3.71 %
Flavonoïdes	0.80 %
<b>Acides gras insaturés :</b>	
Acide oléique	27.3%
Acide linoléique	48.8%
<b>Acides gras saturés :</b>	
Acide palmitique	8.75%

### I.2.6. Propriétés médicinales

Le pin d'Alep est longtemps utilisé dans la médecine traditionnelle dans de nombreux pays comme source thérapeutique indispensable ; Elle est considérée comme une source importante de composés bioactifs structurellement divers et ont contribué à la découverte d'agents pharmaceutiques et d'autres applications biomédicales (Šarac *et al.*, 2014).

Le genre *Pinus* est très connu pour ses propriétés en médecine traditionnelle comme :

- Utilisé contre le diabète et le rhumatisme (Souilah et Medjroubi, 2018), contre la grippe, la sinusite, capable de réduire la fièvre et analgésique la rubéfiant (Fekih, 2015).
- propriétés anti oxydantes (Dhibi *et al.*, 2014), anti-âge, anti-inflammatoire, anticancéreux, antinéoplasique (Kadri *et al.*, 2015) et propriétés antibactériennes (Sadou *et al.*, 2015).
- Les sirops, les infusions, les tisanes, les jus de *Pinus halepensis* Mill sont connus par leur effet balsamique pour vaincre les affections catarrhales du système respiratoire (Fekih, 2015).
- Les feuilles ont une action légèrement antiseptique pour les poumons, contre l'asthme, la bronchite, les troubles digestifs. Les branches et les tiges fournissent une résine qui désinfecte les voies respiratoires (Isrein, 2001).
- les graines de pin produisent une huile essentielle qui soigne les infections urinaires, les calculs biliaires (Lucienne, 2010). selon Talaa (2009) Les graines de pin d'Alep mélangées à du miel, sont utilisées comme aphrodisiaque et spermatogène.
- Selon la tradition kabyle trois cuillérées à soupe de résine pilée et tamisée, incorporées à un pot de miel pur de 500g, constituent le traitement complet de la bronchite (Hammiche, 2015).

### Autres applications

- On utilise les bourgeons de cette espèce en parfumerie et en savonnerie (Lucienne, 2010).
- l'extrait d'écorce de pin est utilisé dans les cosmétiques anti-âge (Šarac *et al.*, 2014).

## I.3. Pin pignon (*Pinus pinea* L)

### I.3.1. Taxonomie

Le Pin pignon ou *Pinus pinea* L (Pin parasol) appartient à la famille des *Pinaceae* (sous famille des *Pinoideae*). Divise le genre *Pinus* en deux sous-genres : *Strobus* et *Pinus*. Le sous-genre *Pinus* est à son tour divisé en 6 sections dont la section *Pinea* comprenant uniquement

l'espèce *Pinus pinea* L. classe P. pinea avec la sous-section cembroïdes et dans la section Panyanoides (Debazac, 1977 et Gausсен, 1960).

Selon Mirov (1967), *Pinus pinea* L. est considérée comme une espèce isolée des autres espèces méditerranéennes, difficile à classer en raison de son incompatibilité au croisement avec tous les autres pins.

**Tableau 04:** La position taxonomique du pin pignon d'après Gausсен et al. (1982) et Ozenda (1991) est la suivante :

taxonomie	description
Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous embranchement	Gymnospermes
Classe	Coniférospidae
Ordre	Coniférales
Famille	<i>Pinaceae</i>
Genre	<i>Pinus</i>
Espèce	<i>Pinea</i>

### I.3.2. Nomenclature

**Nom scientifique :** *Pinus pinea*

**Noms communs :** Pin parasol, Pin pignon, pinier ou Pinède (Charrier, 2004)

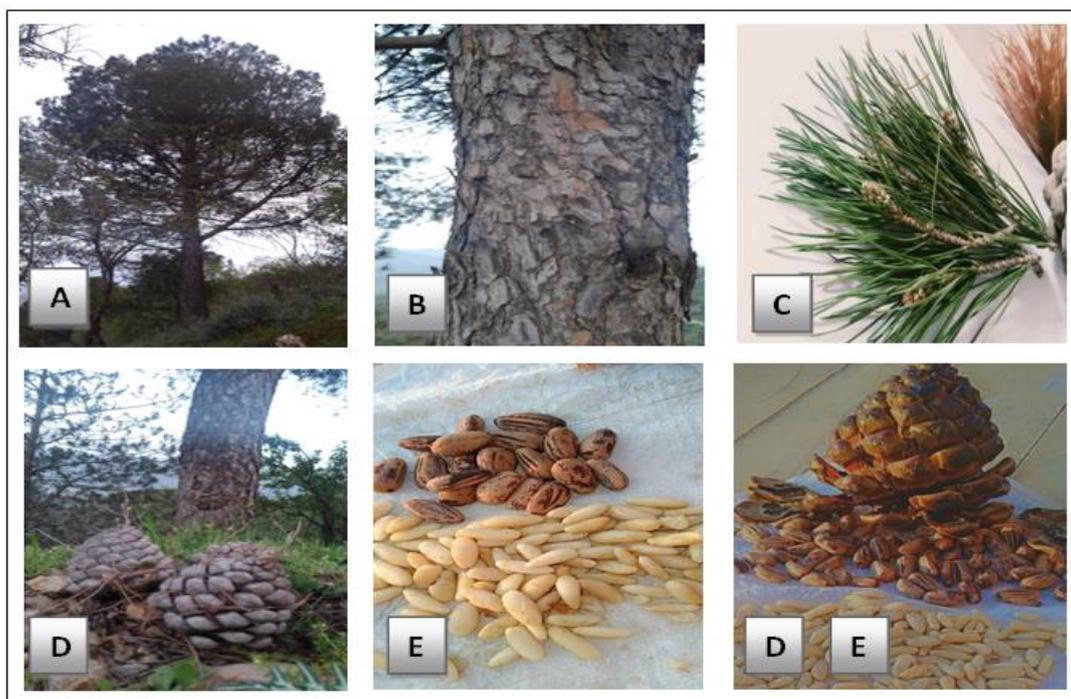
**Noms usuels :** Pino piñonero (Espagne), Pino domestico (Italie), Pinheiro manso (Portugal), Italian stone pine (Anglais) (Fady, 2005).

### I.3.3. Description botanique

Pin pignon est un arbre gymnosperme appartenant à la famille des *Pinacées*, présent dans le pourtour méditerranéen. Il est sensible aux basses températures, il recherche le soleil et la chaleur, il trouve son optimum sur des terrains sableux et alluviaux. et bien étalé dans sa forme « en parasol » (Figure N°4), peut atteindre une hauteur de 15 -25m (Penpoul et al., 2017 et Thabeet et al., 2007).

- **L'écorce:** Le rhytidome initialement écailleux est brun rouge, devient crevassé et se divise en grandes et longues plaques d'un gris assez clair de couleur rouge cannelle à l'intérieur (Draouet, 2015).

- **Les feuilles** : Les aiguilles, d'un vert glauque, réunies sur les rameaux sont généralement fasciculés par deux. Elles sont longues de 10 à 20 cm et épaisses de 1,5 à 2 mm. Elles sont flexibles et dentelées, et ont un apex pointu souvent jaunâtre. Elles tombent la 3ème ou la 4ème année ([Adili, 2012](#)).
- **Les cônes** : sont aussi très caractéristiques de ce Pin, presque globuleux arrondis, ovoïdo-coniques, long de 8 à 15 cm, large de 7 à 10 cm, composé d'écaillés à larges écussons ([Kadri, 2014](#)).
- **Les graines** : sont grosses de 1,5 à 2 cm, longues avec une coque dure. La graine appelée "Zgougou" est comestible, Les graines mûrissent à l'automne de la troisième année, leur production est abondante seulement tous les 3 – 4 ans. utilisée dans la pâtisserie. Il a été introduit en Algérie, a donné de bon résultat avec une croissance plus que satisfaisante ([Fekih, 2014](#)).



**Figure N°4** : photographies originales de l'arbre de Pin pignon (A), L'écorce (B) Les feuilles(C), Les cônes (D), Les graines (E).

### I.3.4. Répartition géographique du pin pignon

#### a- Dans le monde

Le Pin pignon (*Pinus pinea* L) est située sur le pourtour du bassin méditerranéen ( [Khaldi et al., 2009](#)), La surface totale des forêts de pin pignon dans le monde est estimée à 600.000 ha. Son aire à la région méditerranéenne septentrionale, de la péninsule Ibérique à l'Anatolie

jusqu'aux côtes méridionales de la mer Noire (**Figure N°5**). En effet, il est majoritairement trouvé en : Espagne la surface totale 75% , Portugal 9%, Turquie 8%, Italie 7%, Tunisie 3%, Maroc 0,5% et le reste en Grèce, Liban, Algérie et France (**Little, 1966**).

Principalement en Espagne (450 000 ha), au Portugal (90 000 ha), en Turquie (50 000 ha) et en Italie (40 000 ha). Des peuplements importants existent aussi en Grèce, Liban, France, Tunisie et Maroc (**Seigue, 1985**).

En Afrique du nord, le Pin pignon n'existe pas actuellement à l'état spontané. Toutefois, cette absence ne s'explique pas facilement, étant donné sa diffusion dans la méditerranée 40 occidentale et la présence en Berbérie de toutes les autres espèces euro-ibériques (**Sbay, 2000**).

La progression des surfaces est importante dans certains pays européens :

**Tableau 05:** surfaces de Pin pignon ( **Mutke et Calama ,2015**)

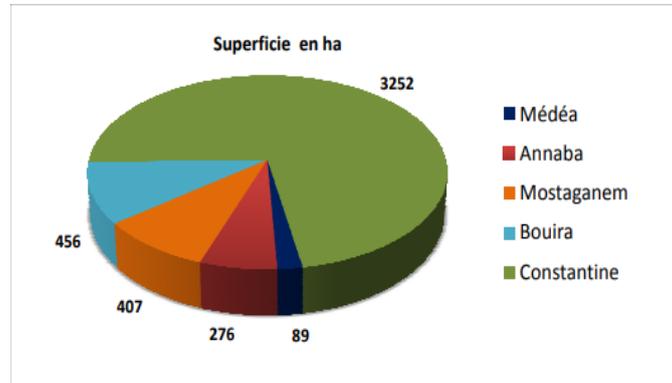
Pays	Surface (ha)
Espagne	490 000
Portugal	187 000
Italie	46 000
Turquie	43 000
Tunisie	21 000
France	13 500
Liban	12 000
Maroc	3 000
Israël	2 000
Grèce	1 500
<b>Total</b>	<b>819 000</b>



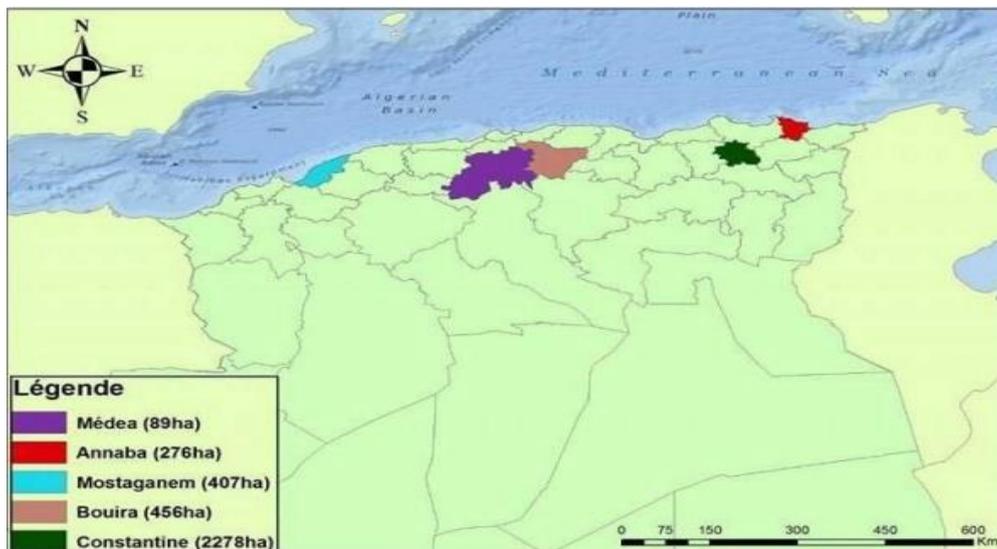
**Figure N°5 :** Répartition géographique du Pin pignon dans le monde (**Fady et al., 2004**).

### b- En Algérie

Les plantations de Pin pignon ont été réalisées entre 1935 et 1974 couvrant une superficie totale de 4480 ha (**Figure N°7**). Les wilayas concernées sont (**Figure N°6**) : Constantine, Bouira, Mostaganem, Médéa et Annaba.



**Figure N°6** : La superficie du Pin pignon dans les 5 wilayas (IFN, 2008)



**Figure N°7** : Répartition géographique des plantations du Pin pignon en Algérie

#### I.3.5. La composition chimique de Pin pignon

La composition chimique constitue les éléments suivants : Eau (6 %), Protides (32 %), Glucides (12 %), Calories (564 Kcal), Lipides (48 %), Calcium (26 mg), Phosphore (508 mg), Fer (9,2 mg), Sodium (4 mg), Potassium (600 mg), Magnésium (234 mg), Vitamine A (50 UI), Vitamine B1 (0,8 mg), Vitamine B2 (0,2 mg), Vitamine PP (3,6 mg), Vitamine C (2 mg), Iode (0,2 µg), Sucre (6 mg), Manganèse (6,55 mg), Fibres (2,8 %), Zinc (5,35 mg), Cuivre (1,18 mg), Bêta-carotène (18 µg), Vitamine B5 (0,31 mg), Vitamine B6 (0,1 mg), Vitamine B9 (45,5 µg) et Vitamines E (6,5 mg) ( **Couplan, F, 1998**).

### I.3.6. Propriétés médicinales

Le genre *Pinus* est très connu pour ses propriétés en médecine traditionnelle, il est comme remède pour plusieurs maladies y compris :

- Contre le diabète et les maladies cardiovasculaires.([Souilah et Medjroubi , 2018](#)).
- Ecorce est un expectorant et anti-rhumatisme. Les jeunes bourgeons en infusion sont recommandés dans le cas des maladies respiratoires, les affections urinaires et la faiblesse. La décoction des aiguilles sont utilisés en usage externe en inhalation et en application locale comme balsamique, antiseptique, antirhumatismale. L'écorce est utilisée pour traiter les ulcères d'estomac ([Kaddem, 1990](#)).
- Il possède des propriétés anti-inflammatoire, anti-vieillesse, antinéoplastiques, antibactériennes, liées à leurs effets sur l'activité de cyclo-oxygénase, anticancéreux, et anti oxydantes ([Kadri et al., 2015](#)).
- L'huile de pin pignon (extraite des pignons) apporte du phosphore, du fer et de la vitamine B1, très importante pour les systèmes nerveux et musculaire. C'est une huile que l'on qualifie de diététique car elle possède une action coupe-faim grâce à l'acide pinolénique. Elle est aphrodisiaque et utilisée pour le traitement de certains ulcères de l'estomac.( [Sbay et al.,2016](#)).

#### Autres applications

- Les pignons de pins sont comestibles et utilisés en pâtisserie et confiserie ou peuvent être mangés cru en cassant leur coque. ( [Zenzen, 2016](#) ).

## I.4. Le chêne vert

### I.4.1. Taxonomie

Selon la troisième version de classification botanique des Angiospermes établie par Angiospermes Phylogeny Group (**APG III**), ([Chase et Reveal 2009](#)), présente la taxonomie suivante :

**Tableau 06:** Position taxonomique de chêne vert.

Taxonomie	description
Règne	Végéta
Embranchement	Trachéophytes
Sous embranchement	Ptérosidés
Classe	Angiospermes
Ordre	Fagales
Famille	<i>Fagaceae</i>
Genre	<i>Quercus</i>
Espèce	<i>Suber L / ilex L</i>

#### I.4.2. Nomenclature

**Nom scientifique :** *Quercus ilex*.

**Nom vernaculaire :** en Algérie est (kerruch) ou (chajret elballot).

**Noms usuels :** chêne vert, yeuse (**Français**), holmoak, Evergreenoak (**Anglais**), Encina (**Espagnol**)

#### I.4.3. Description botanique

D'après **Benie (2010)**, Le chêne vert est très polymorphe de moyenne dimension, de 5 à 10 mètres de haut, mais qui peut atteindre 20 mètres en milieu humide. (**Figure N°9**)

##### ❖ Appareil végétatif

- **Système racinaire :** L'arbre a un enracinement pivotant, profond, pouvant atteindre 10 m et des racines latérales, traçantes et drageonnantes.

**Le bois :** solide et compact, très recherché en construction navale, ainsi en charpenterie, et produit un charbon de bonne qualité (**Bellakhdar, 2008**). **Son écorce :** est finement fissurée, de couleur brun grisâtre et qui apparait sous forme de petits carrés.

- **Les feuilles :** restent sur l'arbre pendant plus d'une année, parfois jusqu'à la troisième et même la quatrième année (**Jaurand, 1997**). Elles sont coriaces, concaves, ne se plient pas selon la nervure centrale. Leur forme et leur taille sont variables : elliptiques, lancéolées, arrondies, longues de 2 à 9 cm, large de 1 à 4 cm parfois plus ; Elles sont à la face supérieure glabre et d'un vert foncé brillant, gris et pubescentes à la face inférieure.

##### ❖ Appareil reproducteur

- **Les fleurs :** le chêne vert fleurit d'avril à mai. Il porte des fleurs mâles en chatons jaunâtres de 2 à 3 cm de long tandis que les fleurs femelles sont plus discrètes, à

l'aisselle des feuilles. Les fleurs femelles se transforment en fruits après fécondation (Floret *et al.* 1992).

- **Les fruits :** sont des akènes appelés glands, de dimensions variant de 2 à 3 cm de long. Ils sont regroupés sur un pédoncule commun en nombre de 1 à 5.

Les glands mûrissent en un an. Ils sont bruns striés et légèrement pointus au sommet. Ils sont coiffés à leur base arrondie d'une cupule hémisphérique à écailles rapprochées, courtes, de couleur grisâtre. (Charef *et al.*, 2008).



**Figure N°8 :** l'arbre de chêne vert (A), les fruits (glands) et les feuilles(B) les fleurs mâles (chatons) (C). ( Mebarki, 2020)

#### I.4.4. Répartition géographique de chêne vert

##### a- Au monde

Le chêne vert est une espèce à large répartition géographique. Allant de l'aride (Afrique du Nord, Californie) aux tropiques humides (Colombie, Amérique Centrale), en Il traverse les zones tempérées (Europe, Amérique du Nord et Asie centrale) (Figure N°10).

Selon Boudy (1950), Cette espèce s'étend de la Chine et de l'Himalaya à la Grande-Bretagne, puis aux confins du désert. Mais, avant tout, c'est un type de Méditerranée, d'après Seigue (1985), l'aire de répartition du chêne vert s'étend sur tout le bassin méditerranéen et c'est dans le bassin occidental qu'il est le plus répandu et Bassin de la Loire , En dehors de cette zone, il est parfois cultivé et naturalisé, surtout dans le nord de la France et le sud de l'Angleterre (Tutin *et al.*, 1964) .

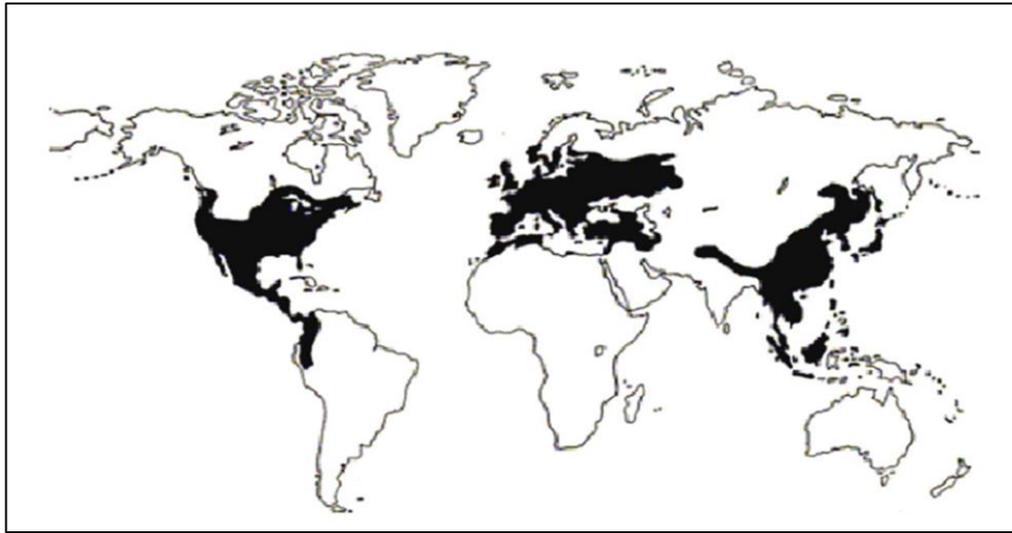


Figure N°9 : Répartition géographique de chêne vert dans le monde (Romuald, 2007).

Tableau 07 : Surfaces forestières occupées par le chêne vert dans quelque pays (Haichour, 2009)

Pays	Surfaces
Espagne	2890.000ha
Portugal	530.000ha
France	350.000ha
Italie	380.000ha
Tunisie	80.000ha
Algérie	680.000ha
Maroc	134.000ha

#### b- En Algérie

La forêt du chêne en Algérie est implantée principalement au centre et à l'Est du pays où les conditions climatiques sont favorables. Les Principaux chênes Algériens sont : Chêne liège, Chêne vert, Chêne zeen, Chêne afares et Chêne kermès.

Selon la Direction Générale des Forêts (DGF, 2014), 21% des forêts algériennes sont constituées de chêne liège et 3% de chêne Zeen. Cette dernière essence occupe en Afrique du Nord 102 000 ha, Le chêne vert s'étend surtout dans la partie occidentale.

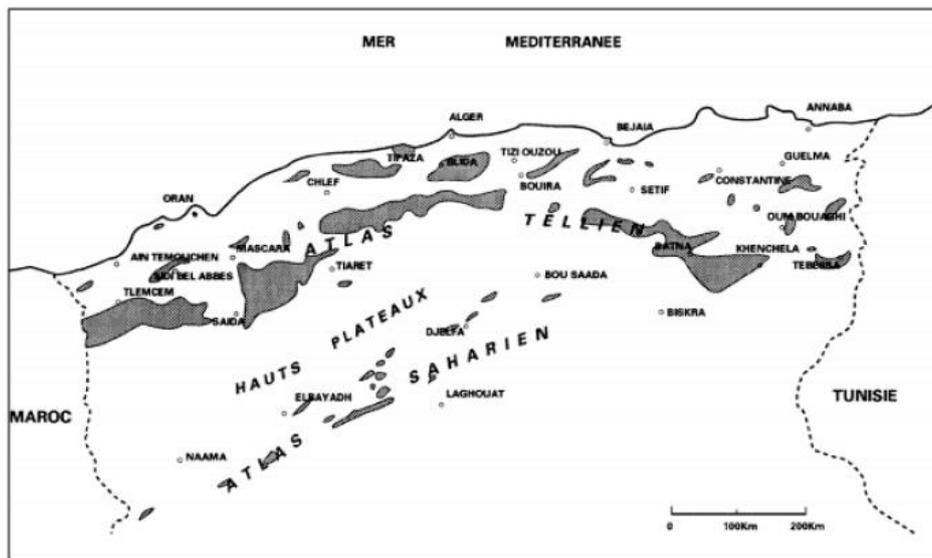


Figure N°10: Répartition géographique de chêne vert en Algérie (Dahmani, 2002).

Tableau 08 : Principaux chênes Algériens et leurs superficies (en ha)

Chêne liège	Chêne vert	Chêne zeen et Afares	Source bibliographique
426 000	679 000	–	Boudy, 1955
230 000	108 000	48 000	DGF, 2007

#### I.4.5. La composition chimique des glands de chêne vert

Le Chêne Vert produit des glands. Et ces glands sont comestibles. Mais vous ne pourrez pas les consommer crus, car ils sont trop riches en tanins.

Les tanins sont des substances chimiques servant de défense pour les plantes contre les prédateurs. Un peu de tanins ne pose pas de problème, mais trop de tanins peuvent devenir toxique.

Les fruits de chêne sont éventuellement très riches en lipides. Ils sont pauvres en vitamine B1, B2. (Ait Saada *et al.*, 2017). Riche en calcium, potassium, sodium, et contient des traces de magnésium.

##### a. Teneur en sucres

Le gland de chêne vert est un aliment énergétique vu sa richesse en amidon 71.37% MS. (Sadoun *et al.*, 2016).

##### b. Teneur en tanin

Les tanins existent en quantité importante à côté des glucides, notamment dans les fruits verts au cours de la maturation, ils dispersent en même temps que les sucres s'accumulent (Leraillez, 1952).

### c. Teneur en matière grasse

La teneur en MG (matière grasse) du gland de chêne vert rapportée par la littérature est très variable. Il semble que les variétés de gland algérien sont plus riches en lipide (Foudhil, 1990; Belarbi, 1990). Cette particularité est susceptible d'influencer favorablement leur efficacité énergétique mais peut s'avérer néfaste à leur conservation (Bouderoua, 1995).

**Tableau 09 :** Composition chimique de gland de chêne vert (% de MS).

Composition chimique	Eau	MS	MM	Amidon	Protéine	MG	Tanins	Sucre	Réf
Glands de chêne vert	35.58	64.42	1.92	57	5.93	11	8.8	3.67	Belarbi, 1990
	43	57	2.21	45	5.11	7.5	8.5	7.67	Foudhil, 1990
	36.64	63.36	1.65	45.47	5.31	8.95	8.95	2.62	Bouderoua, 1995

MG : Matières grasses. MS : matière sèche. MM : matière minérale

### I.4.6. Utilisation de gland de chêne vert

#### a. En alimentation humaine

Seul le gland doux de variété ballota est utilisé en alimentation humaine jusqu'à la deuxième guerre mondiale, les pénuries de blé l'orge ont poussé les populations d'Algérie et de Maroc à utiliser la farine de gland pour la préparation de couscous, de galettes et de bouillies (Mezali, 1985).

Actuellement le gland doux comestible est utilisé en alimentation humaine et fait l'objet de commerce non négligeable dans certaines régions d'Algérie (Kheddam, 2005).

#### b. En alimentation animale

Les populations riveraines des chênaies utilisent les glands séchés en bouillies pour l'engraissement des ovins. L'intérêt de leur utilisation réside dans leurs richesses en amidon. Toutefois les apports en protéines et en vitamines des glands demeurent faibles (Kheddam, 2005).

### I.4.7. Propriétés médicinales

- L'écorce de chêne est traditionnellement utilisée par voie externe pour guérir les maladies inflammatoires de la peau, Dans les inflammations de la muqueuse buccale et de la gorge, la décoction s'applique en rinçages ou en gargarismes, plusieurs fois par jour ; elle soulage la sensation de picotement ou de brûlure et a une action antiseptique et cicatrisante (Bruneton, 1999).
- Il est utilisé contre l'angine et les diarrhées (Delaveau *et al*, 1985).

