

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة امحمد بوقرة ، بومرداس

UNIVERSITE M'HAMED BOUGUARA, BOUMERDES



Faculté des Sciences
Département de Biologie

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Nutrition et Science des Aliments

Thème

Elaboration d'un yaourt à caractère fonctionnel

Présenté par : LAMRI KENZA

SAHNOUN RACHIDA

Le Jury :

Mme GANA- KEBOUCHE S.

Pr (UMBB)

Présidente

Mme LAGHA-BENAMROUCHE S.

MCA(UMBB)

Examinatrice

Mme AMELLAL-CHIBANE H.

Pr (UMBB)

Promotrice

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

*Louange à ALLAH, nous le glorifions, lui demandons aide et invoquons son pardon contre le mal de nos péchés, celui qui fut guidé, personne ne peut l'égarer et celui qui est égaré, personne ne peut le guider. nous témoignons qu'il n'y a point de divinité digne d'adoration sauf ALLAH, l'Unique, qui n'a point d'associé. Nous tenons à remercier du fond du coeur, notre promotrice **Mme AMELLAL** que nous estimons énormément. Nous avons beaucoup apprécié ses qualités d'enseignant et d'encadrement. Nous aimerons lui adresser nos plus vifs remerciements pour l'attention qu'elle a porté à ce travail pour la confiance qu'elle nous a toujours témoigné, son soutien, ses conseils, sa gentillesse et sa disponibilité qui est un des éléments majeurs du bon déroulement de ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont à l'égard des membres de jury en l'occurrence **Mme GANA** qui nous a fait l'honneur de présider ce jury et **Mme BENAMROUCHE** qui a accepté d'apporter sa contribution en examinant notre travail.*

Nous adressons, enfin et surtout, nos plus profondes gratitude et tout notre amour à nos familles qui ont su nous faire confiance et nous soutenir en toutes circonstances, ainsi qu'à tous nos proches amis

Merci

à ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans notre travail, nous les remercions du fond du coeur.

DEDICACES

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et
une immense joie que je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents

Aucune dédicace et aucun mot ne pourraient exprimer à leur juste valeur la gratitude et
l'amour que je vous porte.

Vous êtes la lumière de mes jours, la source de mes efforts et la flamme de mon cœur.

Que Dieu vous garde pour moi « inshallah ».

A mes chers frères, mes chères sœurs

qui m'ont toujours donné la force de continuer.

Je vous confirme mon attachement et mon amour, puisse dieu vous protège et vous garde pour
moi.

Merci de m'avoir soutenu, j'ai toujours pu compter sur vous.

Puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.

A toute ma famille

A tous mes amis (es)

Merci pour votre amour et encouragement avec tous mes vœux de

bonheur, santé et réussite.

A mon binôme Rachida, avec qui j'ai réalisé ce travail en partageant les moments de joie,
fatigue, stress et pression.

A tous ceux qui sont proches de mon cœur et dont je n'ai pas cité leur nom.

kenza♥

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents que je remercie pour leur amour, leur sacrifice, leur aide si précieuse, leur Encouragement et leur soutien tout le long de mon parcours car grâce à eux je suis arrivée jusque-là.

Que dieu vous préserve bonne santé et longue vie.

Je le dédie également

À mon très cher mari qui m'a motivé et soutenue tout au long de ce travail et pour son aide sa compréhension et sa patience

À mon trésor fils chihab

À mes chers frères

À mes chères sœurs, en particulier ma chère lynda

À mes nièces et neveux

À ma très chère amie Dibia

À ma très chère binôme Kenza avec qui j'ai réalisé ce travail en partageant les moments de joies, fatigue, stresse et pression

À toutes mes amies

À ma belle famille

A toute personne qui m'aime.

RACHIDA

SOMMAIRE

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	

Introduction.....	1
-------------------	---

Chapitre I : LE PIN D’ALEP

I. Définition	3
II. Systématique	3
III. Caractères botaniques du pin d’Alep	3
IV. Répartition géographique du pin d’Alep.....	5
IV.1. Dans le monde	5
IV.2. En Algérie	6
V. La composition chimique de Pin d’Alep	7
VI. Les métabolites de Pin d’Alep	8
VI.1. Les métabolites primaires	8
VI.2. Les métabolites secondaires	8
VI.2.1. Les composés phénoliques	9
VI.2.2. Les composés terpéniques	9
VI.2.3 Les composés azotés	9
VII. Les utilisations de pin d’Alep.....	10
VIII. Les propriétés thérapeutiques	11

CHAPITRE II : Le yaourt

I-Historique.....	12
II-Définition et réglementation	12
III. Les différents types de yaourt.....	13
IV. Les matières premières	14
V. Les bactéries caractéristiques de yaourt.....	15
V.1. Rôle des bactéries lactiques	17
V.2. Symbiose des bactéries lactiques.....	18
V.3. Les critères de choix des bactéries lactiques.....	19
VI. Diagramme de fabrication du yaourt.....	19
VII. Défauts et altération du produit.....	24
VIII. Caractérisation du yaourt.....	26

VIII.1. Paramètres physico-chimiques	26
VIII.2. Paramètres microbiologiques.....	26
IX. Valeur nutritionnelle et intérêt« thérapeutique » du yaourt	27
Conclusion	30
Références Bibliographiques	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Répartition du pin d'Alep dans quelques pays du monde.	6
Tableau II: Répartition de pin d'Alep en Algérie.	7
Tableau III: La composition chimique des graines de <i>P. halepensis</i>	7
Tableau IV: Teneur en minéraux des graines de pin d'Alep (mg/kg).	8
Tableau V: Activités biologiques des composés phénoliques.	9
Tableau VI: La quantité des principaux Composés de métabolites secondaires de Pin d'Alep.	10
Tableau VII: Composition générale du lait de vache.	14
Tableau VIII: Composition des différents types de poudres de lait (en %)	15
Tableau IX: Causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et indice sur la qualité de yaourt.	22
Tableau X: Les principaux défauts de goût rencontrés dans la fabrication des yaourts.	24
Tableau XI: Défaut de texture du yaourt.	25
Tableau XII: Défauts d'apparence du yaourt.	25
Tableau XIII: Réglementation concernant la quantité d'acide lactique et le pH dans le yaourt étuvé.	26
Tableau XIV: Critères microbiologiques du yaourt.	27
Tableau XV: Teneur moyenne pour 100 grammes de yaourt.	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1: photographies de l'arbre de <i>Pinus halepensis</i> (A), des cônes (B), des aiguilles(C) ,des graines(D).....	4
Figure 2: Les différentes parties de Pin d'Alep a: graine ; b: aiguilles ; c: fascicule; d: tronc et branches ; e : cône	4
Figure 3: Aire de répartition du Pin d'Alep en région méditerranéenne.....	5
Figure 4: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie.....	6
Figure 5: Observation au microscope électronique de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (x1000)	16
Figure 6: Observation au microscope électronique de <i>Streptococcus Thermophilus</i> (x1000) ...	16
Figure 7: Interaction de <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait	19
Figure 8: Diagramme de fabrication du yaourt étuvé et brassé.....	20
Figure 9: Chaine de fabrication d'un yaourt ferme	21
Figure 10: Chaine de fabrication d'un yaourt brassé.....	21

LISTE D'ABREVIATIONS

- **CMC** : Carboxy-Méthyle Cellulose.
- **EST** : Extrait Sec Total.
- **FAO**: Food and Agriculture