- Les glands vus leur richesse en Vit A pourraient jouer un rôle vital contre les maladies où les déficiences en Vit A sont très répandues telle que la cécité et diverses maladies des yeux, Ils sont aussi plus riches en calories que le blé ou le maïs, ce qui le rendrait très intéressant pour aider les peuples malnutris à travers le monde (**Bonfils, 2012**).
- Le gland possède également des index glycémique et insulinémique bas, ce qui le rend intéressant comme protection contre l'augmentation du glucose sanguin après les repas. (**Pouyat, 2014**).

# *Chapitre II*

## Chapitre II : Généralités sur le yaourt

### II.1. Définition et réglementation

Selon le Codex Alimentarius et la FAO (Food and Agriculture Organization, 1975), le yaourt est un produit laitier caillé obtenu par fermentation lactique, grâce à *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* ont été semés en même temps (Fredot, 2005) à partir du lait frais, ainsi que du Lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé, enrichi en extraits secs) avec ou sans substances ajoutées (lait en poudre, lait écrémé en poudre, protéines de lactosérum concentrées ou non concentrées, caséine alimentaire, etc.). Les bactéries du produit fini doivent être viables et abondantes (Syndifrais, 1997). La FIL (Fédération Internationale du Lait) fixe la quantité de ferments vivants égaux à 107 bactéries par gramme jusqu'à la date de péremption. Ces produits doivent être conservés surtout jusqu'à la consommation à des températures entre 0 et 6°C. De plus la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,7g (France, 2009).

### II.2. Différents types de yaourt

#### II.2.1. Selon la texture

Il existe trois types de yaourt :

- Yaourt ferme ou étuvé : Il se caractérise par une fermentation directe dans un pot, généralement du yaourt naturel et aromatisé.
- Yaourt brassées :
  - ✓ la fermentation se fait dans de grandes cuves avant le brassage et le conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés naturels ou aux fruits.
  - ✓ La fabrication de ces deux types de yaourts peut être à base de lait entier, partiellement écrémé ou totalement écrémé.
- Yaourt à boire : Le yaourt à boire est un lait fermenté brassé de faible viscosité, généralement aromatisé avec du jus de fruits ou de la purée. Il est consommé comme boisson rafraîchissante au lieu de nourriture (Janniaux *et al.*, 2000).

#### II.2.2. Selon la teneur en MG

On distingue trois types de yaourt :

- Yaourt maigre : Ce type de yaourt renferme moins de 1% de matière grasse.
- Yaourt partiellement écrémé : Contenant entre 1 à 3% de matière grasse.
- Yaourt entier : Ce type de yaourt contient au maximum 3 à 3,5% de matière grasse (Cidil, 2009).

### II.2.3. Selon le gout

Selon le gout, nous avons remarqué les différents types de yaourts d'après (Cidil, 2009) et suivants :

- Yaourt naturels (sans addition).
- Yaourt sucrés.
- Yaourt aux fruits, miel, à la confiture : moins de 30% d'éléments ajoutés.
- Yaourt aromatisés : arôme naturel ou synthétique autorisé par la législation

### II.3. Caractéristiques organoleptiques

Selon Malang (1998), le caractère organoleptique du yaourt présente une nature comme suit:

- Couleur : le yaourt doit présenter un caillé blanc.
- Consistance : le yaourt a une consistance semi-liquide.
- Odeur : l'odeur du yaourt est agréable à l'olfaction.
- Saveur : le yaourt a une saveur douce.

### II.4. Aspects physico-chimiques du yaourt

D'après Laurence et Cohen (2004) est résumée dans le tableau suivant, la Composition du yaourt.

**Tableau 10:** Composition physico-chimique du yaourt (Laurence et Cohen, 2004)

Caractéristiques	Composition
Protéines	4%
Lipides	0-4g
Cholestérol	15mg
Glucides	5-18%
Lactose	3%
pH	4.5
Teneur en matière sèche laitière pour le yaourt	10-16%
Calcium	155-200mg (17 à 24%)
Vitamine	A , D , B( B2 , B12)
Calorie pour 100g	90 Kcal

## II.5. Matières utilisées pour la production du yaourt

### II.5.1. Le lait frais

Le lait est un produit de forte valeur nutritionnelle. C'est l'un des rares aliments qui contient une teneur équilibrée en nutriments de base (glucides, lipides et protéines). On peut le consommer tel quel à l'état liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés (fromages, yaourts, crèmes glacées . . . etc.). Avec une valeur énergétique de l'ordre de 700Kcal/l, le lait de plusieurs espèces animales constitue une source importante et relativement bon marché d'apport quotidien en acides aminés et en acides gras essentiels ainsi qu'en calcium alimentaire. Le lait est aussi riche en d'autres sels minéraux (notamment phosphore et magnésium) et en vitamines du groupe B (B1, B2, B5 et B12) et en vitamine A (Moulay et Ghomri, 2016).

### II.5.2. La poudre de lait

Se compose principalement de lait sec et d'une très petite quantité d'eau (de 2 à 5%), la poudre de lait a l'avantage de pouvoir se stocker et se transporter aisément pour être utilisée à travers la recombinaison en tant que matière première pour la production de fromages, laits fermentés, de crèmes glacées ...etc.

Les poudres commercialisées sont en réalité de trois types, classées selon l'intensité du traitement de déshydratation (le degré de dénaturation qu'il génère) opéré : poudre «lowheat», « medium heat » et « high - heat ». Le degré de dénaturation est exprimé par l'indice d'azote protéique (IAP ou WPNI en anglais) en milligrammes de protéines sériques non dénaturées (PSND) par gramme de poudre considérée.

Les poudres ayant été préparées avec un traitement thermique bas (lowheat, WPNI égal ou supérieur à 6) contiennent une faible quantité de protéines dénaturées et sont utilisées dans des produits où les propriétés de solubilité, de gélification et d'émulsion sont recherchées. Il s'agit des poudres de meilleure qualité convenant aussi bien à la préparation du lait de consommation que celui destiné à la fromagerie ainsi qu'à la fortification du yaourt (Moulay et Ghomri, 2016).

Les poudres type « médium heat » (WPNI compris entre 1,5 et 5,9) possèdent une bonne capacité d'hydratation et d'activité de surface. Elles sont utilisées notamment dans les fabrications de crèmes glacées, des serts congelées...etc.

Enfin, les poudres « highheat » (WPNI inférieur à 1,5) sont hautement dénaturées et peu solubles. Ce type de poudre trouve une utilisation dans les produits structurés (boulangerie, biscuiterie, et confiserie) (Modler, 1985 ; Campbell et Pavlasek, 1987).

### II.5.3. Les bactéries du yaourt

#### II.5.3.1. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt

Les deux bactéries associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou coagulum). Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une Saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldéhyde Principalement, cétone, acétoïne, diacétyl). Enfin, par la production de polysaccharides (Glucanes), certaines souches ont une action dans la consistance du gel (FAO, 1995).

**Tableau 11** : Principaux caractères de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* (Corvi, 1997).

<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance optimale (37-42°C)</li> <li>-Ne se développe pas au-dessus de 20°C</li> <li>-Se développe encore à 50°C</li> <li>-Supporte un chauffage de 30 à 65°C</li> <li>-Homofermentaire, produit très peu de composés contribuant à l'arôme du yaourt (diacetyl, acétones, acétaldéhyde)</li> <li>-Production de l'acide lactique L(+)</li> <li>  jusqu'à une concentration de 0,7-0,8%</li> <li>-Supporte un milieu acide pH (4-4,5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance optimale (42-47°C)</li> <li>-Limites de développement (15-52°C)</li> <li>-Homofermentaire, mais produit un peu d'acétaldéhyde responsable de l'arôme du yaourt</li> <li>-Production d'acide lactique D(-)</li> <li>  jusqu'à une concentration de 17%</li> <li>-Développe une activité protéolytique moyenne et une faible activité lyolytique</li> <li>-Supporte sans difficulté un milieu acide pH (4-4,5)</li> </ul>

#### a- L'espèce *Lactobacillus bulgaricus*

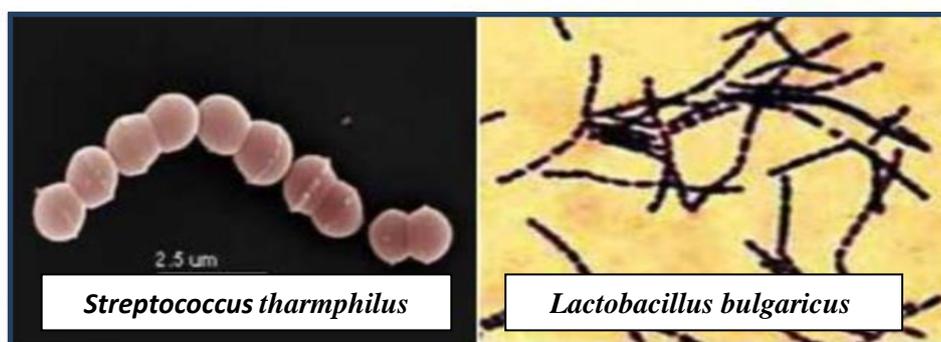
*Lactobacillus bulgaricus* est un bacille gram positif, immobile, asporulé et micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes (Figure N° 11), il possède un métabolisme strictement homofermentaire et produit l'acide D-lactique à partir des hexoses par l'intermédiaire de la voie d'Embden Meyerhoff Parnas (EMP) et il est incapable de fermenter les pentoses (Axelsson, 1998).

*Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie thermophile, elle se développe bien à la température de 45 à 50° C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 % (pH voisin de 4,5), voire 2,7 % d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6) (FAO, 1995), très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ 42° C, elle est responsable de la production d'acétaldéhyde (Marty-Teyasset *et al.*, 2000).

#### **b-L'espèce *Streptococcus thermophilus***

*Streptococcus thermophilus* est une cocci Gram positif, disposé en chaînes en longueurs variables ou par paires (Figure N° 11), anaérobie facultatif et immobile. On le trouve dans les laits fermentés et les fromages (Roussel *et al.*, 1994). C'est une bactérie dépourvue de l'antigène D, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques, incapable de métaboliser le galactose et se développe bien de 37 à 40 °C, mais croît encore à 50 °C. Thermorésistante, elle survit au chauffage à 65 °C pendant 30 minutes ou à 74 °C pendant 15 secondes et son métabolisme est de type homo fermentaire (Vaillancourt *et al.*, 2008).

*Streptococcus thermophilus* se différencie des autres espèces du même genre par son habitat (lait et produits laitiers), par son caractère non pathogène et ses propriétés probiotiques et technologiques (Iyer *et al.*, 2010). En industrie agro-alimentaire, *Streptococcus thermophilus* est en deuxième position derrière *Lactococcus lactis* dans le classement des bactéries lactiques utilisées. Elle est la seule espèce du genre streptocoque utilisée dans la fabrication des produits laitiers fermentés (Devuyst et Tsakalidou, 2008). Le rôle principal de cette bactérie dans la fabrication du yaourt est la fermentation du lactose du lait en acide lactique, mais elle est nettement moins acidifiante que le *lactobacille*, il produit généralement de 0,5 à 0,6 % d'acide lactique (pH voisin de 5,2) uniquement de configuration L qui est l'isomère préféré dans les produits alimentaires, dû à la présence de la L lactate déshydrogénase chez l'être humain (Panesar *et al.*, 2007).



**Figure N° 11:** Photo des deux bactéries du yaourt *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* (Doleyres, 2003).

### II.5.3.2 Le comportement associatif des deux souches

*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* se développent en association (appelée protocoopération) dans des cultures mixtes ayant un intérêt technologique et nutritionnel. (Courtin *et al.*, 2002 ; Ngounou *et al.*, 2003), *Lactobacillus bulgaricus* favorisent le développement de *Streptococcus thermophilus* selon le mécanisme suivant :

Les *lactobacilles* qui présentent une activité protéolytique détachent de la caséine certains acides aminés intervenant comme activateurs des *Streptococcus thermophilus*. Parmi ces acides, la valine joue un rôle particulièrement important.

Au début de la fabrication, le pH du lait est favorable aux *Streptococcus thermophilus* qui prédominent et assure le départ de la fermentation lactique. L'action caséolytique de *lactobacilles* stimule le développement du *streptocoque*. Par la suite, le pH du lait devient défavorable aux *streptocoques* qui sont remplacés progressivement par les *lactobacilles*. La coagulation du lait se produit lorsque l'acidité atteint 65-70°D (Guy et Elisabeth, 1986).

## II.6. Intérêts et fonctions des bactéries du yaourt

### II.6.1. Production d'acide lactique

La production d'acide lactique est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien. Le métabolisme est de type homo-fermentaire (production exclusive de l'acide lactique).

L'importance de l'acide lactique durant la fabrication du yaourt peut se résumer comme suit :

- Il aide à déstabiliser les micelles de caséines, ce qui conduit à la formation du gel
- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique, comme il
- contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt.
- Intervient comme inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes indésirables (Schmidt *et al.*, 1994).

### II.6.2. Activité protéolytique

Les bactéries lactiques sont dotées de pouvoirs protéolytiques complexes par leur nature et leur location, car pour satisfaire leur besoin en acides aminés, elles doivent dégrader les protéines. Elles possèdent des endopeptidases liées aux parois qui peuvent parfois être de type acide ou neutre. Des exopeptidases sont également associées aux enveloppes cellulaires.

Le niveau de ces activités protéolytiques peut varier en fonction de certains facteurs physico-chimiques ou génétiques, La température de croissance et le pH du milieu sont

également des facteurs qui peuvent affecter le niveau de production d'enzymes (Vignola, 2002).

### II.6.3. Activité texturant

La texture et l'onctuosité constituent, pour le consommateur, d'importants éléments d'appréciations de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent, à partir du glucose, des polysaccharides qui enformant des filaments, limitent l'altération du gel par les traitements mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt. L'augmentation de la viscosité du yaourt est en général attribuée à la production d'exopolysaccharide (EPS) qui selon une étude portant sur plusieurs souches serait essentiellement composée de rhamnose, de arabinose, et de mannose (Schmidt *et al.*, 1994).

### II.6 .4. Activité aromatique

La saveur et l'appétence du yaourt impliquent divers composés volatils et aromatiques, c'est la formation de ces composés est principalement du lactose. Parmi ceux, l'acide lactique donne au yaourt un gout acidulé. L'acétaldéhyde, qui provient en grande partie de la

Thréonine, joue un rôle essentiel dans ces caractéristiques organoleptiques recherchées. La concentration optimale de ce métabolite est estimée à environ 10 ppm. Sa production, due principalement au lactobacille, est augmentée lorsque ce dernier est en association avec le streptocoque qui en élabore de faibles quantités (Schmidt *et al.*, 1994).

Notons que la saveur caractéristique du yaourt, due à la production du diacétyle et de l'acétaldéhyde et qui est recherchée dans les produits type « nature », est en partie masquée dans les yaourts aromatisés (Schmidt *et al.*, 1994).

## II.7. Technologie de fabrication du yaourt

### II.7 .1. Pasteurisation

Le lait reconstitué, éventuellement sucré, subit un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90-95 °C pendant 3 à 5 minutes (Mahaut *et al.*, 2000).

Ce traitement vise à détruire les microorganismes pathogènes susceptibles de croître dans le lait ainsi que l'inactivation des enzymes telles que la lipase (Sava *et al.*, 2005).Ce traitement crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques (Boudie, 1990). Cependant, un apport intense de chaleur peut engendrer des inconvénients tels que l'altération de la valeur nutritive du yaourt (perte de vitamines thermosensibles) (kora, 2004).

### II.7.2. Homogénéisation

L'homogénéisation est un traitement physique permettant de réduire la taille des globules de gras la séparation de la phase lipidique de la phase aqueuse, causée par le phénomène de gravité durant l'entreposage du yaourt, est ainsi diminuée, voire éliminée (Tamine et Robinson, 1999; Sodiniet *et al*, 2004). Lors de l'étape d'homogénéisation, il y a incorporation des caséines dans la membrane des globules de gras. La résultante est une augmentation du caractère hydrophile de ces dernières. La capacité de rétention d'eau ainsi que la fermeté du coagulum sont également améliorées (Tamine et Robinson, 1999; Mahaut *et al.*, 2000).

### II.7.3. Refroidissement

Après traitement thermique, le lait doit ensuite refroidir jusqu'à ce qu'il atteigne une température comprise entre 42 et 45°C la température de fermentation (kora, 2004).

### II.7.4.. Ensemencement

Elle se fait à l'aide d'un levain comprenant exclusivement chacune des deux bactéries spécifiques du yaourt : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. La culture utilisée estensemencée à raison de 2%. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait/ferment (Luquet, 1990).

### II.7.5. Conditionnement

Le conditionnement des yaourts s'effectue dans deux types d'emballage, en verre ou en plastique. Ainsi, afin que l'opération suivante d'étuvage puisse démarrer dans les meilleures conditions, il est nécessaire de maintenir la température du lait en pots à 45°C (Luquet, 1990).

### II.7.6. Etuvage

Durant cette étape on assiste au développement de l'acidité du yaourt. Celle-ci est sous la dépendance de la température et la durée de fermentation des germesensemencés. Ainsi, il est préférable d'appliquer une température proche de celle optimale de développement de *Streptocoques thermophilus* soit (42à45°C), plutôt que celle proche de l'optimum du *Lactobacillus Bulgaricus* (47 à 50°C). En générale, les *Streptocoques* assurent le départ de fermentation lactique.

Cette température voisine de (42 à 45), est considérée comme étant la température symbiotique optimum entre les *streptocoques* et les *lactobacilles* (Luquet, 1990).

### II.7.7. Brassage

En vue de fabriquer des yaourts brassés, le laitensemencé est maintenu en cuve à la même température que dans le cas des pots (entre 42 et 46 °C) jusqu'à obtention de l'acidité voulue. On procède par la suite au découpage et au brassage du caillé pour le rendre onctueux.

Ce traitement, qui doit se faire avec précaution pour ne pas induire des transformations indésirables, a pour but de rendre le caillé onctueux. Il doit être réalisé avec précaution en optant par l'un des procédés suivants :

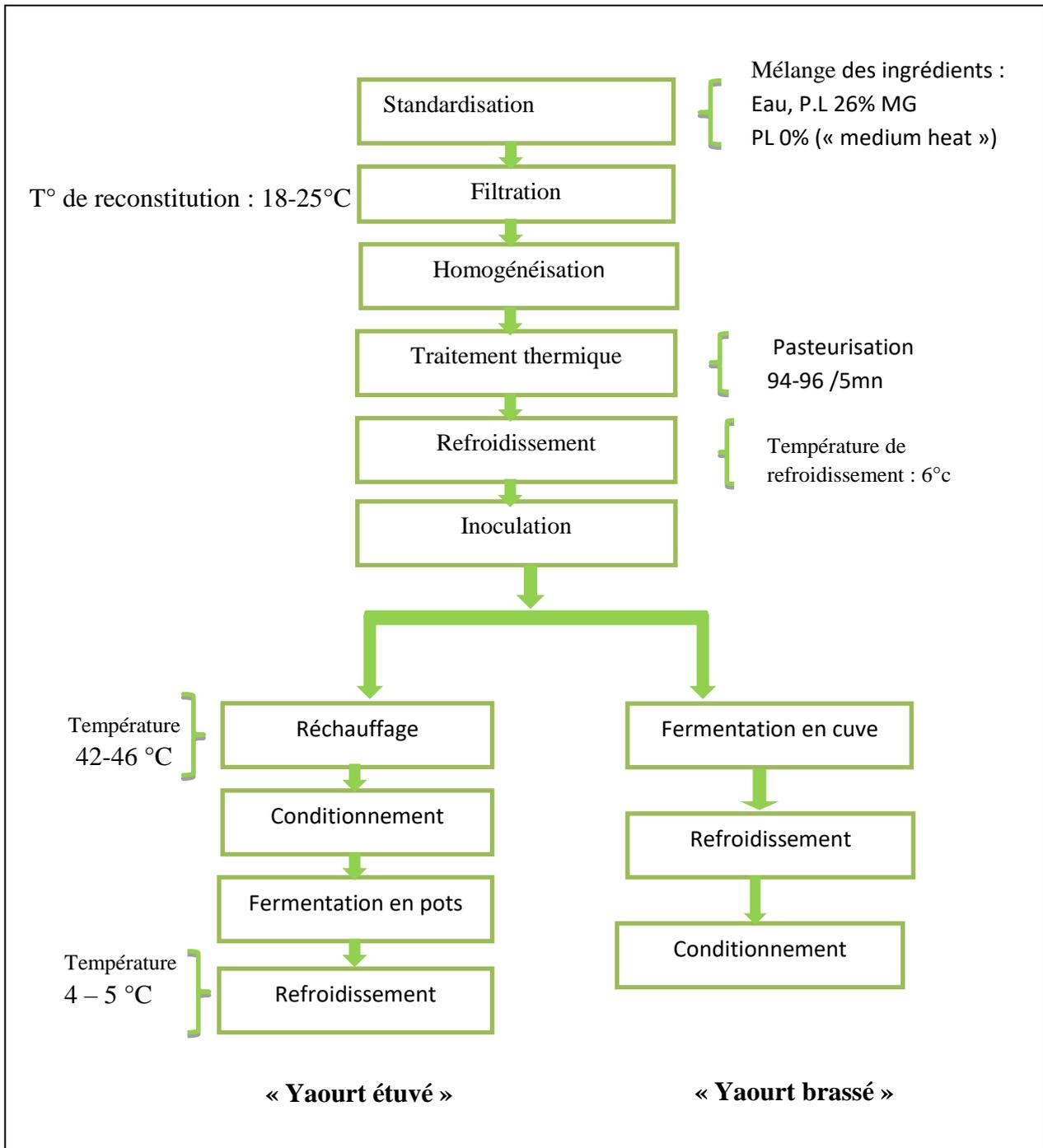
- Agitation mécanique à l'aide d'un brasseur à turbine ou à hélice.
- Passage du gel à travers un tamis.
- Homogénéisation a basse pression.

Une fois ce traitement opéré, le caillé est immédiatement et rapidement refroidi à une température inférieure à 10 °C. La réfrigération dans le tank se fait trop lentement et peut provoquer une sur acidification. C'est pour cette raison qu'elle doit être réalisée par passage.

Dans un échangeur-réfrigérant à plaques ou tubulaire. Le brassage du caillé au cours de la réfrigération améliore l'onctuosité du produit. Le yaourt est ensuite conditionné en pots et conservé entre 2 à 4°C. (Luquet, 1990).

### II.7.8. Arrête de la fermentation (réfrigération)

Il est nécessaire d'arrêter la fermentation des bactéries lactique par refroidissement à 4°C, lorsque l'acidité atteint (70 à 80°D), dans le cas des yaourts étuvé (Luquet, 1990).



**Figure N°12 :** Diagramme des principales étapes de fabrication du yaourt. (Bourlioux *et al.*, 2011).

*Partie II :*  
*Procédures expérimentales.*

# *Chapitre III*

### III : Matériels et méthodes

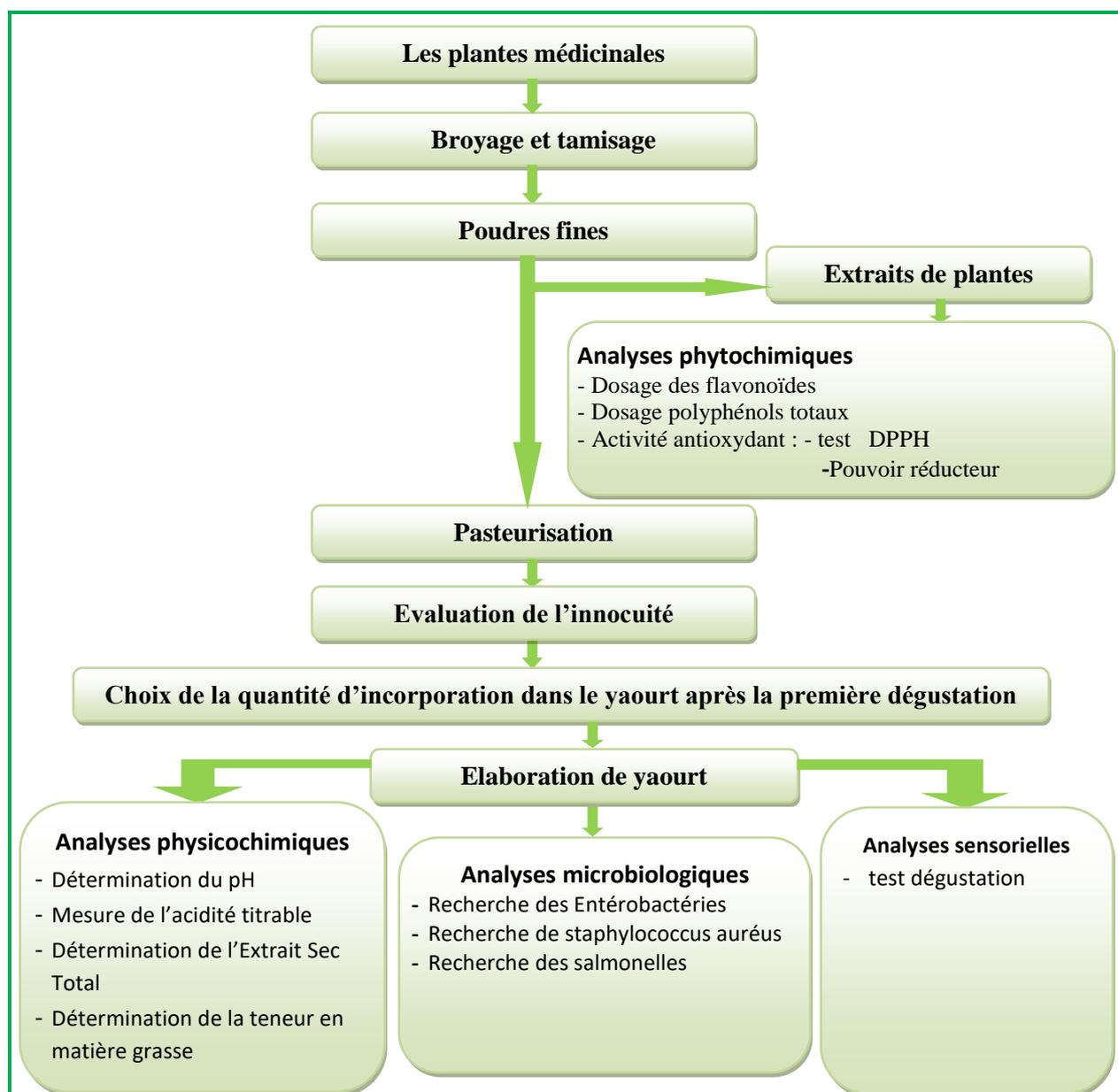
#### III.1. Objectif de l'étude

Notre travail expérimental est réalisé en deux parties :

**La première partie** porte sur l'évaluation phytochimique de quelques plantes médicinales locales (chêne vert, pin d'Alep et pin pignon) au niveau du laboratoire pédagogiques de biochimie, faculté des sciences de la nature, de la vie et des sciences de la terre de l'université de Bouira.

**La deuxième partie** vise la fabrication du yaourt brassé à base de ces plantes et d'étudier ces caractéristiques physicochimiques et microbiologiques. L'étude s'est effectuée au laboratoire de laitier fromagerie de Boudouaou unité de Rouïba (LFB) sur une période de 30 jours.

Le Protocole suivi dans notre étude est décrit dans la **Figure N°13** ci-dessous.



**Figure N°13** : Organigramme de la méthodologie d'étude

### III.2.a. Présentation de la laiterie-fromagerie de Boudouaou (LFB)

Dans l'industrie laitière, la laiterie-fromagerie de Boudouaou (LFB) a été créée en 1969 par un privé sous l'appellation fromagerie de la Mitidja (SOFRQM). Elle fut nationalisée en 1972 et léguée aux biens de l'office national de lait (ONALAIT). Cette unité appartenait à l'office de lait et produits laitiers de centre (ORLAC), elle a commencé sa production en 1978. Située à 335 km à l'est d'Alger, sur une surface totale de 7 HEC, la LFB a comme activité principale, la production et commercialisation des laits et produits laitiers. Elle a comme produits : Lait de consommation (lait pasteurisé, l'ben pasteurisé), Produits laitiers (fromage fondus pasteurisés en portions ou en barre ; fromage fondus stérilisés ; fromage à pâtes pressées de type Edam) et poudre de lait instantané. La LFB dispose de deux laboratoires de contrôle et d'analyse (physico-chimiques et microbiologique).

### III.2.b. Présentation unité de Rouïba

L'antenne de Rouïba est une société agro-alimentaire spécialisée dans les produits laitiers et leurs dérivés. C'est une annexe de la laiterie et fromagerie de Boudouaou qui produit deux denrées alimentaires.

C'est une partie du paysage industriel de la région de Rouïba. Elle occupe une place appréciable du fait de l'importance de ses produits dans l'équilibre nutritionnel de la population ainsi que sa participation à la réduction du taux de chômage dans la région.

L'étude a été réalisée au laboratoire annexe de Rouïba pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques et une partie des analyses sont effectuées à l'usine de Boudouaou (les analyses microbiologiques de yaourt).

## III.3. Matériel

### III.3.1. Matériel végétale

Notre étude est réalisée sur des poudres de feuilles et fruits de trois espèces (figure) : *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* et *Pinus pinea* de différentes régions (Béjaïa, Bouira) a été récoltée en 2022. Le choix de nos plantes repose sur leur disponibilité, facilité de récolte et leur potentiel nutritionnel et bioactif qui est très élucidés. La principale raison de notre choix est surtout l'incorporation de ces dernières dans la fabrication du yaourt qui n'est jamais été étudié auparavant.

### III.3.2. Matériels biologique

#### III.3.2.1. Poudre de lait

Le prélèvement a été effectué à partir d'un sac de 25 kg de la poudre à 26% matière grasse et de la poudre à 0% matière grasse, choisi aléatoirement de la palette de stockage à l'aide d'une louche préalablement stérilisée. La poudre prélevée est disposée dans un bécher stérile bien fermé.

### III.3.2.2. Ferments lactiques

Ils se composent de deux souches : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Les ferments lactiques laitiers constituent un groupe diversifié de bactéries qui néanmoins a un certain nombre de caractéristiques communes :

- ✓ Elles fermentent les sucres en produisant principalement de l'acide lactique.
- ✓ Elles sont Gram+.
- ✓ Elles sont catalase-négatives.
- ✓ Elles sont hétérotrophes ([Kawther et Belkis, 2021](#)).

Les ferments utilisés sont des cultures lactiques lyophilisées de la marque : **CHR HASNSEN**

**III.3.2.3. Le sucre cristallisé:** Le sucre utilisé c'est le sucre de la marque **CEVITAL**.

**III.3.2.4. Maïzena (l'amidon) :** a été acheté 500g dans les magasins d'alimentation.

### III.3.3. Matériels et équipements

Le matériel et les équipements utilisés dans notre pratique sont présentés dans l'**Annexe N°01**.

## III.4. Méthodes utilisées

### III.4.1. Préparation de la matrice végétale

Après triage (élimination des impuretés), les différents échantillons ont été rincés avec de l'eau du robinet puis déposés sur un tissu propre pour séchage à l'air libre dans un endroit sec et à l'obscurité pendant 20 jours. Ils sont ensuite été broyés grossièrement à l'aide d'un broyeur électrique, tamisés (tamis à ouverture 0.2 mm) afin d'obtenir des poudres très fines et homogènes puis stockées à l'abri de lumière et de l'humidité jusqu'à utilisation

### III.4.2. Analyses phytochimiques

#### III.4.2.1. Préparation des extraits phénoliques de plantes

L'extraction des composés phénoliques des différents échantillons est réalisée selon la méthode décrite par [Oliveira et al., \(2010\)](#). Brièvement, 1g de chaque poudre est introduite dans 100 ml de éthanol-eau (50 et 70 %), suivie d'une étape de sonication (30 min) et macération à température ambiante (2h) et finalement, une autre étape de sonication.

Les extraits brutes ainsi obtenus sont filtrés à l'aide de papiers wattman et conservés dans des flacons en verre au frais jusqu'à utilisation.

#### III.4.2.2. Dosage des composés phénoliques des extraits

##### III.4.2.2.1. Dosage des composés phénoliques totaux

###### ➤ Principe

La teneur en phénols totaux solubles des extraits des plantes a été déterminée par la méthode de [Skerget et al., \(2005\)](#) utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide

phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 725 et 750 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (*Ribéreau-Gayon, 1968*).

➤ **Mode opératoire:**

Un volume de 0,5 ml de l'extrait brut de chaque partie de la plante (feuilles et fruit) est mélangé avec 2,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (0,1 N) et 2 ml de carbonate de sodium (7.5%). Le milieu réactionnel est incubé pendant 5min à 50°C. L'absorbance est mesurée à 760 nm, en triple, contre un blanc et les résultats sont exprimés, en se référant à une courbe d'étalonnage avec acide gallique comme standard (**Annexe N°03**), en gramme (g) équivalent d'acide gallique par 100 gramme de la matière végétale sèche (g GAE/100g MS).

#### III.4.2.2.2. Dosage des flavonoïdes

➤ **Principe**

La teneur en flavonoïde est déterminée par la méthode colorimétrique de **Lamaison et Carnat (1990)** rapportée par **Bahorun et al., (1996)** avec le trichlorure d'aluminium et la soude. Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes et la soude forme un complexe de couleur rose.

➤ **Mode opératoire :**

2 ml d'extrait est additionné avec 2 ml de solution trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ), puis incubation à température ambiante pendant 15 min et lecture à 430 nm.

La concentration en flavonoïdes est exprimée en équivalent de la quercitrine, déterminée par référence à une courbe d'étalonnage réalisée avec la quercétine dans les mêmes conditions (**Annexe N°03**).

#### III.4.2.3. Dosage des sucres

L'extraction de sucres totaux est faite selon avec la méthode suivantes **Figure N°14:**

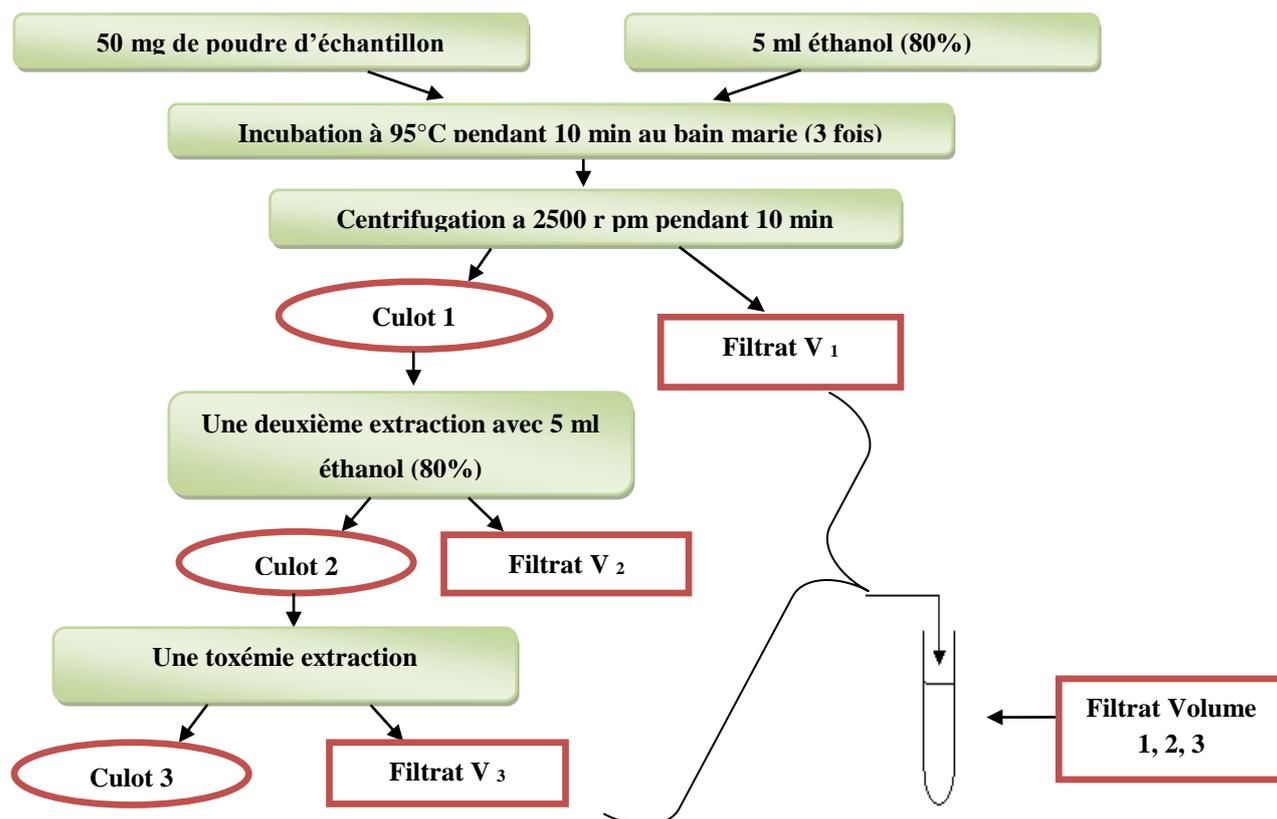


Figure N°14: Schéma représentatif du protocole de préparation de l'extrait de sucre.

#### III.4.2.3.1. Teneur en sucre totaux

##### ➤ Mode opératoire

Prélever 5 ml d'extrait (filtrat) et 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Concentré à l'anthrone ; Chauffer le contenu a bain marie durant 10 mn ; et lecture à 620 nm

#### III.4.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits

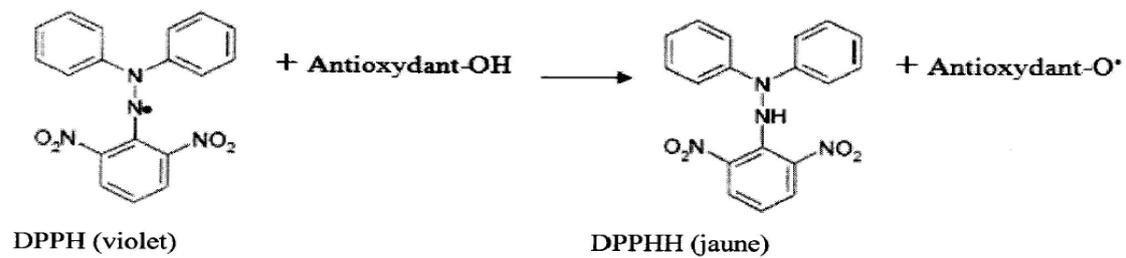
L'activité antioxydante des différents extraits bruts a été évaluée, *in vitro*, par le test au DPPH et pouvoir réducteur.

##### III.4.2.4.1. Activité antioxydante du radical DPPH

L'activité antiradicalaire de nos extraits contre le radical DPPH à été évaluée selon la méthode de [Brand-Williams et al., \(1995\)](#).

##### ➤ Principe

Toute substance qui peut donner un atome d'hydrogène (antioxydant) à la solution de DPPH peut réduire le radical libre et changer la couleur de la solution du violet (**Figure N°15**) au jaune pale ([Milardovic et al., 2006](#) ). La réduction du radical libre DPPH° par un antioxydant est suivie par spectrométrie UV-visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm, provoquée par des antioxydants ([Molyneux, 2004](#)).



**Figure N°15 :** Réaction de DPPH et un antioxydant ([Kouamé et al., 2009](#))

#### ➤ Mode opératoire

50 µl de chaque extrait brut est ajouté à 1950 µl de la solution DPPH (0,06 mg/ml). Le mélange est agité, incubé à l'obscurité pendant 30 min puis l'absorbance est mesurée à 515nm.

L'activité antiradicalaire, qui exprime la capacité de piéger le radical libre est estimée par le pourcentage de décoloration du DPPH selon la formule :

$$AA(\%) = \frac{Abs\ contrôle - Abs\ test}{Abs\ contrôle} \times 100$$

AA(%) : Activité antiradicalaire (%).

**Abs contrôle :** Absorbance de la solution DPPH.

**Abs Test :** Absorbance de la solution DPPH plus l'extrait.

#### III.4.2.4.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur de nos extraits à été déterminé selon la méthode d'[Atmani et al \(2009\)](#).

Le pouvoir réducteur est l'aptitude des antioxydants présents dans l'extrait à donner un électron, qui va réduire le fer ferrique  $Fe^{+3}$  ( $FeCl_3$ ) en fer ferreux  $Fe^{+2}$  ( $FeCl_2$ ). La forme réduite se traduit par le changement de la couleur du jaune vers une couleur bleue verte que est proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait ([Chung et al ., 2006](#)).

#### ➤ Mode opératoire :

Le milieu réactionnel est composé de 200µl d'extrait, 500µl de tampon phosphate (0.2 M ; pH6.6) et 500µl d'une solution aqueuse de ferricyanure de potassium [ $K_3Fe(CN)_6$ ] à 1%. Le mélange est incubé à 50°C pendant 20min. Ensuite, 500µl d'une solution aqueuse d'acide trichloracétique (TCA à 10 %) est rajoutée. 1ml de surnageant obtenu après une centrifugation à 300 g pendant 10 min, est mélangé avec 1 ml de l'eau distillée et 200µl de chlorure ferrique  $FeCl_3$  (0.1%). La lecture de l'absorbance est faite à 700 nm et les résultats sont exprimés, en se référant à une courbe d'étalonnage avec acide ascorbique comme

standard (**Annexe N°03**), en gramme (g) équivalent d'acide ascorbique par 100 gramme de la matière végétale sèche (g a.asc/100g MS).

### III.4.3. Technologie de fabrication du yaourt brassé :

Les étapes de fabrication d'un yaourt brassé aux plantes médicinales au laboratoire sont schématisées dans la **Figure N°17**.

#### III.4.3.1. Préparation des levains

Un sachet de levain lyophilisé de 200 unités composé de deux souches (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) a été introduite dans un erlenmeyer contenant 1L de lait écrémé (0 % MG) pasteurisé mélanger bien et incubé à 44 °C jusqu'à l'obtention d'une acidité entre 85 et 100 °D.

#### III.4.3.2. Préparation de lait

1L de lait pasteurisé (partiellement écrémé) ont été prises et mises dans une casserole inoxydable, puis mettre la quantité nécessaire de poudre de lait et de sucre cristallisé, et maïzena (l'amidon), selon le protocole adopté (**Figure N°16**). Et bien mélangé jusqu'à dissolution totale de la poudre.

1L de lait (26% MG)
64g de poudre à 0% MG
90 g de sucre cristallisé
16 g maïzena (l'amidon)

**Figure N°16 : préparation du yaourt**

#### ➤ Homogénéisation

Cette étape a des effets sur les deux composantes du lait : la matière grasse et les protéines ([Serra et al., 2009](#)). Elle réduit le diamètre des globules gras et permet une meilleure dispersion de celle-ci dans le produit, limitant ainsi de remontée au cours de l'incubation et donne une consistance plus uniforme au yaourt fabriqué.

#### ➤ Traitement thermique du lait

Une pasteurisation à 90-95°C pendant 3 à 5 min au maximum. Ce traitement vise à :  
- détruire les bactéries pathogènes et indésirables présentes sous forme végétative, ce qui favorisera le développement ultérieur des ferments ([Gardner et al., 2002](#)).

- inactiver de nombreuses enzymes (phosphatase, peroxydase) et favoriser le développement de la flore lactique spécifique par formation d'acide formique et d'autre facteur de croissance (Thomas *et al.*, 2008).

➤ **Refroidissement**

Après pasteurisation, le lait est refroidi à la température d'ensemencement comprise entre 42 et 45°C. C'est la température idéale de développement des bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*.

➤ **Ensemencement**

L'ensemencement est l'apport des deux souches bactériennes vivantes qui provoquent la fermentation du lait :

- Lactobacillus bulgaricus* qui apporte l'acidité.
- Streptococcus thermophilus* qui développe les arômes.

Ajouter 4ml de levain pour 1 litre de lait à 45 °C, bien mélanger. Le contenu de chaque flacon de 1000ml a été versé dans 10 pots de 100 ml.

➤ **Incubation**

L'ensemble des pots a été mis à l'étuve à 44 °C pendant environ 4 heures, jusqu'à une acidité de 80-94 °D. La température d'incubation doit être stable, toute modification influe sur le taux d'acidification et change aussi les proportions entre les diverses espèces qui composent les ferments.

➤ **Refroidissement rapide**

Cette étape a été réalisée à une température  $\leq 4^{\circ}\text{C}$  pendant 2h pour bloqué la fermentation.

➤ **Etiquetage**

Les boîtes sont marquées par un jet d'encre qui va mentionner toutes les coordonnées de production.

➤ **L'ajout les poudre**

Ajouté la poudre de différent échantillon a dose différent déjà pasteurisé (15 min a 75°C) pour chaque boîte de yaourt (**Tableau 12**).

**Tableau 12** : Les échantillons de yaourt préparés

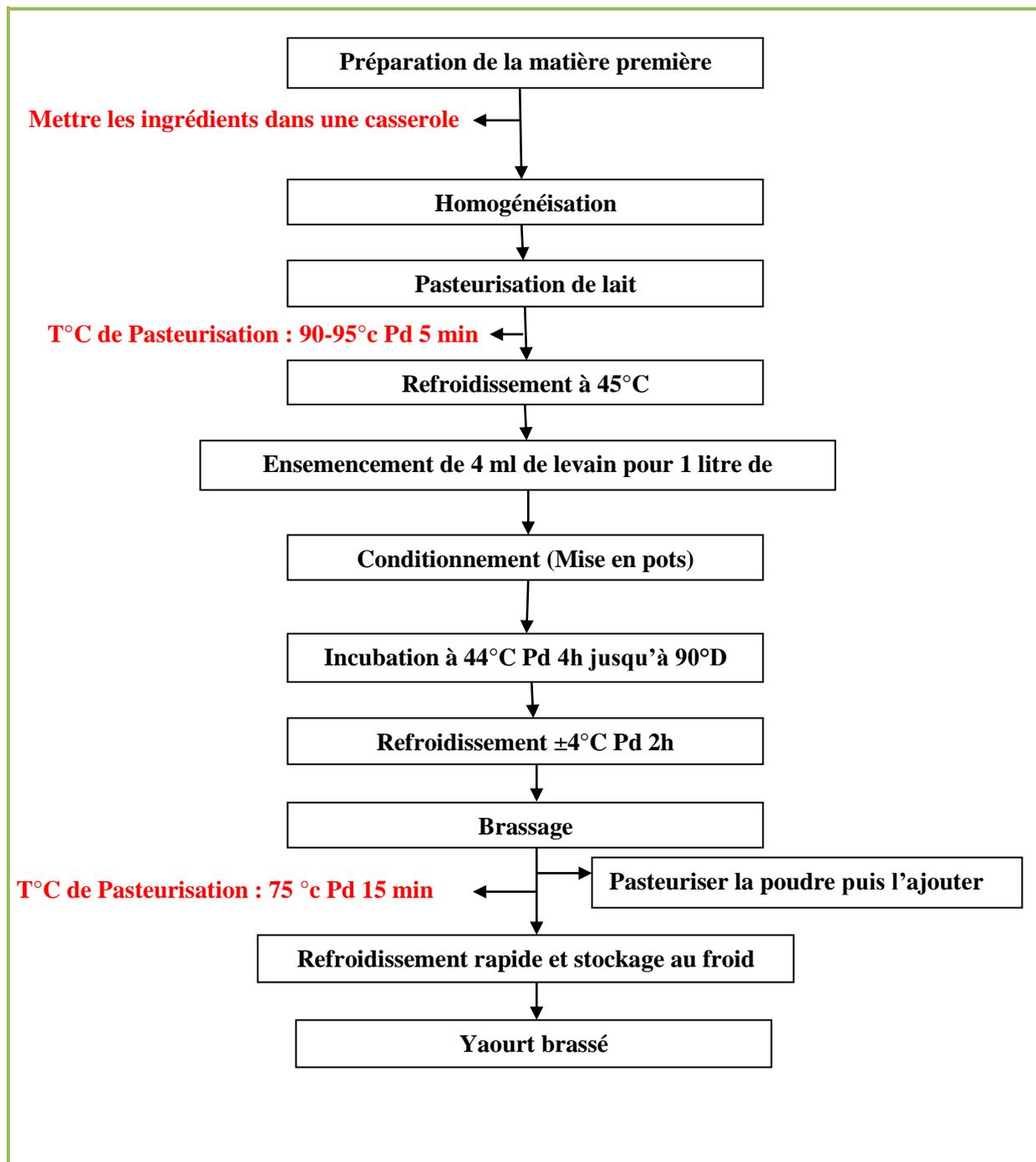
Lots	Echantillons	Abréviation	Quantité de yaourt	Quantité d'échantillons
Boite 1 (témoin)	Sans échantillons	sans	100 g	0 g
Boite 2	Pin d'Alep	P.N	100 g	0.5 g
Boite 3	Pin pignon	P.B	100 g	2 g
Boite 4	Le chêne vert	G	100g	2 g
Boite 5	Les feuilles de Pin d'Alep	F.P.N	100g	0.2 g
Boite 6	Les feuilles de Pin pignon	F.P.B	100g	0.2 g
Boite 7	Les feuilles de chêne vert	F.G13	100g	0.2 g
Boite 8	Le tégument	Tég	100g	0.2 g
Boite 9	Le mélange 1 (3 les fruites)	M1	100g	0.5 g
Boite 10	Le mélange 2 (3 feuilles + tégument)	M2	100g	0.3 g

➤ **Brassage**

Avec une cuillère bien stérile, on mixte le mélange de yaourt par un mouvement circulaire pendant 3-10 min pour jusqu'à l'obtention d'un yaourt brassé bien homogène (**Figure N°17**).



**Figure N°17:** yaourt élaborés à différentes échantillons.



**Figure N°18** : Schéma de procédé de fabrication du yaourt brassé aux plantes médicinales au laboratoire (LFB, 2022)

#### III.4.4. Détermination de l'effet de l'incorporation de l'échantillon dans le yaourt

Les effets de l'incorporation de l'échantillon dans le yaourt ont été évalués par le suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques, effectués à partir du premier jour de fabrication jusqu'à 28 jours de stockage à 4°C.

### III.4.4.1. Analyses physicochimiques

#### III.4.4.1.1. Détermination du pH

##### ➤ Principe

Le pH est la mesure de l'activité des ions ( $H^+$ ) contenus dans une solution. Ces ions confèrent au milieu son caractère acide ou basique ([Bazinet et al., 2002](#)).

##### ➤ Mode opératoire

Le pH a été mesuré avec des sondes de pH mètres électroniques « **HANNA** ». L'électrode du pH-mètre est plongée dans le pot du yaourt à analyser.

- Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

##### ➤ Expression des résultats

La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur l'écran du pH-mètre.



Figure N°19 : Détermination du pH

#### III.4.4.1.2. Mesure de l'acidité titrable

##### ➤ Principe

L'analyse de l'acidité du yaourt est exprimée par le degré Dornic ( $D^\circ$ ) ; mesure tous les ions  $H^+$  et la quantité d'acide disponibles dans ce yaourt.

Le titrage de l'acidité se fait par la solution basique de NaOH, en présence de la phénolphthaléine comme indicateur coloré ([Foschini, 1949](#)).

##### ➤ Mode opératoire

Dans un petite bécher, on prélève à l'aide d'une pipette 10 ml de lait reconstitué précédemment ou de yaourt, ajouté 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine, titrer par la solution d'hydroxyde de sodium (1/9 N) NaOH, jusqu'à coloration rose pale, facilement perceptible et persistant (10s), lire la chute de la burette.

##### ➤ Expression des résultats

L'acidité s'exprime en équivalent d'acide lactique. Le degré Dornic ( $D^\circ$ ) correspond à 0.01g d'acide lactique par litre de produit. Pour un yaourt le degré Dornic doit être de  $80^\circ D$  à  $100^\circ D$  et pour le lait il doit être inférieur à  $22^\circ D$ .

Les résultats sont exprimés selon le calcul suivant ([LFB, 2022](#)) :

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

**D** : Acidité dornic.

**V** : Le volume en millilitre de la soude utilisée.



**Figure N°20** : Détermination d'acidité Dornic

#### III.4.4.1.3. Détermination de l'Extrait Sec Total par dessiccateur Infra-Rouge

##### ➤ Principe

L'extrait sec total (EST) est la quantité ou le pourcentage du contenu anhydre de l'aliment, basé sur la dessiccation par élimination d'eau à une température de 110°C, qui affiche directement la teneur en eau ou bien la teneur en extrait sec du produit en g/l ([Panesar et al., 2007](#)).

##### ➤ Mode opératoire

- Mettre le dessiccateur en marche.
- Ouvrir la chambre à échantillon, placer et tarer la coupelle.
- bien mélangé le pot de yaourt.
- Peser environ 2 gramme avec bien étalement de produit dans la coupelle.
- baisser le couvercle et la dessiccation commence automatiquement.
- La dessiccation s'arrête automatiquement lorsqu'aucune perte de poids n'est plus détectable.

##### ➤ Expression des résultats

Après 10 min, un bip sonore indique la fin de l'opération de dessiccation, Le résultat obtenu après évaporation de l'eau du produit. Ce dernier qui affiché sur l'écran de l'appareil sous forme de pourcentage de la masse de matière sèche par rapport au total.



**Figure N°21**: Détermination de l'Extrait Sec Total par dessiccateur Infra-Rouge

#### III.4.4.1.4. Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode de Gerber

##### ➤ Principe

Les protéines sont dégradées par l'acide sulfurique et la chaleur produite fait fondre la matière grasse. L'alcool iso-amylique aide à la séparation de la matière grasse de la phase aqueuse par centrifugation (Jean, 1974).

##### ➤ Mode opératoire

- Dans un butyromètre introduire 10ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (d=1.82)
- Ajouté lentement 11 ml de la solution de poudre du lait ou bien le yaourt.
- Verser ensuite 1 ml d'alcool iso-amylique sans mouiller le col du butyromètre et en évitant de mélanger les liquides.
- Fermer le butyromètre et agiter avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à la disparition des grumeaux.
- Après avoir soigneusement agité le butyromètre, on le retourne et on le place pour être centrifugé pendant 4 mn.
- Faire une lecture immédiate dans 10 seconds.

##### ➤ Expression des résultats

La lecture doit s'effectuer rapidement en lisant les graduations correspondant au niveau de la colonne lipidique. Lire sur l'échelle graduée est donnée en pourcentage ou en g/L. (LFB, 2022)

**A** : Position inférieure

**B** : Position supérieure.

**B- A** : Le taux de matière grasse dans 100 g de yaourt.



Figure N°22 : Détermination de la teneur en matière grasse

### III.4.5. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques permettent de connaître la quantité de certains germes dans le yaourt à base des plantes médicinales. Ces analyses ont été réalisées au laboratoire microbiologique de la laiterie-fromagerie de Boudouaou (**LFB**).

L'objectif du contrôle microbiologique dans les industries alimentaires :

- ✓ Il doit assurer que les yaourts préparés présentent une bonne qualité hygiénique et commerciale adéquate ; et une bonne conservation dans le temps.
- ✓ Il doit aussi qui permet de garantir la sécurité des consommateurs en permettant la détection des microorganismes et des toxines microbiennes. et le dénombrement des germes pathogènes dans le produit fini Elles sont réalisées conformément aux directives du journal officiel algérien **N°35 (mai 1998)**.

#### III.4.5.1.Préparation de la solution mère et les dilutions

25 g de yaourt sont ajoutés à 225 ml d'une solution TSE (tryptone solution eau) (**Annexe N°02**), le contenu est ensuite homogénéisé manuellement pour avoir la solution mère homogène. A partir de cette dernière, les dilutions décimales 10<sup>-1</sup> et 10<sup>-2</sup> ont été préparées comme suit : dans un tube à essai contenant 9ml de diluant TSE, introduire aseptiquement 1 ml de la solution mère afin de réaliser une solution de 1/10 puis 1/100 ).

#### III.4.5.2.Recherche et dénombrement des Entérobactéries

Le nom d'entérobactéries a été donné parce que ces bactéries sont en général des hôtes normaux ou pathologiques, suivant les espèces microbiennes, du tube digestif de l'homme et des animaux. Elles semblent plus spécifiquement adaptées à l'homme ou l'animal ; certaines sont responsables d'infection humaines parfois sévères (fièvre typhoïde, dysenterie bacillaire, pesté).D'autres groupes pourtant prolifèrent en abondance dans l'environnement (sol-eaux). (**Mossel et al., 1962**).

##### ➤ Principe

Les Entérobactéries poussent facilement sur les milieux usuels en 24 h à 37 °C en aérobiose et en anaérobiose. Leurs exigences nutritionnelles sont, en général, réduites. La plupart se multiplient en milieu synthétique avec une source de carbone simple comme le glucose (**Olive et Bean, 1999**). Le milieu utilisé est la gélose Violet Red Bile Glucose

(VRBG), **Annexe N°02**, il repose sur l'aptitude des Enterobacteriaceae à fermenter le glucose.

➤ **Mode opératoire**

A partir des dilutions décimales ( $10^{-1}$ ) et ( $10^{-2}$ ), porter aseptiquement 1 ml et 0.1 ml dans deux boîtes de pétri vide et stérile préparée à cet usage et numéroter. Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose VRBG, fondue puis refroidie à 45 °C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier sur paille. Les boîtes seront incubées, à 37°C pendant 24 à 48 heures, en faisant une première lecture après 24 heures.

➤ **Lecture**

Après incubation ils apparaissent sous forme de colonies, de couleur rouge, forme ronde. On retient les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300.

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par « ml » ou « g » de produit selon la formule suivante (**LFB, 2022**) :

$$X = N/D.V$$

**X** : nombre de germe par ml ou g de produit.

**N** : nombre de colonies.

**V** : volume de l'inoculum.

**D** : facteur de dilution ou la dilution considérée.

### III.4.5.3. Recherche des *staphylocoques aureus*

Les staphylocoques appartiennent à la famille des micrococcaceae. Ce sont des cocci à Gram <sup>+</sup> non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, coagulase <sup>+</sup>, protéase <sup>+</sup>, catalase <sup>+</sup> (**Foster, 2002**).

Il s'agit d'une bactérie commensale de la peau des animaux et de l'homme qui contamine fréquemment les aliments et peut entraîner des dégradations et des problèmes sanitaires. Leur caractère saprophyte de la peau et des muqueuses des êtres vivants en fait des agents de Contamination par manipulation.

➤ **Principe**

Le milieu utilisé est le milieu gélosé Baird-Parker qui contient du chlorure tellurite et une concentration en glycine pour inhiber la flore secondaire. Par contre le pyruvate et la glycine agissent comme accélérateurs sélectifs de croissance pour les staphylocoques. Dans ce milieu opaque par la suite de la teneur en jaune d'œuf, les colonies de staphylocoques présentent deux caractéristiques diagnostiques (**Olive et Bean, 1999**).

- Elles donnent naissance par lipolyse et protéolyse à des halos clairs caractéristiques.
- La réduction du tellurite en tellure développe une coloration noire.

#### ➤ Mode opératoire

Transférer à l'aide d'une pipette stérile, 0.1 ml de la dilution décimale  $10^{-1}$ , à la surface d'une plaque de la gélose BP (Baird Parker), **Annexe N°02**. Etaler soigneusement l'inoculum à la surface de la gélose en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec un râteau stérile. La boîte sera incubée à 37 °C pendant 48 heures .

#### ➤ Lecture

Les colonies de *staphylocoques aureus* apparaissent sur le milieu de couleur noire, brillante, voutée avec une bordure blanche mince entourées d'un halo clair. Pour confirmer la présence de *staphylocoques aureus* quelques tests biochimiques caractéristiques de l'espèce sont effectués. Les résultats sont exprimés en nombre de germe par << ml >> ou << g >> de produit.

### III.4.5.4.Recherche des salmonelles

Leur recherche et leur identification permettant de savoir si le produit est dangereux à consommer ou non. Les salmonelles attaquent spécifiquement la cavité gastro-intestinale qui va provoquer une diarrhée avec douleurs abdominales. Les bactéries du genre *salmonella* appartiennent à la famille des Entérobacteriaceae. (Entérobactérie pathogène) ce sont des bacilles Gram<sup>-</sup>, lactose<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>S<sup>+</sup> (**Millemann, 1998**).

#### ➤ Principe

La présence du sucre, extraits de levure et de peptone constituent la gélose Hecktoen qui favorise l'isolement des bactéries du genre *salmonelles* qui sont enfaite des Entérobactéries pathogènes, ce milieu est rendu sélectif par la présence des sels biliaires qui inhibent le développement du *Proteus*. Avant de procéder à l'isolement, il faut réaliser un prés-enrichissement dans une eau péptonée tamponnée puis un enrichissement sur le bouillon au sélénite acide du sodium et cystéine (SFB) (**Larsson et al., 2009**).

#### ➤ Mode opératoire

La recherche des salmonelles se fait en trois étapes :

##### ▪ **La première étape : Pré-Enrichissement**

Introduit 25 g de l'échantillon à analyser dans 225 ml de milieu Eau péptonée tamponnée (**Annexe N°02**). Qui va être incubé à 37°C pendant 24 heures.

#### ▪ La deuxième étape : Enrichissement

Prélever 1 ml de milieu de pré-enrichissement et ensemercer le dans 10 ml de milieu SFB (Annexe N°02).

Incuber à 37 °C pendant 24 heures.

#### ▪ La troisième étape : Isolement

A partir du milieu SFB positif, ensemercer par stries une boîte de pétris contenant la gélose Hecktoen. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

##### ➤ **Lecture**

Les salmonelles se présentent sous forme de colonies de 2 à 4 mm de diamètre et de couleur bleu verdâtre avec ou sans centre noire. les résultats sont exprimés par la **présence** ou **l'absence** de germe.

### III.4.6. Analyses sensorielles

Cette partie a été réalisée au niveau de notre faculté et au niveau de laboratoire du contrôle qualité de l'unité LFB. Elle comporte des dégustateurs accompagnés d'un questionnaire comportant des informations sur le dégustateur et l'échelle de notation utilisée (Stone et Sidel, 2004).

L'analyse sensorielle constitue une approche indispensable à l'évaluation de la qualité organoleptique d'un produit alimentaire. Etroitement associée à la caractérisation des propriétés physico-chimiques, elle peut être un outil d'aide à la maîtrise de la qualité et la formulation des produits transformés.

Le panel est constitué de 50 sujets de sexes homme et femme ; experts en analyse de la flaveur des produits alimentaires de l'unité **LFB**, enseignants et étudiants de notre faculté de science de la nature et de la vie à Bouira.

Elle a porté essentiellement sur le test hédonique qui permet d'évaluer d'une façon générale le degré d'appréciation des échantillons de yaourt. 10 échantillons de yaourt codés comme suit :

- ✚ Yaourt 1 : C'est un témoin (yaourt brassé sans addition de poudre de l'échantillon).
- ✚ Yaourt 2 : yaourt brassé incorporé avec 2g de poudre de Le chêne vert.
- ✚ Yaourt 3 : yaourt brassé incorporé avec 0.5g de poudre de Pin d'Alep.
- ✚ Yaourt 4 : yaourt brassé incorporé avec 2g de poudre de Pin pignon.
- ✚ Yaourt 5 : yaourt brassé incorporé avec 0.2g de poudre de Les feuilles de chêne vert.
- ✚ Yaourt 6 : yaourt brassé incorporé avec 0.2g de poudre de Les feuilles de Pin d'Alep.
- ✚ Yaourt 7 : yaourt brassé incorporé avec 0.2g de poudre de Les feuilles de Pin pignon.
- ✚ Yaourt 8 : yaourt brassé incorporé avec 0.2g de poudre de Le tégument de chêne vert.

- ✚ Yaourt 9 : yaourt brassé incorporé avec 0.2g de poudre de Le mélange 1 de ( 3 les glande )
- ✚ Yaourt 10 : yaourt brassé incorporé avec 0.3g de poudre de Le mélange 2 de (3 feuilles + tégument).

Les dix échantillons ont été présentés pour chacun afin de donner une appréciation sur une échelle de cotation de 1 à 9 points.

Pour neutraliser les impressions gustatives, il est nécessaire de se rincer la bouche avec de l'eau à chaque dégustation. Les personne qui va déguster doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ils ne doivent surtout pas avoir faim, ni soif, ni être malade, ni consommer des aliments à parfum fort (café). Respectivement ont été présentés pour chaque dégustateur.

Il est demandé aux dégustateurs de remplir un questionnaire (**Annexe N°05**) en se basant sur l'analyse de la couleur, de l'odeur, de goût, de la texture, et de l'arrière-goût des 10 yaourts.

# *Chapitre IV*

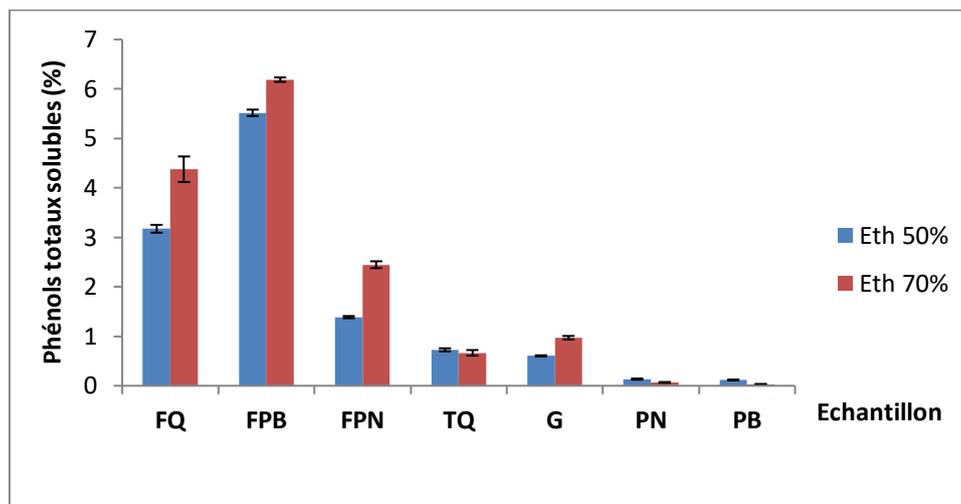
## IV. Résultats et discussions

### IV.1 Analyses phytochimiques des extraits

#### IV.1.1. Teneurs en phénols totaux solubles

Les teneurs de nos extraits en phénols totaux solubles sont représentés dans la **Figure N°23**.

La teneur en phénols totaux solubles dans les différents extraits de plantes varie d'une partie de plante à une autre et d'un solvant à un autre. Elle s'étale de 0.031 jusqu'à 6.19 %.



**Figure N°23** : Teneur en Phénols totaux solubles des différents extraits.

On remarque d'après nos résultats (**Figure N°23**) que la teneur en composés phénoliques totaux selon le facteur solvant est en faveur de l'éthanol 70% et celui du partie de la plante, en faveur de feuilles de pin pignon (**FPB**) dont le classement des différentes parties s'établit comme suit:  $FPB > FQ > FPN > G > Tq > PN > PB$ . Effectivement, la teneur la plus élevée en ces composés a été détectée dans l'extrait éthanolique (70%) de feuilles du Pin pignon (6.19%).

Cependant, les extraits éthanoliques (70%) de fruits de pin d'Alep et pin pignon (0.031 et 0.068 %, respectivement) en contiennent la teneur la plus faible. D'autre part, le tégument extrait par sonication (50 ou 70%) et son fruit (G 50%) renferment des teneurs comparables en phénols totaux (0,73, 0.67 et 0.61%, respectivement).

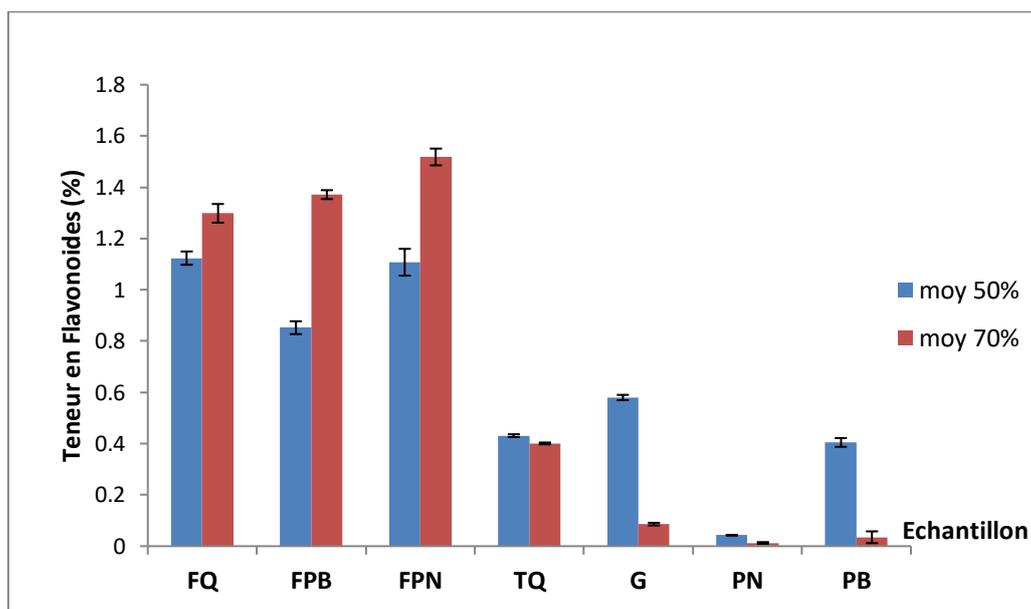
**Boubaker et al., (2004)** indiquent que les teneurs en polyphénols totaux solubles d'extrait de feuilles de *Quercus coccifera* (15,64%) et *Quercus suber* (12,31%) présentent des teneurs supérieures à celles de nos données analytiques sur les feuilles de *Quercus ilex*.

Selon **Levizou et al., (2004)**, les teneurs en phénols totaux dans les extraits de feuilles varient en fonction du solvant et du substrat végétal auquel il est appliqué.

Nos données analytiques montrent que la teneur en phénol totaux varie de 0,031 à 6,19%. Une comparaison de nos résultats avec ceux de la littérature est difficile en raison de l'influence de divers facteurs propres à la plante (les facteurs génétiques liés au cultivar, le degré de maturation et l'âge des feuilles), la méthode d'extraction et de dosage (type de solvant et sa concentration, méthode et température d'extraction...) des composés phénoliques (Makkar, 2003 ; Nazck et Shahidi, 2004).

#### IV.1.2. Teneurs en flavonoïdes

Les résultats de dosage des flavonoïdes sont illustrés par la **Figure N°24**.



**Figure N°24** : Teneur en flavonoïdes des différents extraits.

Une variabilité des teneurs en flavonoïdes est observée dans les différentes parties des trois plantes étudiées. Le solvant éthanol 70% permet d'extraire plus de flavonoïdes que l'éthanol 50% pour les feuilles et un phénomène inverse est observé dans le cas de fruit des trois plantes.

Quelque soit le solvant d'extraction, les extraits de feuilles des trois plantes (FQ, FPB et FPN) sont les plus riches en flavonoïdes (**Figure N°24**) avec des teneurs allant de 0.85 à 1.52%. L'extraction par sonication affiche une plus grande efficacité pour les feuilles des trois plantes.

Concernant le fruit, ce sont les téguments (les deux solvants), le gland (50%) de *Quercus ilex* et le fruit (50%) de pin d'Alep qui affichent les plus fortes teneurs en flavonoïdes. Pour un même solvant (70%), les teneurs du fruit des deux espèces de pin sont comparables.

Le fruit de *Q.ilex* s'avère moins riches en flavonoïdes (1 à 10.4 mg eq RU/gMS) mais fortement supérieurs comparativement aux données de Rakic et al., (2007) sur *Q. robur* et *Q. cerris* (0.23 et 0.51 mg eq hyperoside /g MS). Les feuilles (*Q.ilex*) aussi, sont plus faible (11 à 12 mg eq RU/g MS), cette faiblesse est confirmée par Karioti et al., (2009, 2010) qui montre une richesse des feuilles en ces composés.

#### IV.1.3. Teneur en glucides

Les résultats illustrés par la figure N°25 montrent une variabilité des teneurs en sucres totaux des différents substrats utilisés.

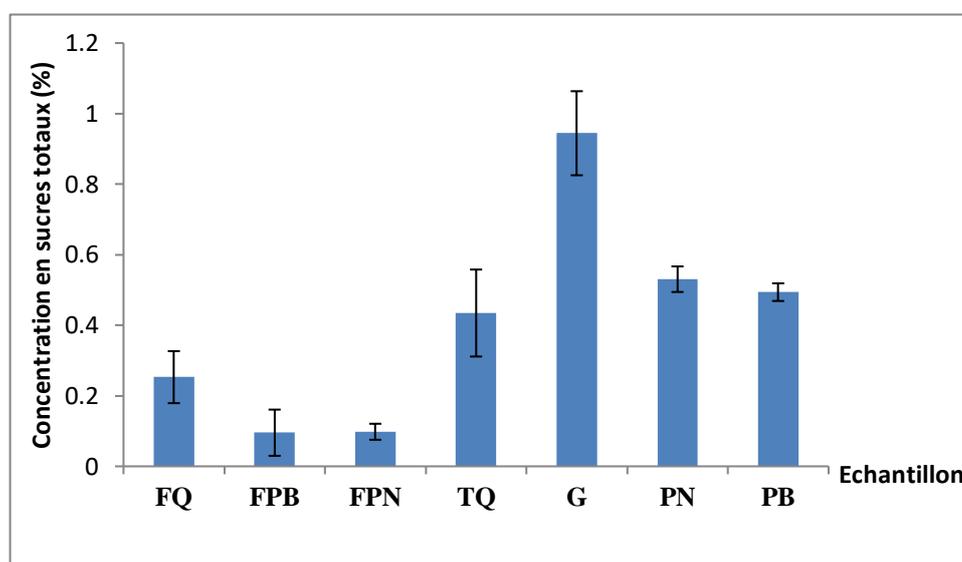


Figure N°25 : Teneur en sucre totaux des extraits.

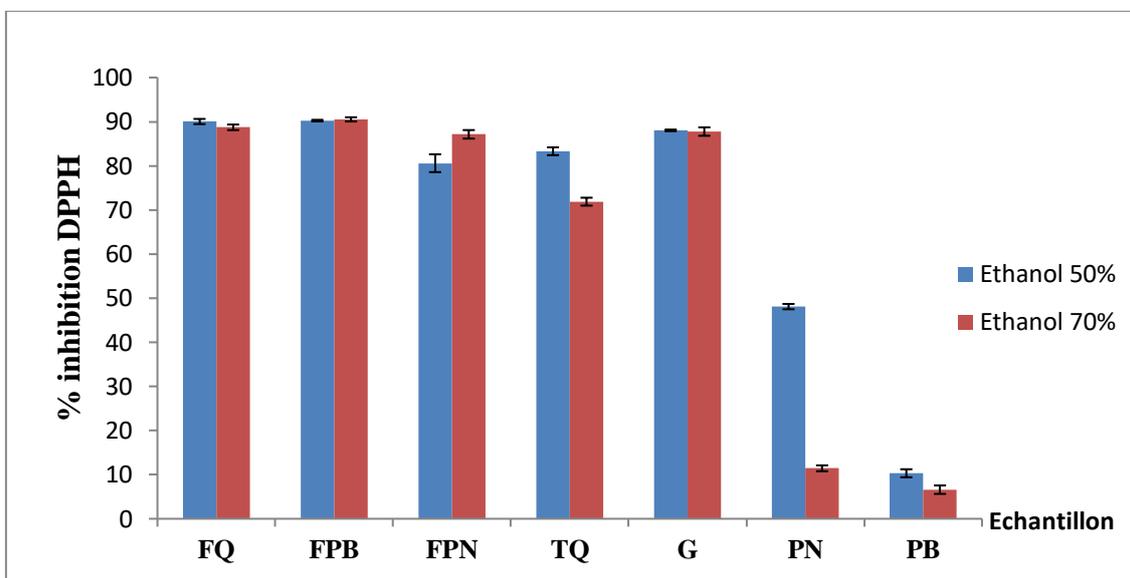
Le fruit cotylédon de *Quercus* se caractérise par une grande richesse que les autres organes en sucres totaux (0,94%) suivi de fruit de *pinus halpenes* et *pinéa* (0,94 et 0,53%, respectivement) et tégument (0,43%). Tandis que les feuilles représentent la plus faible valeur en sucre totaux (0,09 à 0,25%).

Nous ne disposons pas de résultats dans la littérature concernant la composition chimique des téguments ainsi que la teneur en glucides des différentes parties de la plante pour comparer nos résultats.

#### IV.1.4. Evaluation de l'activité antioxydante

##### IV.1.4.1. Activité antioxydante du radical DPPH

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH de nos extraits est représenté dans la **Figure N°26**.



**Figure N°26** : Activité scavenging du radical DPPH des extraits bruts des plantes.

Les résultats illustrés montrent une variabilité de réduction du radical libre DPPH.

Les pourcentages de piégeage du radical libre par les extraits de feuilles des trois plantes (80.58 à 90.03%), téguments et fruit de *Quercus* (71.87 à 88.02%) sont supérieurs à ceux des extraits de fruit du pin (6.60 à 48.08%). L'extrait à éthanol 70% de *pin d'Alep* (PB) présente le plus faible pourcentage d'inhibition du DPPH (6.60%).

Les résultats montrent que les différents extraits exercent une activité scavenger considérable sur le radical DPPH. Cependant, les extraits de *Q. ilex* plus puissant que l'extrait de *P. halepensis* pour les feuilles et nettement puissant que les extraits de fruits des deux espèces de *pinus*.

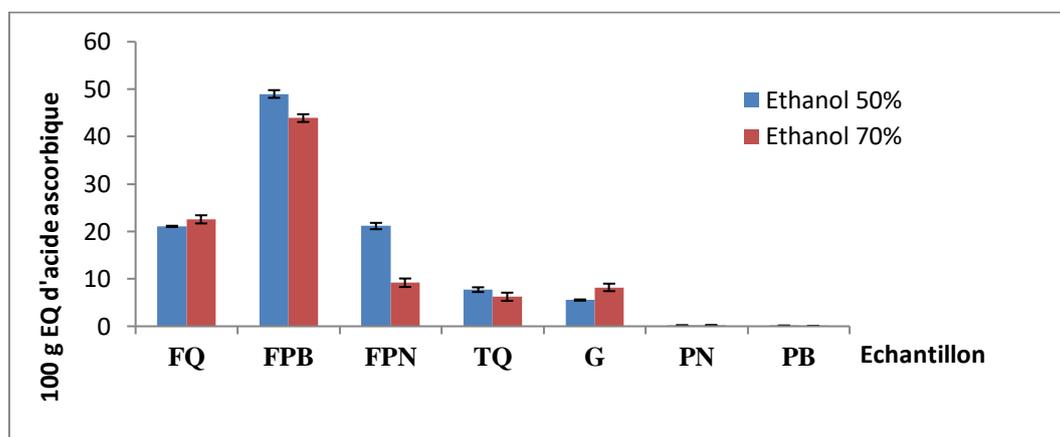
Les résultats obtenus sont alignés avec des données publiées précédemment qui ont rapporté une activité scavenger élevée du radical DPPH pour les espèces de *Quercus* (Vinha et al., 2016; Amessis-Ouchemoukh, 2017).

L'activité de balayage des radicaux par les extraits de *Q. ilex* et de *P. halepensis* et *P. pinea* pourrait être attribuée aux composés phénoliques présents. En effet, les composés phénoliques sont reconnus comme des substances potentiellement antioxydantes, capables de piéger les

espèces de radicaux libres et les formes réactives de l'oxygène (Aboul-Enein *et al.*, 2007; Villano *et al.*, 2007).

#### IV1.4.2. Pouvoir réducteur

Les résultats de mesure de l'activité antioxydante par le pouvoir réducteur différentes espèces étudiées sont représentés dans la **Figure N°27**.



**Figure 27:** Pouvoir réducteur du fer par les extraits.

Nos données analytiques montrent que tous les extraits testés manifestent un pouvoir réducteur ferrique à l'exception des fruits des deux espèces de pin; la réduction du fer dépend de l'extrait utilisé.

Quelque soit le solvant utilisé, les extraits de feuilles de *pin d'Alep* (FPB) manifestent un pouvoir réducteur 1.94 à 4.78 fois supérieur à celui des autres feuilles.

Les extraits à éthanol 50 et 70% de fruits de pin des deux espèces (0.08 à 0.19%) se caractérisent par la plus faible activité réductrice du fer.

Les extraits de *Q. ilex* montrent une capacité de réduction du fer nettement plus élevée que celle des extraits de *Pinus halepensis*. Cet effet va dans le même sens que celui observé avec les tests de DPPH. Ces résultats sont en concordance avec ceux rapportés par [Belkacem et ses collaborateurs \(2014\)](#) et par [Parikh et Patel \(2016\)](#) qui ont trouvé une relation étroite entre les contenus phénoliques et l'activité antioxydante évaluée par les tests DPPH, ABTS et FRAP.

## IV.2. Elaboration et analyses d'un yaourt à base de plantes médicinales

### IV.2.1. Choix des doses d'incorporation

À la base des essais préliminaires sur les analyses sensorielles de yaourts élaborés des plantes médicinales à des concentrations différentes. Nous avons choisi des doses différentes

selon le goût (bon, arrière gout...) et le degré de l'arôme (fort, moyen...) obtenu après l'ajout des différents échantillons, et qui ont été confirmées par les experts en analyse de la saveur des produits alimentaires de la laiterie LFB comme suit :

Les fruits de châtaigne verte et pin pignon étaient 2 g (dose idéale pour un bon goût), les fruits de pin d'Alep, une dose inférieure à la précédente (0,75g) à cause d'un arrière-goût, les feuilles et les téguments, des petites doses (0,2g) vu un goût et un arôme fort.

#### IV.2.2. Analyses physicochimiques

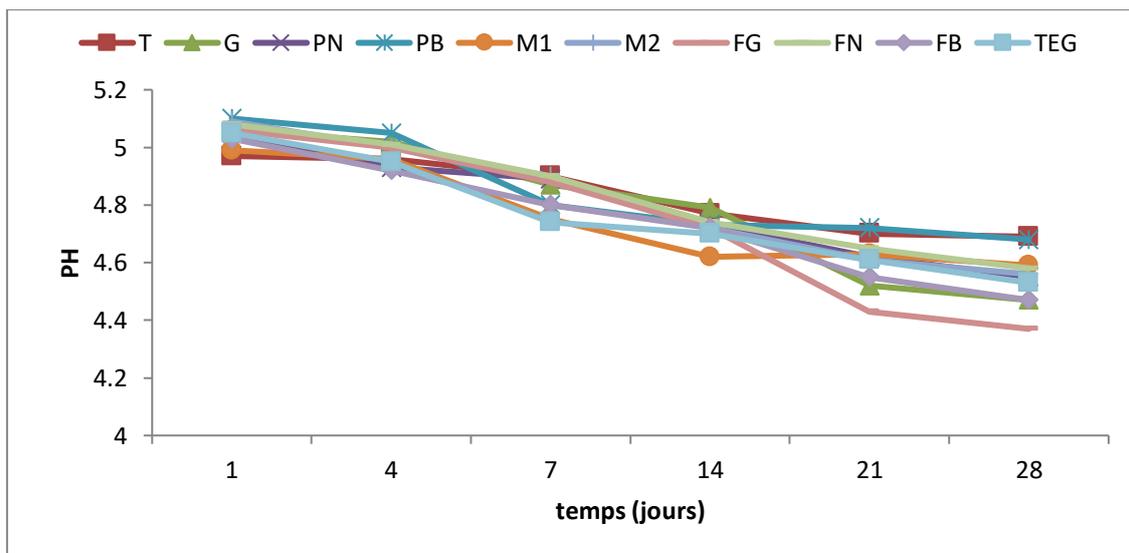
Certaines conditions doivent être appliquées et respectées par l'entreprise dans la fabrication du yaourt (tableau 13).

**Tableau 13:** Les normes suivies par l'entreprise LFB.

Paramètre	Lait	Yaourt
PH	6.75	4.3 - 5.10
AD D °	15	75 - 90
MG%	<15	12 - 15
EST%	103	21 - 23

##### IV.2.2.1. Suivi du pH

Le pH est un paramètre important pour le contrôle de la qualité des produits laitiers, c'est un critère de classification et a un rôle limitant dans la conservation pendant le temps de stockage du 1<sup>er</sup> jour jusqu'au 28 jours. Le pH du yaourt élaboré a été mesuré et les résultats obtenus sont représentés dans la **figure N°28**.

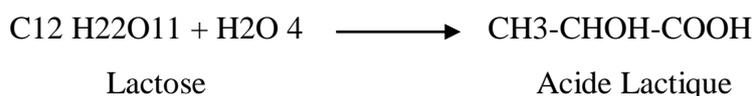


**Figure N°28 :** Evolution du pH en fonction de temps pour les yaourts élaborés.

A partir de la courbe, nous remarquons que le pH des dix types de yaourt diminue progressivement au cours des 28 jours de stockage. Mais d'une manière plus importante dans le yaourt enrichie de nos plantes.

D'après **Akin (2008)** et **Messaid (2008)**, les différences notées dans les valeurs de pH sont tributaires d'un grand nombre de facteurs parmi lesquels: la région, les conditions climatiques et l'état de maturation du fruit.

Cette différence est due certainement, aux composés actifs du *chêne vert*, *pin d'Alep* et *pin pignon* et leur effet sur le yaourt élaboré. Cette diminution est due à la dégradation du lactose en acide lactique sous l'action des micro-organismes spécifiques appelés bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*), qui représente la cause principale d'acidification de yaourt (**Hassan et Amjad, 2010**). Elle s'accompagne de modifications biochimiques, physico-chimiques et d'un abaissement du pH final de yaourt à des valeurs proches de 4,5 (**Beal et Sodini, 2003**).



Les deux espèces microbiennes sont micro-aérophiles, elles vivent en symbiose dans le yaourt où elles produisent d'avantage d'acide lactique, à partir du lactose. Ce dernier sera tout d'abord hydrolysé en galactose et glucose, avant être converti en acide lactique (**Beal et Sodini, 2003**).

Une différence de l'évolution du pH du yaourt témoin et du yaourt enrichi de fruits et feuilles de chêne vert, pin d'Alep et pin pignon à différentes doses a été observée. Les yaourts à base de plantes enregistrent des valeurs de PH plus élevées (5.06, 5.05, 5.1, 4.99, 5.09, 5.06, 5.08, 5.03, 5.05 pour G, PN, PB, , M1, ,M2, FG, FN, FB et teg, respectivement) que celle du yaourt témoin (4.97) durant le 1<sup>er</sup> jour. Cette différence s'explique probablement par l'incorporation des plantes.

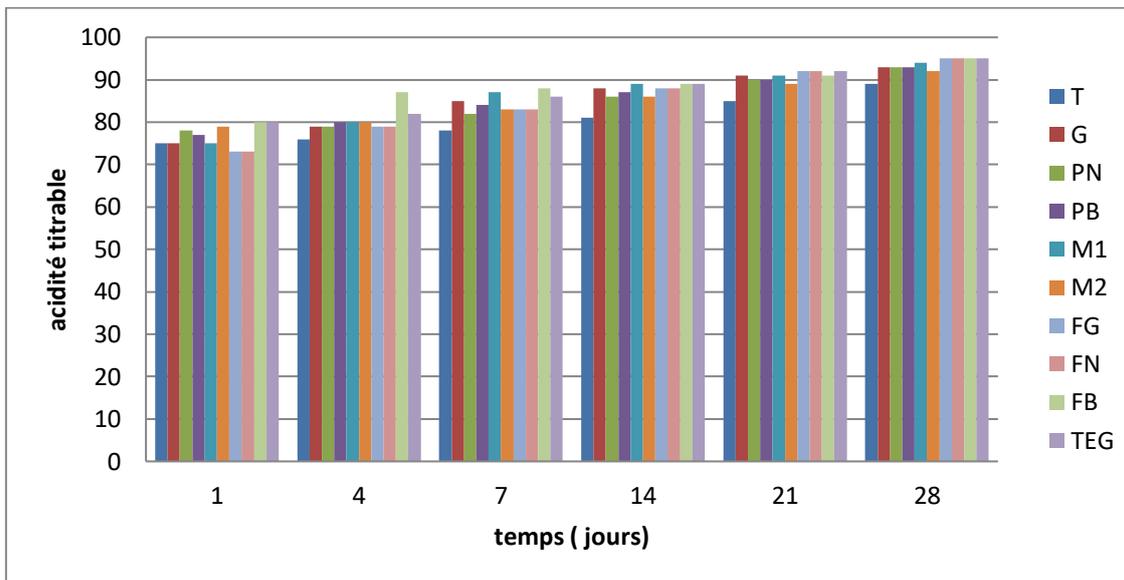
Ces valeurs expérimentales commencent à se diminuer graduellement au bout de 4<sup>ème</sup> jour jusqu'au 21 jours, surtout le deux échantillon M1 et TEG (ils sont passés de 4.75 et 4.74 au bout de 7<sup>ème</sup> jour jusqu'à 4.62 et 4.70 le 14 jour de conservation).

En outre, le 28 jour, nous remarquons que le pH du yaourt à base de chêne vert (G) et feuille de chêne vert (FG) est inférieur à celui du yaourt témoin et autres échantillons (4.69 (T), 4.47 (G) et 4.37 pour FG). Ceci est dû certainement au fruit et la quantité ajouté. Cette différence est due probablement à l'enrichissement du yaourt par la poudre de fruit et feuille de *chêne vert* (*Quercus ilex*) qui contient une gamme importante d'acides organiques comme l'acide oxalique et les acides phénoliques (**Bruneton, 1999**).

Ces résultats témoignent donc, du respect des étapes de fabrication : temps d'incubation et taux de ferments lactiques suffisants pour atteindre le pH convenable. Cela signifie aussi que le yaourt est de bonne qualité microbiologique. Le pH joue un rôle non négligeable dans la qualité organoleptique du yaourt (Doukani et Tabac, 2014).

#### IV.2.2.2. Suivi de l'acidité titrable

L'acidité nous renseigne sur la teneur en acide organique dominant (acide lactique), les résultats de l'acidité titrable de différentes formules de yaourt élaborées, analysées sont représentées dans **Figure N°29**.



**Figure N°29** : Evolution de l'acidité titrable en fonction du temps pour les yaourts élaborés.

Nous remarquons une évolution progressive de l'acidité des dix types de yaourt, au cours de 28 jours de stockage (figure N°29). La valeur de l'acidité titrable obtenue pour le yaourt témoin(T) et le yaourt à base de G, M1 est 75 °D au 1er jour, cela signifie que ces poudres n'ont aucune influence sur l'acidité de yaourt. En outre, nous remarquons bien que l'acidité de yaourt à base de PN, PB, FG, FB et TEG, est plus évoluée pour atteindre une valeur de 78 °D, 77 °D, 94 °D, 80 °D et 80 °D, Cette différence dans l'acidité titrable est probablement due à l'ajout de cette poudre et à l'activité des bactéries lactiques qui sont présentes dans le yaourt. Toutefois, ces résultats sont conformes à la norme fixée par le journal officiel Algérien qui est de 75-100°D.

Par ailleurs, nous avons enregistré une augmentation rapide et graduelle de l'acidité des échantillons durant le 4<sup>ème</sup> jour jusqu'au 28<sup>ème</sup> jour de conservation, surtout le FG, FPN, FPB, TEG pour atteindre une valeur de 95 °D dans le 28<sup>ème</sup> jour. Cela démontre que la

poudre de feuille, le tégument de *chêne vert* et les feuilles de *pin d'Alep* et *pin pignon* sont très acides que les poudres de fruits. C'est ce qui a été confirmé dans notre étude pour analyses phytochimiques qui contient une bonne quantité de composés phénoliques comme les acides phénoliques.

Nous constatons que la quantité de l'acide lactique produit par les bactéries lactiques change selon le stade de vie de la bactérie et que la durée de conservation influence sur l'acidité du yaourt.

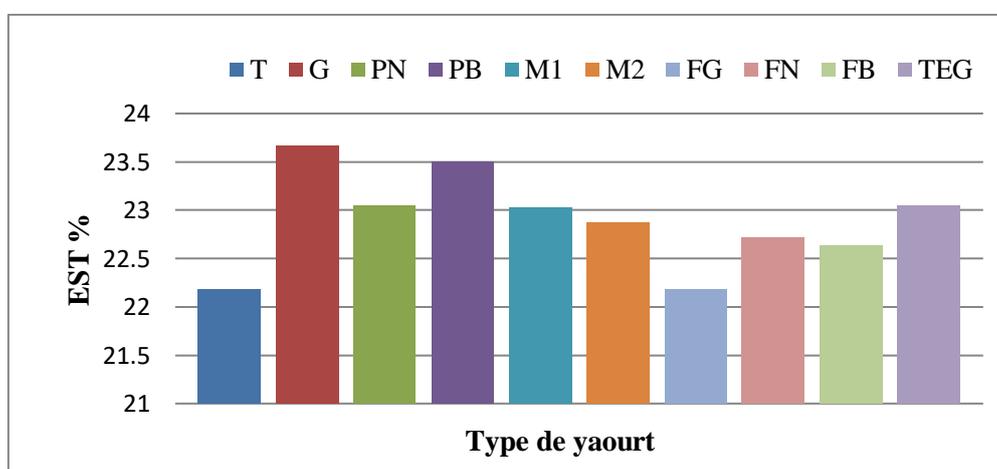
Selon [Mahaut et al., \(2000\)](#), l'acidité peut être influencée par plusieurs facteurs comme la charge microbienne initiale du lait et les conditions d'hygiène de manipulation.

#### IV.2.2.3. Détermination de l'extrait sec total par dessiccateur Infra-Rouge

L'extrait sec représente la fraction des solides contenant les différents éléments responsables à la fois des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des produits enrichis.

L'évolution du taux d'extrait sec total des échantillons étudiés de yaourt brassé sont illustrés dans la **Figure N°30**.

La teneur en EST a une très grande influence sur la qualité des produits finis ([Alais, 1984](#)). En effet, [Mahieu \(1994\)](#) a montré que plus la valeur de l'extrait sec est élevée plus le rendement de transformation technologique est élevé.



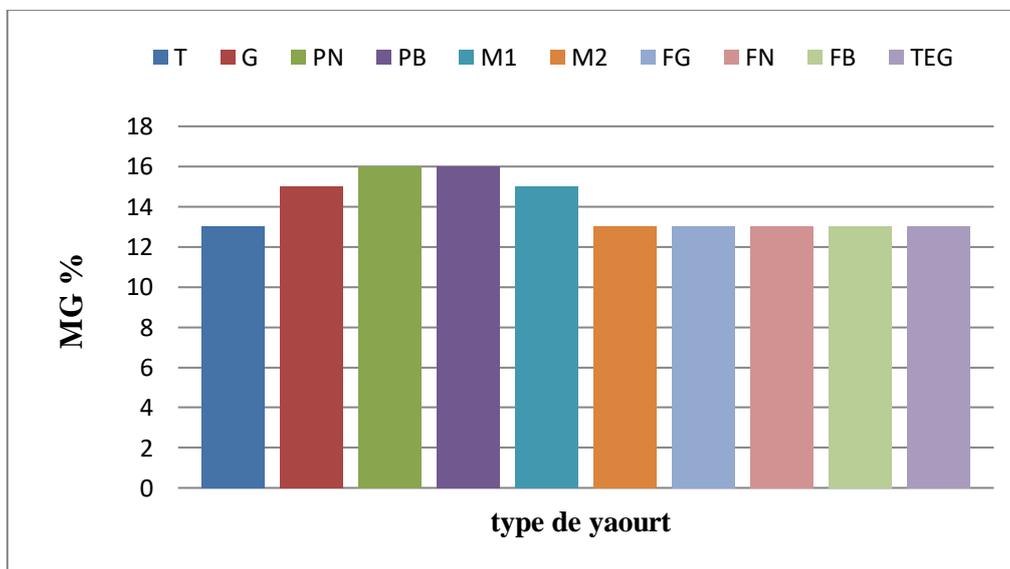
**Figure N°30** : Variation de l'EST.

D'après l'histogramme, on note que les « EST » augmentent graduellement et l'EST de yaourt témoin diffère du yaourt enrichi de fruits et feuilles des trois plantes. L'extrait sec total est de l'ordre de 22.18 % pour le yaourt témoin ; de 23.67 % pour le yaourt à 2g de *chêne vert* ; de 23.05 pour le yaourt à 0.5g de *pin d'Alep* ; de 23.50 % pour le yaourt à 2g de *pin*

pignon ; de 23.03 % pour le yaourt à 0.5g de mélange 1 ; de 22.87 % pour le yaourt à 0.3g de mélange 2 ; de 22.18 % pour le yaourt à 0.2g de feuille de chêne vert ; de 22.72 % pour le yaourt à 0.2g de feuille de pin d'Alep ; de 22.64% pour le yaourt à 0.2g de tégument . Il est clair que cette hausse dépend de la qualité de la poudre et de la quantité d'incorporation ajoutée. Ce qui explique probablement l'augmentation de leur teneur en matière sèche et aussi aux conditions d'incubation. Ces résultats révèlent que la valeur nutritive du yaourt enrichis en plante semble beaucoup plus riche en matières nutritives que le yaourt témoin. Nos résultats son comparable à ceux de [Kerri et Chibane \(2018\)](#) sur du yaourt enrichi en poudre de datte qui remarque l'augmentation du taux d'extrait sec total avec la concentration. Nos résultats obtenus pour l'extrait sec total sont conformes aux normes de l'entreprise ([LFB, 2022](#)) qui pourrait être dû à la bonne qualité de la matière première utilisée et le respect du processus de fabrication.

#### IV2.2.4. Détermination du rapport de la teneur en matière grasse

La **Figure N°31** ci-dessous présente les normes de matière grasse des yaourts élaborés. La figure montre une variabilité des teneurs en matières grasse dans le yaourt témoin et yaourts enrichis : le yaourt à base de M2, FG, FN, FB et TEG et yaourt témoin contiennent 13% de matière grasse contre 16% pour le yaourt à base de PB, PN et 15% pour celui avec G et M1.



**Figure N°31** : Variation de la teneur en matière grasse de yaourts élaborés.

Ces changements peuvent être expliqués par la quantité de matière grasse que contiennent ces fruits. c'est ce qui a été confirmé par [Cheikh-Rouhou et al., \(2006\)](#) et [Couplan \(1998\)](#),

sur des graines de *P. halepensis* avec une teneur de 43.3% de lipide et de 48% pour *Pinus pinea*.

Les résultats obtenus par **Foudhil (1990)** et **Belarbi (1990)** affirment ces résultats par leurs travaux sur les glands de chêne vert qui sont plus riche en lipides (11%) et 7.5 % en matière grasse.

Les graines de pins sont des graines oléagineuses riches en huile, la teneur en huile varie de 31 à 68 % (**Tillman-Sutela et al., 1995 ; Wolff et Bayard, 1995**).

Toutefois, il faut signaler que ces valeurs sont conformes aux normes internes de l'unité de l'entreprise (**LFB, 2022**).

En conclusion, les résultats des analyses physico-chimiques des yaourts obtenus conformément aux normes, donc sont de bon qualité physico-chimique.

#### IV-2-3-Analyses microbiologiques

L'objectif des analyses microbiologiques effectuées est de rechercher ou de quantifier un certain nombre de micro-organismes dans le but de vérifier la qualité du yaourt correspond aux objectifs fixés.

Les résultats obtenus pour les analyses microbiologiques des différents échantillons sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

L'analyse microbiologique du produit fini (tableau 14) doit être considérée comme un test de vérification d'hygiène de fabrication. Il est essentiel de maîtriser les paramètres qui agissent sur la contamination du produit fini, qui peut être due d'une part à la qualité des matières premières et à la procédure de fabrication. Cette analyse a été réalisée pour assurer le bon déroulement de la dégustation des yaourts.

D'après ce tableau, l'analyse microbiologique du yaourt témoin et yaourt à base des plantes médicinales dévoile l'absence totale des germes recherchés comme *Entérobactéries*, *Staphylococcus aureus* ainsi que les *salmonelles* qui sont des germes de contamination et pathogènes. Ainsi, cet échantillon de yaourt analysé est de qualité microbiologique satisfaisante si nous se référons aux critères microbiologiques. Nos résultats sont en conformité avec la norme de l'entreprise LFB (**LFB, 2022**).

Les *Staphylococcus aureus* et les *entérobactéries* sont inhibés aussi par un pH acide (**Guiraud, 2003**). Ils peuvent être éliminés lors de la fermentation.

Leur absence est notée pour l'ensemble des échantillons, ce qui confirme :

- ✓ L'efficacité du traitement thermique appliqué à ces matières premières (la pasteurisation et la stérilisation).
- ✓ Bonne pratique au cours de la fabrication et de la conservation.
- ✓ Le rôle fondamental des bactéries lactiques dans l'inhibition des flores non lactiques par leur produit métabolique à savoir l'acide lactique et l'acétaldéhyde (Loumani, 2011).
- ✓ L'efficacité du système d'hygiène et de nettoyage appliqué par l'unité NEP ;
- ✓ La qualité et la formation des emballages (sac en plastique) qui sont assurés par un système de thermoformage du plastique.
- ✓ La conditionneuse qui est muni d'un système de stérilisation à flux laminaire.

Le dénombrement de la flore indésirable permet d'apprécier la capacité de conservation des produits laitiers (Sodini et Beal, 2012).

En conclusion, La qualité microbiologique des yaourts est très satisfaisante. Ceci indique le respect des bonnes pratiques de fabrication surtout le traitement thermique.

**Tableau 14:** Résultats des analyses microbiologiques des yaourts élaborés.

Germes recherchés				
Echantillon	Normes <sup>1</sup> (UFC/ml)	<i>Entérobactéries</i>	<i>staphylocoques aureus</i>	<i>salmonelles</i>
		10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	Absence dans 25g
Yaourt témoin		-	-	-
Yaourt à base chêne vert		-	-	-
Yaourt à base Pin d'Alep		-	-	-
Yaourt à base Pin pignon		-	-	-
Yaourt à base de feuilles de Pin d'Alep		-	-	-
Yaourt à base de feuilles de Pin pignon		-	-	-
Yaourt à base de feuilles de chêne vert		-	-	-
Yaourt à base de tégument de chêne vert		-	-	-
Yaourt à base de mélange <sup>1</sup>		-	-	-
Yaourt à base de mélange <sup>2</sup>		-	-	-
<b>INTERPRETATIONS</b>	<b>Satisfaisante</b>			

<sup>1</sup> : Journal officiel Algérien(1998)

(-) : Signifie absence

### III.2.4. Les analyses sensorielles

#### III.2.4.1. Résultats des analyses de consommation

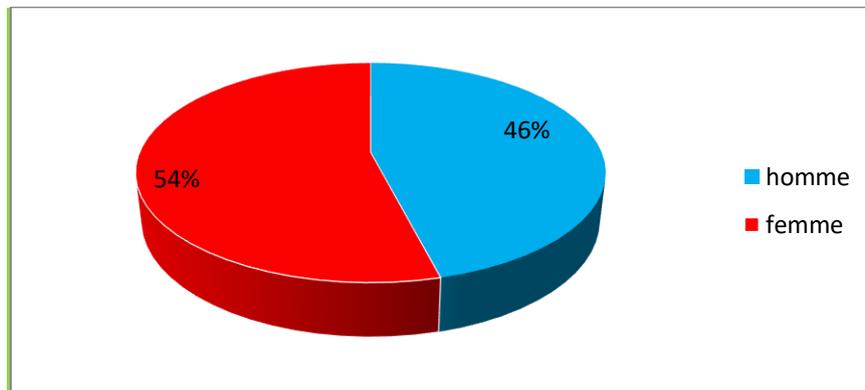
L'analyse sensorielle des échantillons de yaourt préparés à différentes poudres des plantes médicinales (figure N°31) a été réalisée sur une population de 50 testeurs (enseignants, étudiants et des experts en analyse de la saveur des produits alimentaires de la laiterie LFB Boudouaou).



**Figure N°32:** photographie illustrant la dégustation de yaourt préparés au niveau de notre faculté.

##### III.2.4.1.1. le sexe

Le genre des testeurs enregistrés dans cette étude est représenté par la figure ci-dessous :



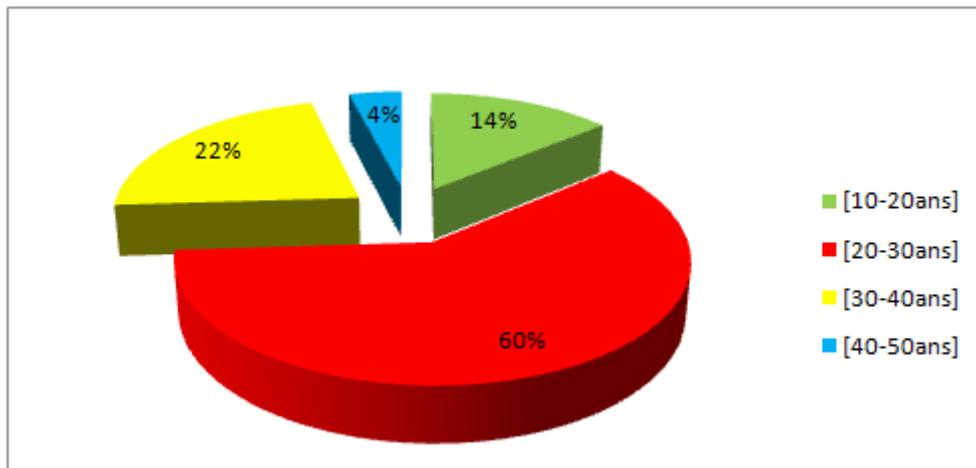
**Figure N°33:** Proportion relative des testeurs enregistrés selon le sexe.

D'après la figure, on constate que le groupe féminin présente le sexe le plus dominant des testeurs avec 54% contre 46% pour le sexe masculin.

### III.2.4.1.2. l'Age

La **Figure N°33** représente les tranches d'âges des dégustateurs enregistrés dans notre étude.

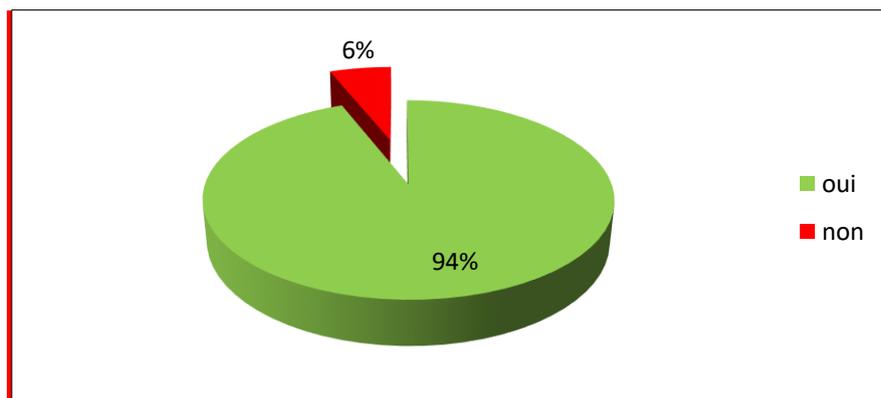
Cette analyse démontre que 60% des testeurs enregistrés (femmes et hommes) appartiennent à la tranche d'âge qui est comprise entre 20 à 30 ans contre 14% pour les personnes âgées (40 à 50ans).



**Figure N°34:** Proportion relatives à l'âge de personnes interrogées.

### III.2.4.1.3. Consommation de yaourt

La figure ci-dessous représente le pourcentage de consommation de yaourt par les dégustateurs de notre étude.



**Figure N°35:** Proportion des personnes consommez le yaourt.

Les résultats obtenus, montrent que 94% des personnes interrogées consomment habituellement du yaourt brassé en raison de ses effets bénéfiques sur la santé et son goût sucré.

Seulement 6% des personnes interrogées ne consomment pas ce genre de yaourt, à cause de leur répulsion des différents fruits ajoutés au yaourt ainsi que leur odeur désagréable.

#### III.2.4.1.4. Fréquence

La fréquence des dégustateurs consommant le yaourt est représenté par la figure N°35.

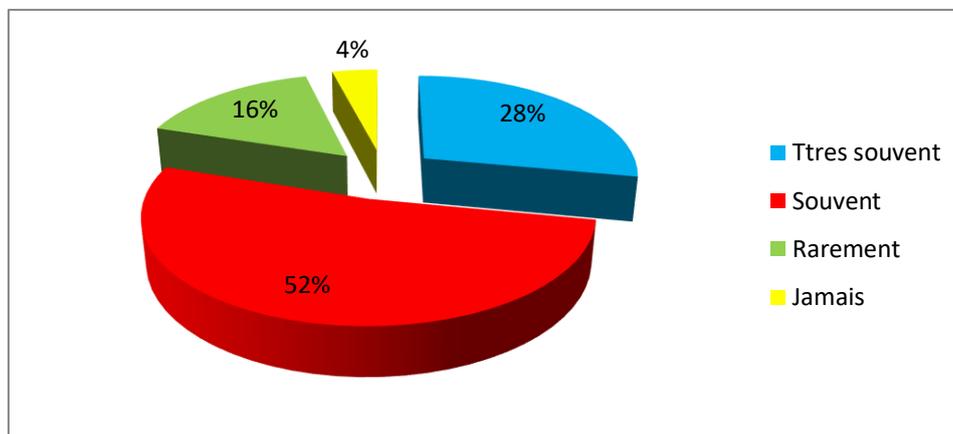


Figure N°36 : Fréquence des personnes consommant le yaourt.

La figure révèle que 28 % de la population testeurs consomment très souvent le yaourt contre 4% seulement qui ne le consomme pas.

#### III.2.4.2. Résultats d'analyses sensorielles

Les pourcentages d'appréciation divergente ont été obtenus pour les différents attributs sensoriels pour les dix types de yaourt testés.

Ces résultats sont présentés dans les figures et les tableaux ci-dessous qui rassemblent les profils sensoriels des dix échantillons de yaourt préparés à différentes poudres (T, G, PN, PB, FG, FN, FPB, TEG, M1, M2) avec différents attributs sensoriels qui sont :

- La couleur.
- L'odeur.
- Le goût.
- La texture.
- L'arrière-goût.
- Le choix préférentiel.

##### III.2.4.2.1. La couleur

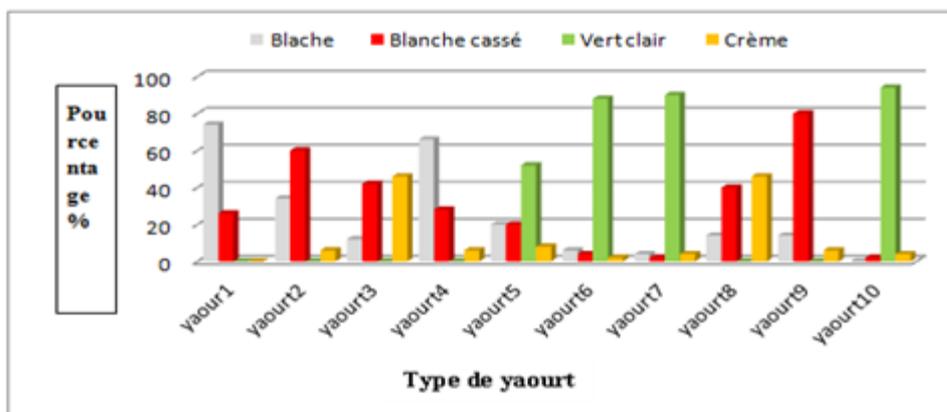
Les résultats d'appréciation de la couleur des dix échantillons de yaourt sont présentés sous formes de pourcentage dans le tableau 15 et illustrés par la figure N°36.

D'après la **Figure ci-dessus**, l'étude sensorielle a constaté la variabilité des valeurs de couleurs de nos échantillons. Le tableau et la figure montre que le yaourt 5, 6,7 et 10 présentent une couleur vert clair bien appréciée par le panel de dégustateurs avec des fréquences (52%, 88%, 90%,94%) respectivement. Ceci est dû à la chlorophylle existante dans les feuilles incorporées. On remarque aussi que les yaourts 2 et 9 ont été classés de couleur blanc cassé.

La prédominance de l'aspect blanc aussi constaté par les dégustateurs dans le yaourt 1 et 4.

**Tableau 15** : Résultats de l'appréciation des produits selon la couleur.

Couleurs	Blanche	Blanche cassé	Vert clair	Crème
yaour1	74%	26%	0%	0%
yaourt2	34%	60%	0%	6%
yaourt3	12%	42%	0%	46%
yaourt4	66%	28%	0%	6%
yaourt5	20%	20%	52%	8%
yaourt6	6%	4%	88%	2%
yaourt7	4%	2%	90%	4%
yaourt8	14%	40%	0%	46%
yaourt9	14%	80%	0%	6%
yaourt10	0%	2%	94%	4%



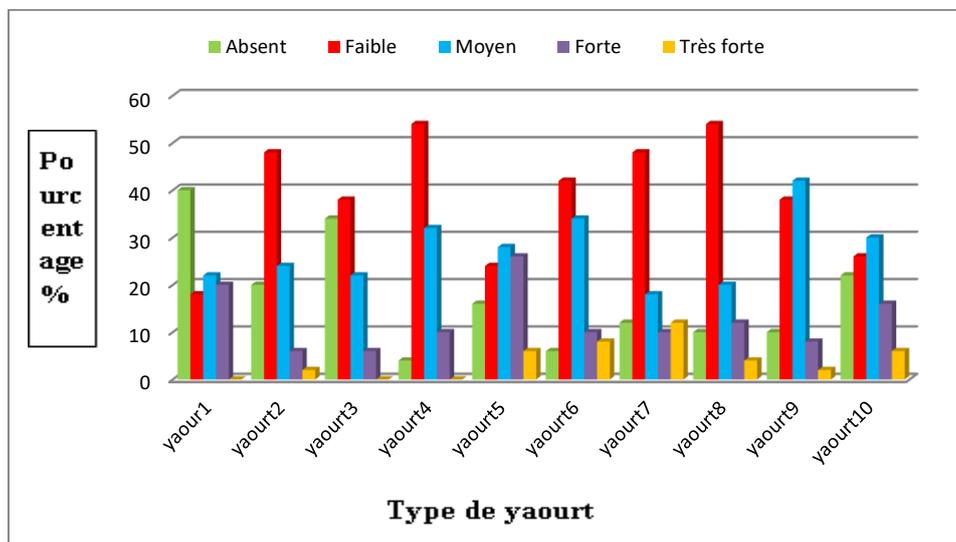
**Figure N°37** : Résultats de l'appréciation des produits selon la couleur .

### III.2.4.2.2. L'odeur

Les résultats d'appréciation de l'odeur des dix échantillons sont présentés sous formes de pourcentage dans le **Tableau 16** et illustrés dans la **Figure N°37**.

**Tableau 16:** Les résultats de l'appréciation de l'odeur de nos yaourts par les dégustateurs.

L'odeur	Absent	Faible	Moyen	Forte	Très forte
yaourt1	40%	18%	22%	20%	0%
yaourt2	20%	48%	24%	6%	2%
yaourt3	34%	38%	22%	6%	0%
yaourt4	4%	54%	32%	10%	0%
yaourt5	16%	24%	28%	26%	6%
yaourt6	6%	42%	34%	10%	8%
yaourt7	12%	48%	18%	10%	12%
yaourt8	10%	54%	20%	12%	4%
yaourt9	10%	38%	42%	8%	2%
yaourt10	22%	26%	30%	16%	6%



**Figure N°38 :** Résultats de l'odeur de nos échantillons.

Le tableau et la figure montre que l'attribut sensoriel (odeur) est très faible dans les échantillons du yaourt 2, 3, 4, 6, 7 et 8. Alors que l'attribut sensoriel odeur est jugé moyen avec un pourcentage d'appréciation le plus élevé (43%, 30%) par les dégustateurs dans les yaourts 9 et 10. Et l'absence de l'odeur pour les yaourts 1, 2, 3.

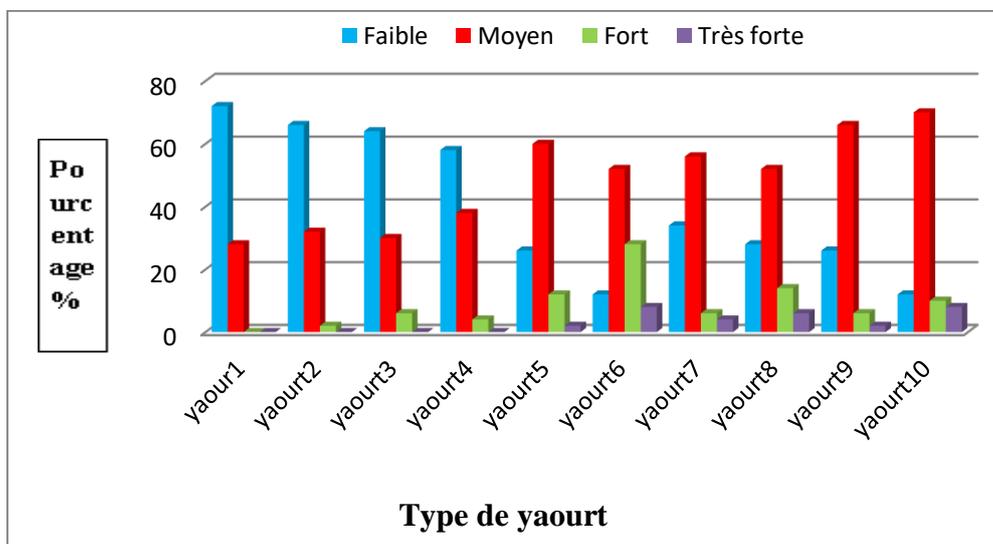
### III.2.4.2.3. Le goût

#### a- Le gout Acide

Les résultats d'appréciation de goût acide des dix échantillons sont présentés sous formes de pourcentage dans le **Tableau 17** et illustrés dans la **Figure N°38**.

**Tableau 17** : Les résultats de test hédonique de yaourt sur le goût Acide.

gout acide	Faible	Moyen	Fort	Très forte
yaour1	72%	28%	0%	0%
yaourt2	66%	32%	2%	0%
yaourt3	64%	30%	6%	0%
yaourt4	58%	38%	4%	0%
yaourt5	26%	60%	12%	2%
yaourt6	12%	52%	28%	8%
yaourt7	34%	56%	6%	4%
yaourt8	28%	52%	14%	6%
yaourt9	26%	66%	6%	2%
yaourt10	12%	70%	10%	8%



**Figure N°39** : Résultats de goût acide de notre échantillon.

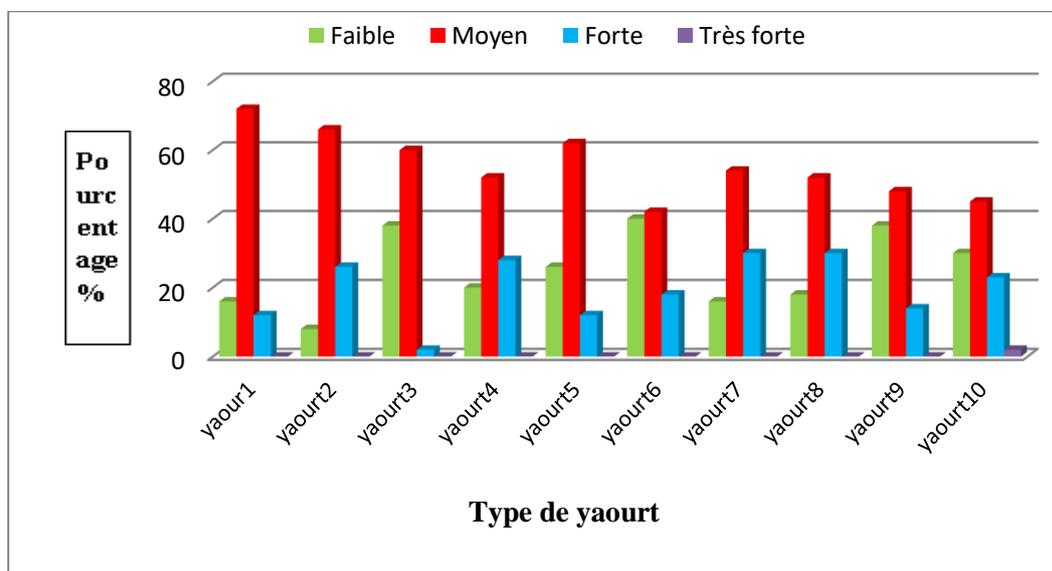
Entre 60% et 70% de dégustateurs ont montré que le yaourt 1, 2, 3 et 4 ont un gout faible en acidité peut être du aux faibles teneurs en acide, en comparaison avec les yaourt 5, 6, 7, 8, 9 et 10 ou 50% et 70% des dégustateurs jugent que l'attribut sensoriel acide est légèrement élevé. Ceci est dû a la composition chimique des différentes poudres incorporés.

### b- Le goût Sucré

Les résultats d'appréciation de goût sucré des dix échantillons sont présentés sous formes de pourcentage dans le **Tableau 18** et illustrés dans la **Figure N°40**.

**Tableau 18:** Les résultats de test hédonique de yaourt sur le goût sucré.

gout sucré	Faible	Moyen	Forte	Très forte
yaour1	16%	72%	12%	0%
yaourt2	8%	66%	26%	0%
yaourt3	38%	60%	2%	0%
yaourt4	20%	52%	28%	0%
yaourt5	26%	62%	12%	0%
yaourt6	40%	42%	18%	0%
yaourt7	16%	54%	30%	0%
yaourt8	18%	52%	30%	0%
yaourt9	38%	48%	14%	0%
yaourt10	30%	45%	23%	2%



**Figure N°40 :** Résultats de goût sucré de nos échantillons.

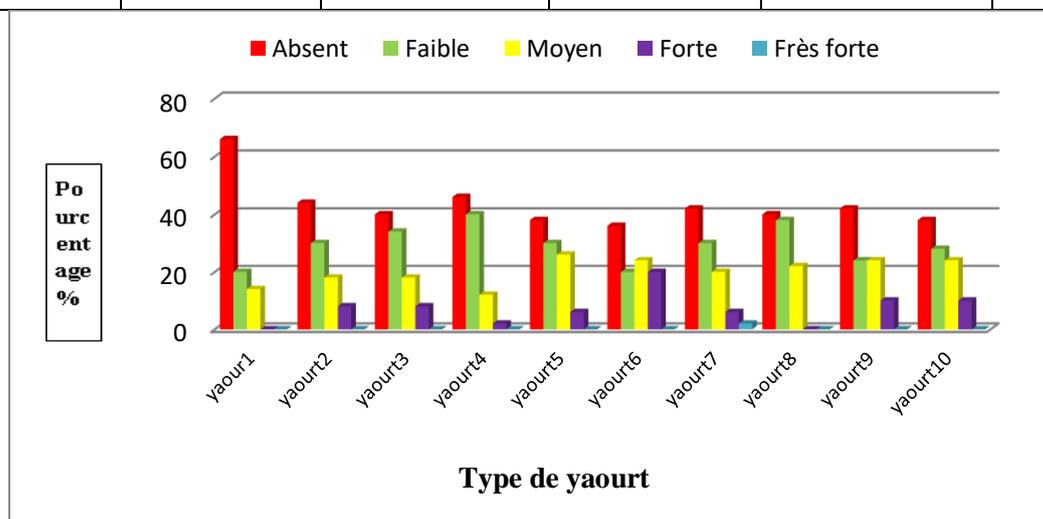
L'attribut sensoriel sucré (moyen) est classé par la plupart des dégustateurs pour les dix yaourts (1 jusqu'à 10) avec un pourcentage qui varie entre 55% et 72%. En outre, le classement qui vient après varie entre faible et forte. Le goût sucré revient à la quantité et à la composition chimique en sucre des poudres incorporées.

## c- Arrière-goût

Les résultats d'appréciation de l'arrière-goût des dix échantillons sont présentés sous formes de pourcentage dans le **Tableau 19** et illustrés dans la **Figure N°41**.

**Tableau 19:** Les résultats de test hédonique de yaourt sur l'arrière-goût.

Arrière-goût	Absent	Faible	Moyen	Forte	Très forte
yaour1	66%	20%	14%	0%	0%
yaourt2	44%	30%	18%	8%	0%
yaourt3	40%	34%	18%	8%	0%
yaourt4	46%	40%	12%	2%	0%
yaourt5	38%	30%	26%	6%	0%
yaourt6	36%	20%	24%	20%	0%
yaourt7	42%	30%	20%	6%	2%
yaourt8	40%	38%	22%	0%	0%
yaourt9	42%	24%	24%	10%	0%
yaourt10	38%	28%	24%	10%	0%



**Figure N°41:** Résultats de l'arrière-goût de nos échantillons

Selon la **Figure N°40** nos constatons qu'un grand pourcentage des dégustateurs ont jugé le yaourt 1(témoin) sans arrière-goût.

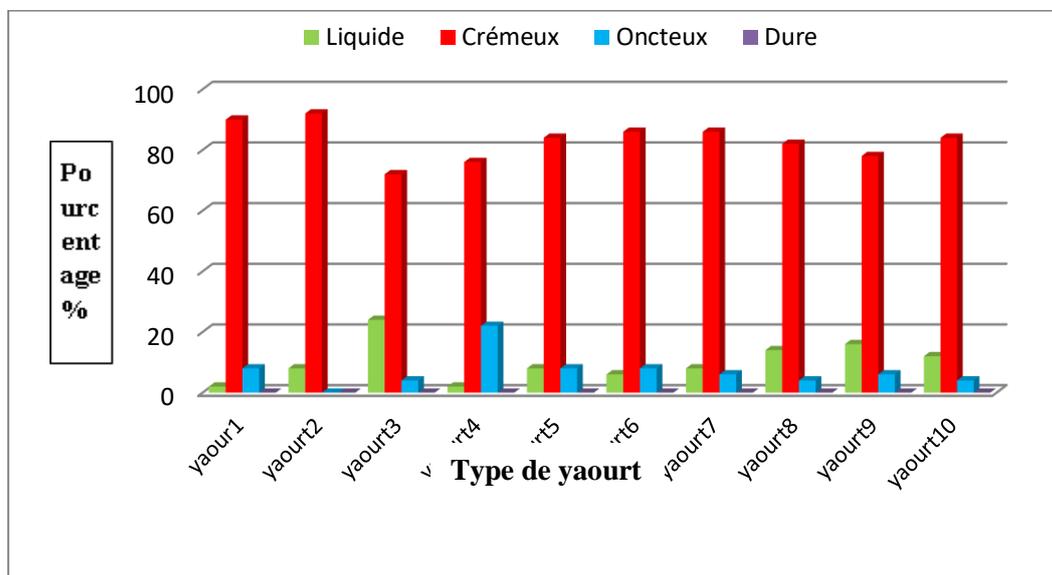
En outre le yaourt 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et 10 est dans des proportions différentes entre un arrière-goût absent, faible et moyen.

### III.2.4.2.4. Texture

Les résultats d'appréciation de la texture des dix échantillons se présentent sous formes de pourcentage dans le **Tableau 20** et illustrés dans la **Figure 42**.

**Tableau 20** : Les résultats de test hédonique de yaourt sur texture .

texture	Liquide	Crémeux	Onctueux	Dure
yaour1	2%	90%	8%	0%
yaourt2	8%	92%	0%	0%
yaourt3	24%	72%	4%	0%
yaourt4	2%	76%	22%	0%
yaourt5	8%	84%	8%	0%
yaourt6	6%	86%	8%	0%
yaourt7	8%	86%	6%	0%
yaourt8	14%	82%	4%	0%
yaourt9	16%	78%	6%	0%
yaourt10	12%	84%	4%	0%



**Figure N°42:** Résultats de la texture de nos échantillons.

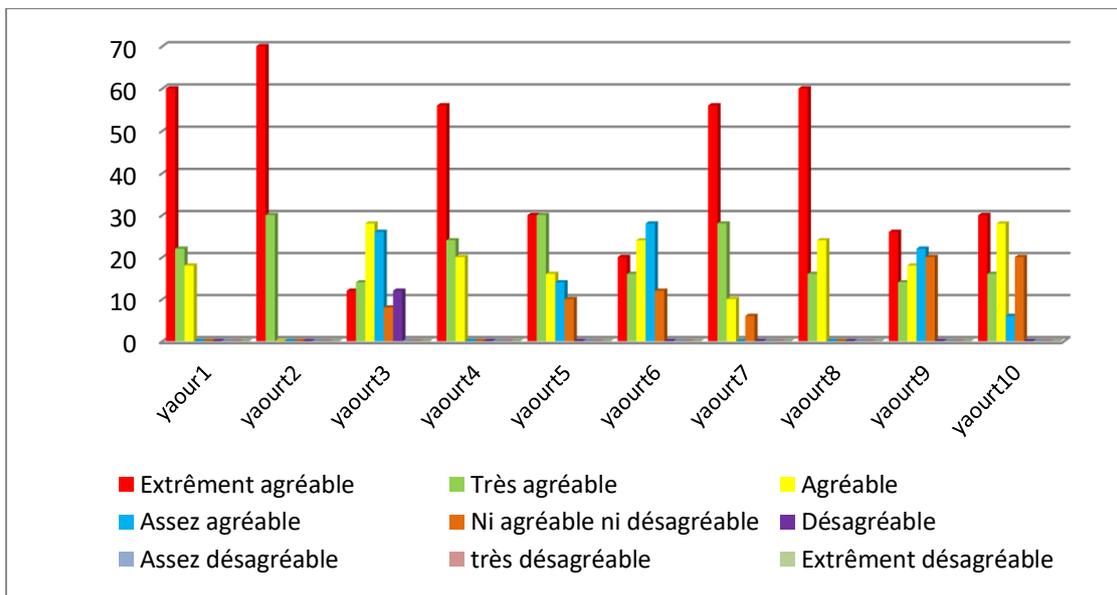
L'histogramme montre la variété de la texture de nos échantillons. On constate que l'aspect crémeux est dominant dans tous les échantillons et un très faible pourcentage pour l'aspect liquide et onctueux. On constate aussi l'absence de l'aspect dure dans tous les types de yaourts cela est dû au différent ingrédient incorporés lors des essais.

III.2.4.2.5. Les choix préférentiels des yaourts

Les résultats des choix d’appréciation de nos échantillons sont présentés dans le **Tableau 21** et illustrés dans la **Figure N°43**.

**Tableau 21** : Les résultats des choix d’appréciation de test hédonique des échantillons.

La préférence	yaour1	yaourt2	yaourt3	yaourt4	yaourt5	yaourt6	yaourt7	yaourt8	yaourt9	yaourt10
Extrêmement agréable	60%	70%	12%	56%	30%	20%	56%	60%	26%	30%
Très agréable	22%	30%	14%	24%	30%	16%	28%	16%	14%	16%
Agréable	18%	0%	28%	20%	16%	24%	10%	24%	18%	28%
Assez agréable	0%	0%	26%	0%	14%	28%	0%	0%	22%	6%
Ni agré ni désagréable	0%	0%	8%	0%	10%	12%	6%	0%	20%	20%
Désagréable	0%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Assez désagréable	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
très désagréable	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Extrêmement désagréable	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%



**Figure N°43** : Résultats des choix d’appréciation des dix échantillons.

Les résultats de tableau et de la figure indiquent que les dégustateurs ont notés les dix préparations de yaourt par ordre de préférence selon l’intensité du goût en attribuant le premier rang au yaourt 1,2,4,5 et 8 (Excrément agréable ) suivi par le yaourt 3,5,6,9,et 10 avec de pourcentage entre 15 et 30 pour la préférence agréable , et seulement 12% ont attribué le choix pas agréables pour le yaourt préparé à basse de pin pignons (PN) .

*Conclusion*

Les plantes médicinales sont riches en molécules bioactives à effets bénéfiques sur la santé humaine, on les appelle plantes médicinales Parmi ces plantes on trouve, Le Chêne vert, Le pin d'Alep, Pin pignon, ces plantes traditionnellement utilisées pour ses vertus thérapeutiques.

A cet effet, plusieurs analyses de propriétés ont été réalisées sur ses feuilles, les graines et ses glandes de ces plantes, à savoir : analyse physico-chimique, dosage des composés phénoliques (polyphénols et flavonoïdes totaux) ainsi que leur effet anti oxydantes, Beaucoup de ces plantes (la poudre) ont été ajoutées dans plusieurs aliments pour améliorer ses valeurs nutritionnelle et sensorielle et prolonger la durée de vie.

Notre travail vise à mener une expérimentation pour développer un yaourt fonctionnel à base des feuilles et les glandes de ces plantes, suivi de l'étude des propriétés physiques, chimiques, microbiologiques et sensorielles des produits obtenus.

Les analyses physico-chimiques révèlent que ses plantes sont riches en métabolites secondaires (polyphénols, flavonoïdes et tanins), connus pour leurs propriétés biologiques et thérapeutiques intéressantes.

Toutes les analyses physiques, chimiques, microbiologiques et sensorielles montrent que le yaourt préparé à partir de plantes est de qualité satisfaisante et répond aux critères du yaourt fonctionnel.

Le test de dégustation permet de faire ressortir le classement de préférence suivant : en premier lieu yaourt 2 (G) , suivi de yaourt 8 (TEG) , suivi de yaourt 4 et 7 (poudre de graines et des feuilles de Pin pignon) , puis le reste de l'échantillon vient dans proportions variables, donc c'est possible de produire un yaourt brassé à forte valeur ajoutée par l'utilisation des poudres de ces plantes comme ingrédient naturel et les fabriqué prochainement dans les usines et prendre en considération leur effet thérapeutique.

### **Perspectives**

Comme complément à la présente étude, les points suivants nous semblent pertinents :

- Etude de la qualité nutritionnel du la poudre des plantes et leur effet sur la qualité de yaourt
- Etude du caractère fonctionnel du yaourt naturel aux poudres de ces plantes médicinales

- Pour mieux évaluer le pouvoir antioxydant des extraits de ces plantes, plusieurs tests devraient être réalisés sur d'autres parties de ces dernières afin de déterminer la teneur maximale en polyphénols et autres métabolites secondaires aux effets intéressants.
- Généralisation de l'étude aux autres variétés.

*Références  
bibliographiques*

## -A-

**Aboul-Enein, H.Y., Kruk, I., Kladna A, Lichszeld K, Michalska T (2007).** Scavenging effects of phenolic compounds on reactive oxygen species. *Biopolymers* 3: 222–230.

**Adili, B. (2012).** *Croissance, fructification et régénération naturelle des peuplements artificiels de Pin pignon (Pinus pinea L.) au nord de la Tunisie* (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal (Clermont Ferrand 2); Université de Carthage-University of Carthage).

**Akin, H. (2008).** *Evolution du pH pendant la fermentation alcoolique de moûts de raisins: modélisation et interprétation métabolique* (Doctoral dissertation).

**Alais, C. (1984)** Sciences du lait (4ème édition), Sepatic, Paris : 814 p.

**Alatou, D. (1994).** Croissance rythmique du chêne liège et du chêne zeen. *Première journée sur les végétaux ligneux. Constantine, 14.*

**Amessis-Ouchemoukh, N., Ouchemoukh, S, Mezianta N, Idiria Y, Hernanzc D, Stincod CM, Rodriguez-Pulido FJ, Heredia FJ, Madania K, Luis J (2017).** Bioactive metabolites involved in the antioxidant, anticancer and anticalpain activities of *Ficus carica* L., *Ceratonia siliqua* L. and *Quercus ilex* L. extracts. *Ind Crops Prod* 95: 6–17.

**Anonyme, (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition, 28.

**Ang, I. I. I. (2009).** *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot J Linn Soc, 161, 105-121.*

**Atmani D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., Debbache, N. et Atmani D. (2009).** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry.* 112 : 303–309.

**Axelrod, D. I. (1983).** Biogeography of oaks in the Arcto-Tertiary province. *Annals of the Missouri Botanical Garden,* 629-657.

**Axelsson, L. (2004).** Lactic acid bacteria: classification and physiology. *Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker-*, 139, 1-66.

## -B-

**Badiaga, M. (2011).** *Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de Nauclea latifolia Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali* (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).

- Bahorum, T., Grossier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyks, M., Vasseur, J., Bakr, A.A et Bayomy, M.E.E. (1996).** Effect of selected Egyptian cooking methods on fababean nutritive value and dietary protein utilization. *Plant Foods for Human Nutrition*. **50**: 81-91pp.
- Barbero, M., Loisel, R., & Quézel, P. (1992).** Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. *Vegetatio*, **99**(1), 19-34.
- Bazinet, L., Ippersiel, D., Gendron, C., Tétreault, C., René-Paradis, J., Beaudry, J., ... & Lamarche, F. (2002).** Comparison between reconstituted and fresh skim milk chemical and electrochemical acidifications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **82**(12), 1356-1364.
- Beal, C. et Sodini, I. (2003).** Manufacturing of yoghurts and cultured milks. *Techniques de l'Ingénieur. Agroalimentaire (France)*.
- Belkacem, N., Djaziri, R., Lahfa, F., El-Haci, I., A. Boucherit, Z. (2014)** Phytochemical screening and *in vitro* antioxidant activity of various *Punicagranatum* L. peel extracts from Algeria: A comparative study. *Phytothérapie* **12**: 372–379.
- Bellakhdar, J. (2008).** *Hommes et plantes au Maghreb: éléments pour une méthode en ethnobotanique*. Lulu. com.
- Benarchid, K., Khatori, M., & Hilali, S. (2018).** *Impact De La Reforestation De Pinus Halepensis Sur La Biodiversité Dans La Forêt Beni Sohane (Ribat Al Kheir-Maroc)*. In *13th INTERNATIONAL SCIENTIFIC FORUM, ISF* (p. 149).
- Benia, F. (2018).** Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives (Doctoral dissertation).
- Bentouati, A. (2006).** *Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (Pinus halepensis M.) du massif d'Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès)* (Doctoral dissertation, Batna, Université El Hadj Lakhdar. Faculté des sciences).
- Bentouati, A., Oudjehih, B. et Alatou, D. (2005).** CROISSANCE EN HAUTEUR DOMINANTE ET CLASSES DE FERTILITÉ DU PIN D'ALEP (*PINUS HALEPENSIS* MILL.) DANS LE MASSIF D'OULED-YAKOUB ET DES BENIOUDJANA (KHENCHELA–AURES). *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 57-62.
- Berrichi, M. (2011).** *Détermination des aptitudes technologiques du bois de Quercus rotundifolia Lamk et possibilités de valorisation* (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid).

**Bojović, S. et Marin, P. D. (2014).** Biological activity of Pinus nigraterpenes—evaluation of FtsZ inhibition by selected compounds as contribution to their antimicrobial activity. *Computers in biology and medicine*, 54, 72-78.

**Boubaker, A., Buldagen, A., Kayouli, C. (2004).** Composition chimique et teneur en composés phénoliques des espèces arbustives du Nord-Ouest de la Tunisie. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zargoa: Ciheam. 315-317.

**Bouceddi, N. (2016).** Contribution à l'étude de l'extension et du comportement du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans la chênaie mixte du parc national de theniet-elhad (w .tissemsilt), mémoire, master en foresterie, uni-tlm, 50p.

**Bouderoua, K. (1995).** *Caractéristiques biochimiques et aptitudes nutritionnelles des farines de glands de chêne vert et du chêne liège en alimentation du poulet de chair. Mémoire de magister en sciences agronomiques, Institut National Agronomique (INA), EL-Harrach. Alger, 107.*

**Bourlioux, P., Braesco, V., & Mater, D. D. (2011).** Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(6), 305-314.

**Boutchiche, F. et Boutrigue, S. (2016).** Caractérisation morpho métrique de la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) et de son hôte au niveau de la wilaya de Tlemcen. Mém, master en génétique, univ. Tlemcen, 79 p .

**Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food science and Technology*, 28, 25–30.

**Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. *Lavoisier, Paris, 1120.*

**Bruneton, J. (1999).** *Toxic plants dangerous to humans and animals.* Intercept Limited.

-C-

**Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M. et Stocker, P. (2008).** Determination of the fatty acid composition of acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(10), 921-924.

**Charrier, S.** Le Pin parasol, *Pinus pinea* Linné, 1753, en Vendée.

**Cheikh Rouhou, S., Hentati, B., Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C. et Attia, H. (2006).** Composition chimique des graines de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) d'origine tunisienne et caractérisation de la fraction lipidique. In *Bioplanta*.

**Chung, Y.C., Chien, C.T., Teng, K.Y. Chou, S.T.(2006).** Antioxidative and mutagenic properties of Zanthoxylum ailanthoides Sieb & Zucc. *Food Chemistry*. **97**: 418–425.

**Corvi, A. (1997).** Événement, le yaourt, les laits fermentés. *Tech&Doc. Sepiac. Paris*, P14.

**Courtin, P., Monnet, V. et Rul, F. (2002).** Cell-wall proteinases PrtS and PrtB have a different role in *Streptococcus thermophilus*/*Lactobacillus bulgaricus* mixed cultures in milk. *Microbiology*, *148*(11), 3413-3421.

### -D-

**Dahmani-Megrerouche, M. (2002).** Typologie et dynamique des chênaies vertes en Algérie. *Forêt méditerranéenne*, *23*(2), 117-132.

**Debazac, E. F. (1977).** Manuel des conifères. École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.

**Delaveau, P., Lorrain, M., Mortier, F., Rivolier, C., Rivolier, J. et Schweizer, R. (1985).** Secrets et vertus des plantes médicinales. *Sélection du Reader's Digest SA, Paris, France*.

**Dgf., 2014. Journée internationale des forêts 21 Mars 2014. [en ligne]**  
**<http://www.dgf.gov.dz/index.php?rubrique=actualite&section=dix>**.

**Dhibi, M., Issaoui, M., Brahmi, F., Mechri, B., Mnari, A., Cheraif, I. et Hammami, M. (2014).** Nutritional quality of fresh and heated Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seed oil: trans-fatty acid isomers profiles and antioxidant properties. *Journal of food science and technology*, *51*(8), 1442-1452.

**Djerrad, Z., Kadik, L. et Djouahri, A. (2015).** Chemical variability and antioxidant activities among *Pinus halepensis* Mill. Essential oils provenances, depending on geographic variation and environmental conditions. *Industrial Crops and Products*, *74*, 440-449.

**Dob, T., Berramdane, T. et Chelgoum, C. (2005).** Chemical composition of essential oil of *Pinus halepensis* Miller growing in Algeria. *Comptes Rendus Chimie*, *8*(11-12), 1939-1945.

**Doleyres, Y. (2003).** Production en continu de ferments lactiques probiotiques par la technologie des cellules immobilisées.

**Dorbane, Z., Sa, K., Boudouma, D., Bannelier, C., Berchiche, M. et Gidenne, T. (2021).** Nutritive value of holm oak (*Quercus ilex*) acorn for growing rabbits. In *12th World Rabbit Congress*.

**Doukani K., Tabac S., Derriche A., Hacini Z. (2014)** Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens p45.

**Draouet, W. (2015).** Analyse dendrométrique des peuplements de Pin pignon : cas de la station Matlegue, massif de Djebel Ouahch (Constantine). Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master .Université des Frères Mentouri , Constantine, Algerie .

**-E-**

**Elmahi, F. Z. (2016).** Contribution à l'étude des métabolites nutritionnels et fonctionnels des glands de différentes espèces de chênes de la région de Tessala (Algérie). Mise au point de techniques de détoxification hydrothermique (Doctoral dissertation).

**-F-**

**Fady, B. (2005).** *Biodiversité des populations de conifères: existe-t-il une spécificité méditerranéenne?* (Doctoral dissertation, Université Paul Cézanne-Aix-Marseille III).

**Fady, B., Fineschi, S. et Vendramin, G. G. (2004).** *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Italian stone pine (Pinus pinea)*. Bioersivity International.

**FAO, (1995).** *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine* (No. 28). Food et Agriculture Org.

**Farjon, A. (1996).** Biodiversity of Pinus (Pinaceae) in Mexico: speciation and palaeo-endemism. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 121(4), 365-384.

**Fekih, N. (2014).** Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre Pinus poussant en Algérie. Thèse Doctorat. Universites ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN. 15-178 p.

**Fekih, N. (2015),** *proprietes chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois especes du genre pinus poussant en Algerie, Chimie*. Université Abou-Bekr-Belkaid Tlemcen, p. 131.

**Floret, C., Galan, M. J., Floc'h, L. et Romane, F. (1992).** *Dynamics of holm oak (Quercus ilex L.) coppices after clearcutting in southern France. Vegetatio*, 99(1), 97-105.

**Foschini, A. (1949).** Sur la détermination de l'acidité titrable du lait. *Le Lait*, 29(285-286), 225-231.

**Foster, T. J. (2002).** Staphylococcus aureus. *Molecular Medical Microbiology*, 839-888.

**Fredot, É. (2012).** *Connaissance des aliments: bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique* (p.1). Paris: Éditions Tec et doc.

## -G-

**Gardner, L. et Stough, C. (2002).**Examining the relationship between leadership and emotional intelligence in senior level managers. *Leadership & organization development journal*.

**Gausсен, H. (1960).** Les gymnospermes actuelles et fossiles. Partie 2/1. Fasc. 6, Chapitre 11. Pinus. *Trav. Lab. forest.(Toulouse)*, 1, 1.

**Gausсен, H. (1982).** Précis de botanique.

**Gausсен, H., Leroy, J.F. (1982).** Précis de botanique. Tome 2 : *Végétaux Supérieurs*. Ed. Masson, Paris.

**Guiraud, J. P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp: 136-139.

**Guit, B. (2015).** *CROISSANCE ET ÉTAT SANITAIRE DES PEUPELEMENTS DE PIN D'ALEP (PINUS HALEPENSIS MILL.) DANS LE MASSIF FORESTIER DE SENALBA (RÉGION DE DJELFA)* (Doctoral dissertation).

## -H-

**Hachana, Y., Rejeb, R., Chiboub, N. et Zneidi, I. A. (2017).** Variation factors of yoghurt quality during the manufacturing process. *Journal of New Sciences*, 41, 2243-2252.

**Haichour, R. (2009).** Stress thermique et limite écologique du Chêne vert en Algérie. *Mémoire de magistère UMC*, 90-104.

**Hamel, T., & Meddad-Hamza, A. (2016).** Note sur les orchidées de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *L'Orchidophile*, 211(4), 79-86.

**Hammiche, V. (2015).** Traitement de la toux à travers la pharmacopée traditionnelle kabyle. *Phytothérapie*, 13(6), 358-372.

**Hasnaoui, B. (1995).** *Déséquilibre de l'écosystème forestier et ses conséquences sur la faune sauvage en Tunisie: cas du sanglier et du cerf de Berbérie*. *Forêt Méditerranéenne*, 16(3), 361-368.

**Hassan, A. et Amjad, I. (2010).** Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physiochemical analysis during storage. *African Journal of Biotechnology*, 9(20).

**Hochbichler, E. (1993).** Methods of oak silviculture in Austria. In *Annales des sciences forestières* (Vol. 50, No. 6, pp. 583-591). EDP Sciences.

## -I-

**IFN. (2001).** Caractéristiques générales de pin pignon. *Inventaire forestier national*, pp111-112.

**Iserin, P. (2001).** Larousse encyclopédie des plantes médicinales. *Identification, Préparations, soins. 2nd edition, DorlingKindersiey Limited, Londres.*

## -J-

**Jamâa, M. L. B., M'nara, S., Villemant, C. et Khaldi, A. (2002).** *LymantriadisparL. (Lepidoptera, Lymantriidae) en Tunisie: état actuel des connaissances et perspectives de recherche. In Sponsors of the Meeting .Vol. 25, No. 5, pp. 101-108.*

**Jaurand, E. (1997).** *J.-P. Amat, L. Dorize et C. Le Coeur-Eléments de géographie physique. Géomorphologie: relief, processus, environnement, 3(1), 93-95.*

**Jean, P. I. E. N. (1974).** La détermination de la teneur en matière grasse des laits homogénéisés par la méthode Gerber. *Le Lait, 54(533-534), 153-164.*

## -K-

**Kaddem, S. E. (1990).** Les plantes médicinales en Algérie, Ed. *Bouchène, Oued Zenati, Algérie.*

**Kadik B. (1987).** Contribution à l'étude du pin d'Alep ( *pinushalpensismill*) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. Ed. O.P.U ; 580 p.

**Kadri N, Khettal B, Adjebli A, Cresteil T, Barragan – Montero V, Montero J.L. (2015).** Anticancer properties of polar lipid, fraction of *Pinus halepensis* Mill. Seeds, *Colloque International sur la valorisation des Plantes Aromatiques et Médicinales de la Méditerranée (CIPAMM), Blida, 11-12.*

**Kadri, N. (2014).** GRAINES DE PINUS SP.: CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE ET ACTIVITÉ ANTICANCÉREUSE.

**Kadri, N., Khettal, B., Aid, Y., Kherfellah, S., Sobhi, W. et Barragan-Montero, V. (2015).** Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. *Food chemistry, 188, 184-192.*

- Karioti, A., Bilia, A.R., & Skaltsa, H. (2010).** *Quercus ilex L.*: a rich source of polyacylated flavonoid glucosides. *Food Chem.* 123: 131–142.
- Karioti, A., Bilia, A.R., Gabbiani, C., Messori, L., & Skaltsa, H. (2009).** Proanthocyanidin glycosides from the leaves of *Quercus ilex L.* (Fagaceae). *Tetrahedron Letters.* 50: 1771–1776.
- Kawther, G. et Belkis, M. (2021).** Recherches des flores contaminantes dans le yaourt entreposé dans les commerces de la ville de Guelma.
- Kerri, A. et CHIBANE, S. (2018)** Essai de fabrication d'un yaourt brassé à base des dattes .mémoire de fin d'études. Université AKLI MOHAND OULHADJ – Bouira : 54 p.
- Khaldi, A., Khouja, M. L. et Akrimi, N. (2009).** Résultats d'essais de comparaison de provenances du Pin pignon (*Pinus pinea L.*) en Tunisie septentrionale. *Revue forestière française*, 61(2), 107-116.
- Kora, E. 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?* (Doctoral dissertation, INAPG (AgroParisTech)).
- Kouamé J., Gnoula C., Palé E., Bassolé H., Guissou I-P., Simporé J. et Nikiéma J-B. (2009).** Etude des propriétés cytotoxiques et anti-radicalaires d'extraits de feuilles et de galles de *Guierasenegalensis* J. F. Gmel (Combretaceae). *Science et technique, Sciences de la santé*. 32 :14.
- Koumiche, F., Benmahioul, B. (2016).** Effet de quelques traitements physiques sur la germination des glandes et la croissance ultérieure des plants de chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lam.). *Algerian Journal of Arid Environment*, 6(2), 83-92.
- Kremer, A., Petit, R. J. et Ducouso, A. (2002).** *Biologie évolutive et diversité génétique des chênes sessile et pédonculé.* *Revue forestière française*, 54(2), 111-130.

-L-

- Lamaison, J.L et Carnat, A. (1990).** Teneurs en principaux flavonoïdes des fleurs et des feuilles de *Crataegus monogynajacq.* et de *Crataegus laevigata (Poiret)* D.C en fonction de la végétation. *Plants. Med Phytother.* 25 :12-16pp
- Larsson, J. T., Torpdahl, M., Petersen, R. F., Sørensen, G., Lindstedt, B. A., & Nielsen, E. M. (2009).** Development of a new nomenclature for *Salmonella* Typhimurium multilocus variable number of tandem repeats analysis (MLVA). *Eurosurveillance*, 14(15), 19174.
- Levizou, E., Petroupoulou, Y et Manetas, Y (2004).** Total carotenoid amount in crude twig extracts may be overestimated due to interference by high contents of coextracted phenolics. *Photosynthetica*. 42:295-297.

**Little, E. L. et Critchfield, W. B. (1969).** Subdivision of the genus *Pinus* (Pines). USDA Forest Service Miscellaneous Publication 1144, Washington, DC. *Link: https://bit.ly/3wNymKU*.

**Loumani, A. (2011).** *Etude microbiologique et hygiénique du yaourt fabriqué et commercialisé dans l'Ouest Algérien* (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella).

**Lucienne, A. D. (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie. *Edition Berti Alger*, 147-148.

**Luquet F.M. (1990).** Les produits laitiers transformayion et technologie. 2<sup>ème</sup> édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tech& doc Aprialavoisier p2-85-206.

**-M-**

**Mahaut M.,JeantetR.,Brule G.et Schuck P. (2000).**Les produits industriels laitiers Ed :Tec et Doc.Lavoisier.France.PP :1-38.

**Mahieu, H. (1994)** Facteurs de variation de la production et de la composition du lait. *Techniques agricoles*: p 22- 27.

**Makkar, H.P.S.(2003).** Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research* .49 :241–256

**Manos, P. S. et Stanford, A. M. (2001).**The historical biogeography of Fagaceae: tracking the tertiary history of temperate and subtropical forests of the Northern Hemisphere. *International Journal of Plant Sciences*, 162(S6), S77-S93.

**Marty-Teyssset, C., De La Torre, F. et Garel, J. R. (2000).**Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* upon aeration: involvement of an NADH oxidase in oxidative stress. *Applied and EnvironmentalMicrobiology*, 66(1), 262-267.

**Mawloud, M. E. R. A. B. E. T. et Ibrahim, B. E. L. G. H. E. R. I. S. S. I.** MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES.

**Mbaye Dieng M. (2007).** Etude phytochimique et activité antifongique des feuilles de *Borassus aethiopum*Mart (Arecaceae). Mémoire de Maîtrise en Sciences naturelles. Faculté des Sciences et techniques. DEA de Chimie et Biochimie des produits naturels. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 69. P 41-42.

**Mebarki, M.** *Extraction, analyse des polysaccharides pariétaux de péricarpe du chêne liège (Quercus suber) et du chêne vert (Quercus ilex) essai de valorisation (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie-Mohamed Boudiaf d'Oran).*

- Mebarki, M. (2020).** *Extraction, analyse des polysaccharides pariétaux de péricarpe du chêne liège (Quercus suber) et du chêne vert (Quercus ilex) essai de valorisation* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie-Mohamed Boudiaf d'Oran).
- Messaïd, H. (2008).** *Optimisation du processus d'immersion-rehydratation du système dattes seches-jus d'orange* (Doctoral dissertation, Boumerdes, Université M'hamedBougara. Faculté des sciences de l'ingénieur).
- Michaud, H., Toumi, L., Lumaret, R., Li, T. X., Romane, F. et DiGiusto, F. (1995).** Effect of geographical discontinuity on genetic variation in *Quercus ilex* L. (holm oak). Evidence from enzyme polymorphism. *Heredity*, 74(6), 590-606.
- Milardovic S., Ivekovic D., Grabaric B-S. (2006).** A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical, *Bioelectrochemistry* 68: 175 – 180.
- Millemann, Y. (1998).** Le pouvoir pathogène des salmonelles: facteurs de virulence et modèles d'étude. *Veterinary Research*, 29(5), 385-407.
- Mirov, N. T. (1967).** *The genus Pinus. The genus Pinus.*
- Molyneux, P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science and Technology*, 26, 211–219.
- Mossel, D. A. A., Mengerink, W. H. J. et Scholts, H. H. (1962).** Use of a modified MacConkey agar medium for the selective growth and enumeration of Enterobacteriaceae. *Journal of Bacteriology*, 84(2), 381p.
- Moulay, M., Ghomri, I. et le Jury, D.** Mémoire de fin d'études.
- Mutkem, S. et Calama, R. (2015).** La Seca de la Pina-pérdidasevera de production de piña pina et pinon en Méditerrané. Séminaire UNAC « *Avanços no conhecimento na Fileira do Pinheiro Manso* ». Alcácer do Sal. 6 mars 2015.

-N-

- Naczka, M., Shahidib, F. (2004).** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054 :95–111 .
- Nagai, T., Makino, S., Ikegami, S., Itoh, H., et Yamada, H. (2011).** Effects of oral administration of yogurt fermented with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* OLL1073R-1 and its exopolysaccharides against influenza virus infection in mice. *International immunopharmacology*, 11(12), 2246-2250.

**Nahal, I. (1962).** Le Pin d'Alep (*Fines halepensis* Mill.). Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences Forestières*, 19(4), 477-688.

**Nakasaki, K., Yanagisawa, M., & Kobayashi, K. (2008).** Microbiological quality of fermented milk produced by repeated-batch culture. *Journal of bioscience and bioengineering*, 105(1), 73-76.

**Ndiaye, M. C. (1981).** *Evaluation de la qualité des produits débarqués au marché central au poisson de Dakar en 2011* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR).

-O-

**Olive, D. M. et Bean, P. (1999).** Principles and applications of methods for DNA-based typing of microbial organisms. *Journal of clinical microbiology*, 37(6), 1661-1669.

**Oliveira, A. P., Silva, L. R., Ferreres, F., Guedes de Pinho, P., Valentão, P., Silva, B. M., Pereira, J. A. et Andrade, P. B. (2010).** Chemical Assessment and *in Vitro* Antioxidant Capacity of *Ficus carica* Latex. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58 (6): 3393-3398.

**OMS, 2003 .et Belyagoubi N. (2011).** World Health Organization. (2000). *Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle* (No. WHO/EDM/TRM/2000.1). Organisation mondiale de la Santé.

**Oullai, L .et Chamek, C. (2018).** Contribution à l'étude ethnopharmacognosique des plantes médicinales utilisées pour le traitement des affections de l'appareil digestif en Kabylie.

**Ozenda, P. (1991).** Effet de serre et biogéographie: les impacts possible dans les Alpes Occidentales. *Biogeographia—The Journal of Integrative Biogeography*, 15(1).

-P-

**Panesar, P. S., Kennedy, J. F., Gandhi, D. N. et Bunko, K. (2007).** Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food chemistry*, 105(1), 1-14.

**Pardé, J. (1957).** La productivité des forêts de Pin d'Alep en France. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences Forestières*, 15(2), 365-415.

**Penpoul, C. et Laplace, S. (2017).** Développer la filière pignon de pin dans le Var. *Forêt méditerranéenne*, 38(1), 3-18.

**Picque, D., Cattenoz, T., Corrieu, G., et Berger, J. L. (2005).** Caractérisation des vins par spectroscopie infrarouge: classification selon l'année de production et l'origine géographique. *Sciences des aliments*, 25(3), 207-220.

## -Q-

**Quezel, P. (1986).** Les pins du groupe «Halepensis»: écologie, végétation, écophysiole. *Options méditerranéennes*, 1, 11-23.

**Quezel, P. et Barbero, M. (1992).** Le pin d'Alep et les espèces voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, 13(3), 158-170.

**Quézel, P., Barbero, M. et Benabid, A. (1987).** Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Haut Atlas Oriental (Maroc). *Ecologia Mediterranea*, 13(1), 107-117.

## -R-

**Rakic S, Petrovic S, Kukic J, Jadranin M, Tesevic V, Povrenovic D, Siler-Marinkovic S. (2007).** Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. *Food Chem* 104:830-4.

**Ribéreau-Gayon, P. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. *Dunod*, Paris 254 pp

**Romuald, (2007).** Dans le monde où trouver le genre *Quercus* ? Publié le lundi 26 février 2007. [en ligne] accessible sur le site : [http://r.menant.free.fr/article.php3id\\_article=32&lang=en](http://r.menant.free.fr/article.php3id_article=32&lang=en)

**Roussel, Y., Pebay, M., Guédon, G., Simonet, J. M. et Decaris, B. (1994).** Physical and genetic map of *Streptococcus thermophilus* A054. *Journal of bacteriology*, 176(24), 7413-7422.

## -S-

**Sadou, N., Seridi, R., Djahoudi, A. et Hadeif, Y. (2015).** Composition chimique et activité antibactérienne des Huiles Essentielles des aiguilles de *Pinus halepensis* Mill. du Nord est Algérien. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 30, 33-39.

**Šarac, Z., Matejić, J. S., Stojanović-Radić, Z. Z., Veselinović, J. B., Džamić, A. M.,**

**Sava, N., Van der Plancken, I., Claeys, W. et Hendrickx, M. (2005).** The kinetics of heat-induced structural changes of  $\beta$ -lactoglobulin. *Journal of Dairy Science*, 88(5), 1646-1653.

**Sbay, (2007).** Amélioration de *Pinus Pinea* au Maroc.

- Sbay, H. et Hajib, S. (2016).** Le pin pignon: une espèce de choix dans le contexte des changements climatiques. *Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre La desertification, Centre de Recherche Forestière, Maroc*, 77.
- Schmidt, J. L., Tourneur, C. et Lenoir, J. (1994).** Fonctions et choix des bactéries lactiques en technologies laitières.
- Schuck, P., Mahaut, M., Jeantet, R. et Brulé, G. (2000).** Les produits industriels laitiers.
- Seigue, A. (1985).** La campagne feux de forêts 1984. *Forêt Méditerranéenne*, 7(1), 81-84.
- Seigue, A. (1985).** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes [The circum-Mediterranean forest and its problems]. *Techniques agricoles et productions méditerranéennes*, 5, 230-232.
- Seigue, A. (1985).** *La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes (Vol. 5). Maisonneuve et Larose.*
- Serra, M., Trujillo, A. J., Guamis, B. et Ferragut, V. (2009).** Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. *Food hydrocolloids*, 23(1), 82-91.
- Shahidi, F., Janitha, P. K., & Wanasundara, P. D. (1992).** Phenolic antioxidants. *Critical reviews in food science & nutrition*, 32(1), 67-103.
- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A., Simonic, M., et Knez, T. 2005.** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89: 191-198.
- Smaïhi, A. H. (2009).** *Influence du type de pineraies (pineraie, pineraie chenaie) sur la mobilisation de N, P et le comportement de plantules de pin d'alep dans des sols forestiers de la région de Batna* (Doctoral dissertation, Batna, Université El Hadj Lakhdar. Faculté des Sciences).
- Sodini, J. et Beal, C. (2012).** Fabrication des yaourts et laits fermentés. Ed. Techniques de l'ingénieur, F6315. Pp : 02-16.
- Souilah, N. et Medjroubi, K. (2018).** *Etude de la composition chimique et des propriétés thérapeutiques traditionnelles et modernes des huiles essentielles et des composés phénoliques de quelques espèces du Nord-est algérien* (Doctoral dissertation, Université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie).
- Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A. et Singleton, R. C. (2004).** Sensory evaluation by descriptive sensory analysis. *Food Technol*, 28, 11-24.

## -T-

- Tabuti, J. R., Lye, K. A. et Dhillon, S. S. (2003).** Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. *Journal of ethnopharmacology*, 88(1), 19-44.
- Talaa, S. (2009).** *Etude ethnopharmacologique des plantes aphrodisiaques Enquête effectuée dans la région Casablanca–rabat durant la période entre 01/09/2008 et 30/03/2009* (Doctoral dissertation).
- Tamime, A. Y. et Robinson, R. K. (1985).** *Yoghurt: science and technology*. Pergamon Press.
- Thabeet, A., Denelle, N., El Khorchani, A., Thomas, A. et Gadbin-Henry, C. (2007).** Etude dendroclimatologique de quatre populations de pin pignon en Tunisie. *Forêt méditerranéenne*, 28(3), 219-228.
- Thomas, C. R. O. G. U. E. N. N. E. C., Romain, J. E. A. N. T. E. T. et Gérard, B. R. U. L. É. (2008).** *Fondements physicochimiques de la technologie laitière*. Lavoisier.
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D. H., Walters, S. M. et Webb, D. A. (Eds.). (1964).** *Flora Europaea: Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae)* (Vol. 4). Cambridge university press.

## -V-

- Vaillancourt, K., Bédard, N., Bart, C., Tessier, M., Robitaille, G., Turgeon, N., Vadeboncoeur, C. (2008).** Role of galK and galM in galactose metabolism by *Streptococcus thermophilus*. *Applied and environmental microbiology*, 74(4), 1264-1267.
- Vermerris W et Nicholson R. (2008).** Phenolic compound Biochemistry. Springer science + Business Média B.V. P: 36.
- Vignola C. (2010)** Science et technologies du lait “ transformation du lait”. Québec, Canada P 444.
- Vignola, C. L. (2002).** Science et technologie du lait. *Québec: Fondation de technologie laitière de Québec*. -587 p.
- Villano, D., Fernandez-Pachon, M.S., Moya, M.L., Troncoso, A.M., García-Parrilla, M.C. (2007).** Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta* 71: 230–235.
- Vinha, A.F., Costa, A.S.G., Barreira, J.C.M., Pacheco, B.R., Oliveira, P.P. (2016).** Chemical and antioxidant profiles of acorn tissues from *Quercus* spp.: Potential as new industrial rawmaterials. *Ind CropProd* 94: 143–151.

-Z-

**Zenzen, W. (2016).** Utilisation du SIG pour l'analyse de la structure de la forêt de Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arréridj, mémoire, master en foresterie, univ. Tlemcen 60p. Annexe y, 7.

**Zenzen, W. (2016).** Utilisation du SIG pour l'analyse de la structure de la forêt de Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arréridj, mémoire, master en foresterie, univ. Tlemcen 60p. Annexe y, 7.

# *Annexes*

## Annexe N°1 : Matériels et équipements utilisés

Appareils	Verrerie et petit matériel
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agitateur magnétique avec plaque chauffante (HotplateStirrer, VELP Scientifica)</li> <li>▪ Autoclave (Wise Clave)</li> <li>▪ Bain-marie (Memmert)</li> <li>▪ Becs Bunsen (Erdgaz)</li> <li>▪ Spectrophotomètre (SP-3000 nano)</li> <li>▪ Broyeur électrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Béchers</li> <li>▪ Eprouvettes</li> <li>▪ Erlenmeyers</li> <li>▪ Entonnoirs</li> <li>▪ Tubes à essai</li> <li>▪ Pipettes graduées</li> <li>▪ Fioles jaugées</li> <li>▪ Pipettes Pasteur</li> <li>▪ Micropipettes (de 10<math>\mu</math>l à 1000<math>\mu</math>l) ;</li> <li>▪ Papier aluminium</li> <li>▪ Boîtes Pétri</li> <li>▪ Anse de platine</li> <li>▪ Portoirs</li> <li>▪ Barreaux magnétiques</li> <li>▪ Boîtes Pétri</li> <li>▪ Spatule</li> <li>▪ râteau</li> <li>▪ Papier filtre-Wattman</li> <li>▪ Tamise</li> <li>▪ Butyromètre à yaourt</li> </ul>



Centrifugeuse



Réfrigérateur



Etuve



Balance



Sonicateur



Dessiccateur

## Annexe N°2 : Composition des milieux de culture utilisés

✚ **Eau Peptone Tamponnee**( composition en g /L)

Peptone .....	10
Chlorure de sodium .....	5
Phosphate disodique anhydre.....	3,5
Dihydrogénophosphate de potassium .....	1,5
PH 7,2	

✚ **Gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar) (g/l)**

Peptone.....	07
Extrait de levure.....	03
Glucose .....	10
Chlorure de sodium.....	05
Sels biliaires .....	1,5
Rouge neutre.....	0,03
Crystal violet.....	0,002
Agar .....	15
pH =7,4 ± 0,2 à 25°C	

✚ **Bouillon SFB(bouillon cystine sélénite) (composition en g/L)**

Tryptone.....	5
Lactose.....	4
Sélénite .....	4
Hydrogénosélénite de sodium .....	4
Eau distillée .....	1000ml

✚ **Gélose Hektoen**

Peptone pepsique de viande.....	12
Extrait de levure.....	3
Lactose.....	12
Saccharose.....	12
Salicine.....	2
Sels biliaires.....	9
Chlorure de sodium.....	5
Thiosulfate de sodium.....	5
Citrate ferrique ammoniacal.....	1,5
Bleu de bromothymol.....	65
Fuchsine acide.....	40
Agar-agar.....	13.5
Eau distillée.....	1000ml
PH = 7,6	

### ✚ Gélose Baird-Parker (g/l)

Tryptone.....	10
Extrait de viande de bœuf .....	05
Extrait de levure .....	01
Pyruvate de sodium .....	10
Glycine .....	12
Chlorure de lithium.....	05
Tellurite de potassium .....	02
Agar.....	17
Emulsion de jaune d'œuf.....	10 ml
pH =7,2	

### Préparation des réactifs et solution

- **Solution DPPH** : 2,36 mg de DPPH dans 100 ml du méthanol pure.
- **Tampon phosphate (0,2M, pH 7)** :
  - 0,68 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_2$  dans 100 ml d'eau distillée.
  - 0,87g de  $\text{K}_2\text{HPO}_2$  dans 100 ml d'eau distillée.
  - ajuster la solution acide avec la solution basique jusqu'à l'obtention d'un pH 7.
- **Solution ferricyanure de potassium à 1%** : 1g de  $\text{K}_3 [\text{Fe}(\text{CN})_6]$  dans 100 ml d'eau Distillée.
- **Solution de trichloracétique 10 %** : 10 g de TCA dans 100 ml d'eau distillée.
- **Solution de  $\text{FeCl}_3$  (0,1 %)** : 0,1 g de  $\text{FeCl}_3$  dans 100 ml d'eau distillée.
- **Folin ciocalteu (10%)** : 10 ML DE FOLIN DANS 100ML D'eau distillée
- **$\text{Na}_2\text{CO}_3$  (7,5%)** : 7,5 g dans 100 ml de l'eau distillée.
- **$\text{AlCl}_3$  (2%)** : 2g dans 100ml ED
- **Anthrone (0.2%)** : 0.2g dans 100 ml acide sulfurique

## Annexe N°3

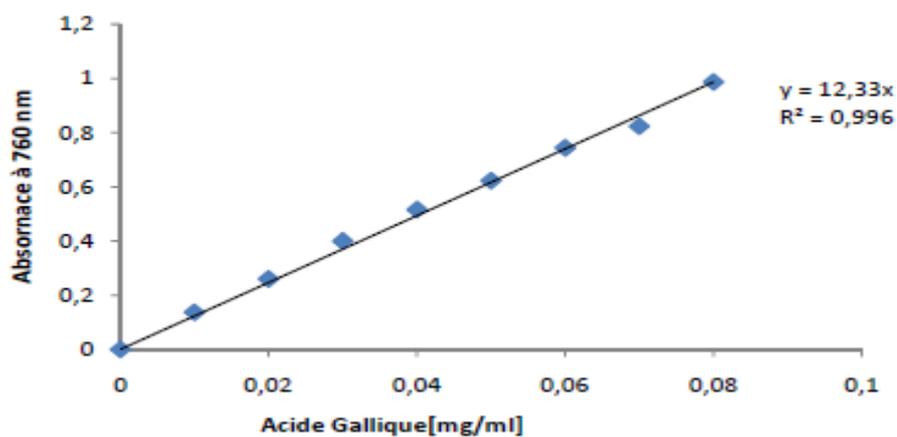
Courbes d'étalonnage des différents composés phénoliques

Figure : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

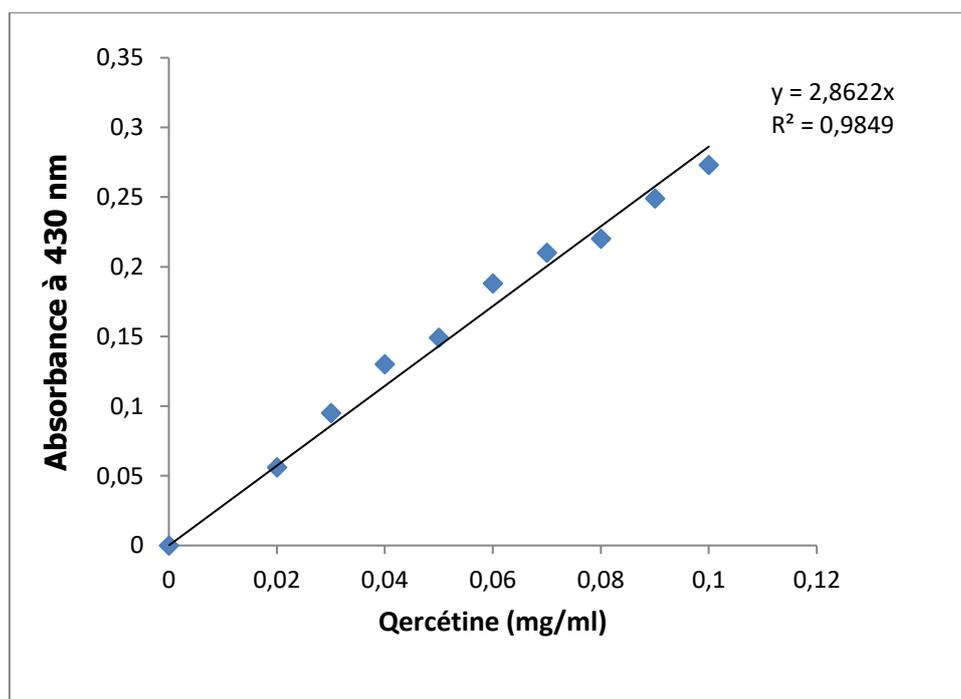
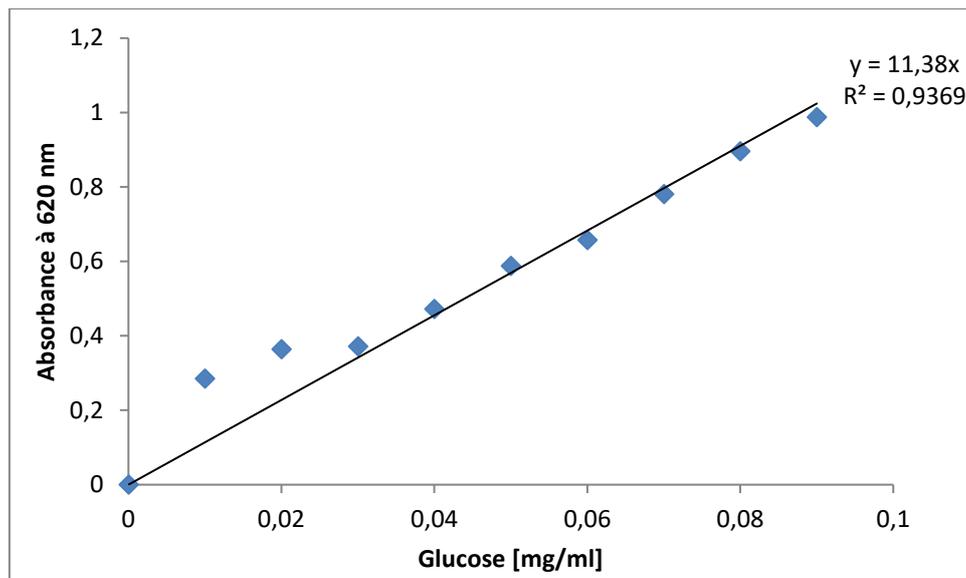
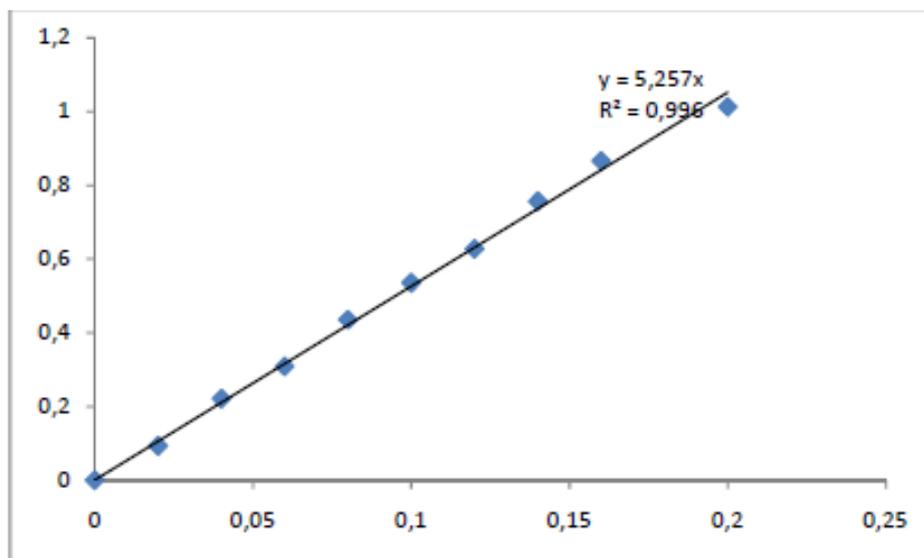


Figure : Courbe d'étalonnage de Quercétine.



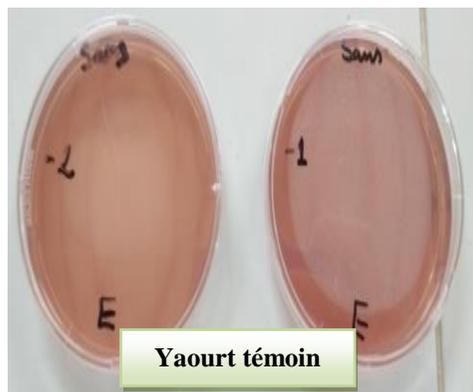
**Figure :** Courbe d'étalonnage du glucose.



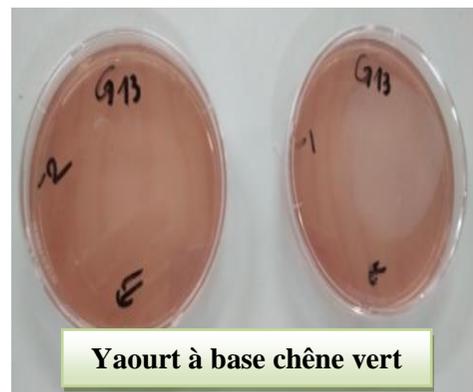
**Figure :** Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

Annexe N°4 : Résultats des analyses microbiologiques des yaourts élaborés.

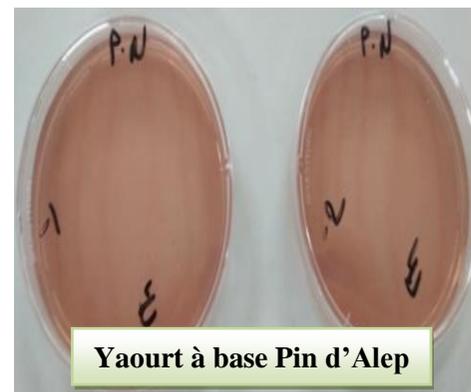
Résultats de la recherche des *Entérobactéries*



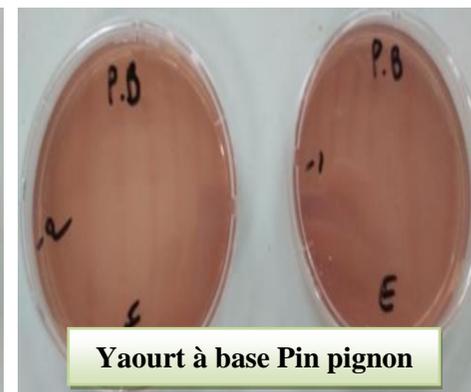
Yaourt témoin



Yaourt à base chêne vert



Yaourt à base Pin d'Alep



Yaourt à base Pin pignon



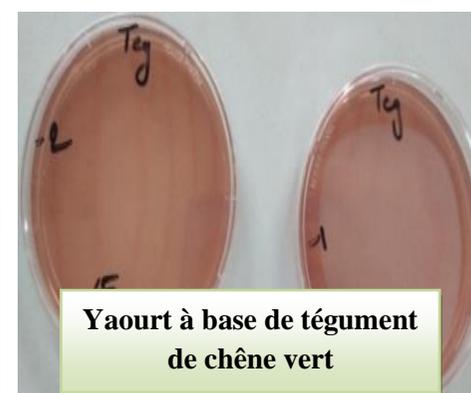
Yaourt à base de feuilles de  
chêne vert



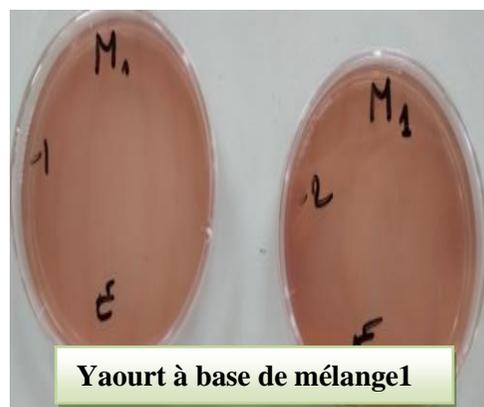
Yaourt à base de feuilles de  
Pin d'Alep



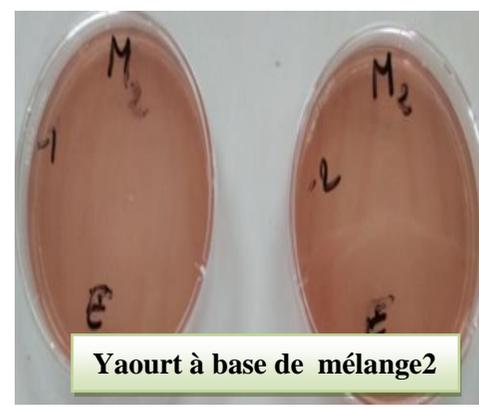
Yaourt à base de feuilles  
de Pin pignon



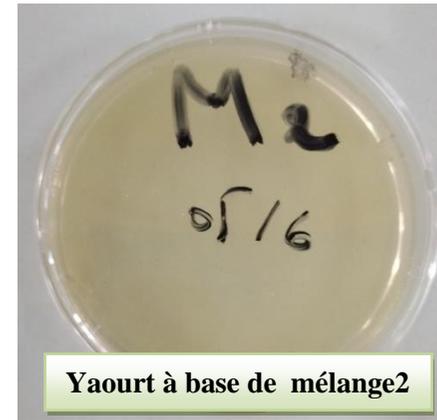
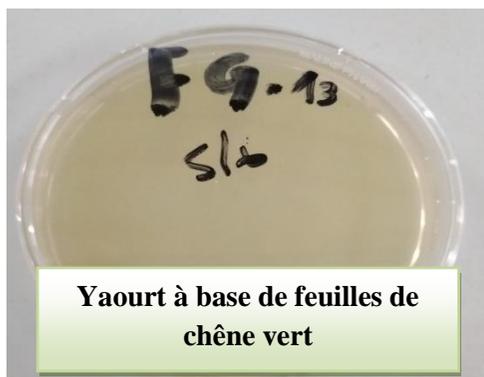
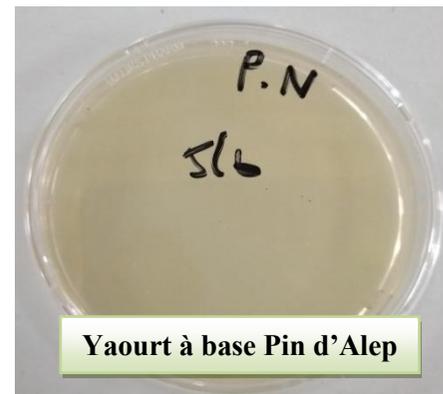
Yaourt à base de tégument  
de chêne vert



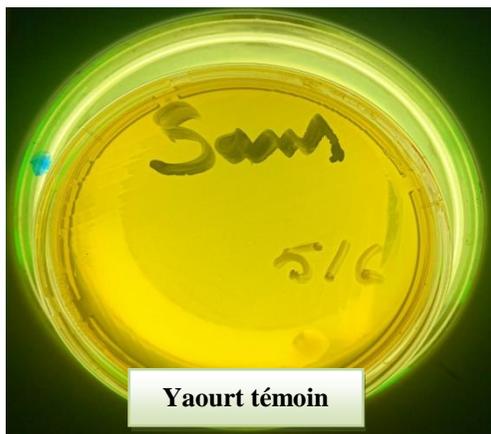
Yaourt à base de mélange1



Yaourt à base de mélange2

Résultats de la recherche des *staphylocoques aureus*

Résultats de la recherche des *salmonelles*



Yaourt témoin



Yaourt à base chêne vert



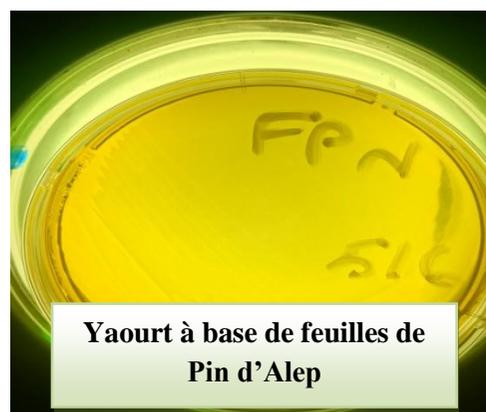
Yaourt à base Pin d'Alep



Yaourt à base Pin pignon



Yaourt à base de feuilles de chêne vert



Yaourt à base de feuilles de Pin d'Alep



Yaourt à base de feuilles de Pin pignon



Yaourt à base de tégument de chêne vert



Yaourt à base de mélange1



Yaourt à base de mélange2



**4/ GOUT SUCRÉ :**

- A. Faible
- B. Moyen
- C. Fort
- D. Très fort

Yaourt 1	Yaourt 2	Yaourt 3	Yaourt 4	Yaourt 5	Yaourt 6	Yaourt 7	Yaourt 8	Yaourt 9	Yaourt 10

**5/ TEXTURE :**

- A. Liquide
- B. Crémeux
- C. Onctueux
- D. Dure

Yaourt 1	Yaourt 2	Yaourt 3	Yaourt 4	Yaourt 5	Yaourt 6	Yaourt 7	Yaourt 8	Yaourt 9	Yaourt 10

**6/ Arrière-gout :**

- A. Absent
- B. Faible
- C. Moyen
- D. Fort
- E. Très fort

Yaourt 1	Yaourt 2	Yaourt 3	Yaourt 4	Yaourt 5	Yaourt 6	Yaourt 7	Yaourt 8	Yaourt 9	Yaourt 10

**Note à attribuer :**

1. Extrêmement agréable
2. Très agréable
3. Agréable
4. Assez agréable
5. Ni agréable ni désagréable
6. Désagréable
7. Assez désagréable
8. très agréable
9. Extrêmement désagréable

Yaourt 1	Yaourt 2	Yaourt 3	Yaourt 4	Yaourt 5	Yaourt 6	Yaourt 7	Yaourt 8	Yaourt 9	Yaourt 10

**\* Merci pour votre coopération \***

## Résumé.

L'objectif présente dans ce travail est l'élaboration d'un produit laitier nouveau de type fonctionnel enrichi en plante médicinale et nutritionnel décrit pour sa richesse en métabolites secondaires (Composés phénoliques, Tannins...Etc.). à base des poudres des feuilles et fruites des différents échantillons (Le pin d'Alep, Pin pignon et le chêne vert) à des concentrations différentes. et également l'évaluation de sa qualité nutritive et marchande par des analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles. D'après les analyses physicochimiques, le pH des yaourts varie de 4.80 à 5,10 tandis que les teneurs en extrait sec, l'acidité, matières grasses sont variable dans tout la durée de conservation. La qualité microbiologique des yaourts est très satisfaisante dévoile l'absence totale des germes pathogènes (entérobactéries, staphylococcus aureus et salmonelles) Les résultats des analyses physico-chimiques, organoleptiques et microbiologiques montrent que le yaourt préparé à base de poudre de chêne vert ( quercus) choisi comme un meilleur yaourt parmi les dix yaourts dégustés. Il répond aux critères des yaourts fonctionnels.

**Mots clés :** Les plantes médicinales, Le chêne vert, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* Mill, *Pinus pinea* L, flavonoïdes, physicochimiques, microbiologiques, sensorielles

## Abstract.

The objective of this work is the development of a new dairy product of functional type enriched in medicinal and nutritional plant described for its richness in secondary metabolites (phenolic compounds, tannins...Etc.). based on powdered leaves and fruit from the different samples (Aleppo pine, pine pine and holm oak) has different concentrations and also the evaluation of its nutritional and marketable quality through physicochemical, microbiological and sensory analyses. According to the physico-chemical analyses, the pH of yogurt varies from 4.80 to 5.10 while the dry extract contents, acidity, fat are variable throughout the shelf life. The microbiological quality of the yogurt is very satisfactory reveals the total absence of pathogenic germs (enter bacteria, staphylococcus aureus and salmonella) the results of the physico-chemical, organoleptic and microbiological show that yogurt made from green oak powder (quercus) chosen as a better yogurt among the ten yogurt tasted. It meets the criteria of functional yogurt.

**Keywords:** Medicinal plants, Holm oak, *Quercus ilex*, *Pinushalepensis* Mill, *Pinuspinea* L, flavonoids, physicochemical, microbiological, sensory

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو تطوير منتج ألبان جديد من النوع الوظيفي المثري في النبات الطبي والتغذوي الموصوف لثرائه بالمستقبلات الثانوية (المركبات الفينولية والعفص... الخ). استناداً إلى مسحوق الأوراق والفاكهة من مختلف العينات (صنوبر حلب وصنوبر الصنوبر وبلوط الهولم) له تركيزات مختلفة وكذلك تقييم جودته التغذوية والقابلة للتسويق من خلال التحليلات الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية والحسية. وفقاً للتحليلات الفيزيائية الكيميائية، يتفاوت الرقم الهيدروجيني للزبادي من 4.80 إلى 5.10 بينما تتغير محتويات المستخلص الجاف والحموضة والدهون طوال فترة الصلاحية. تكشف الجودة الميكروبيولوجية للزبادي عن الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض (البكتيريا المعوية والمكورات العنقودية الذهبية والسالمونيلا) تظهر نتائج الفيزيائية الكيميائية والعضوية والميكروبيولوجية أن الزبادي المصنوع من مسحوق البلوط الأخضر تم اختياره كزبادي أفضل بين باقي المعايير الزبادي الوظيفي

الكلمات الرئيسية

، الفلافونويد، الفيزيائي الكيميائي، *Pinuspinea* L، *Pinushalepensis* Mill، *Quercus ilex*، Holm oak، النباتات الطبية، الميكروبيولوجي، الحسي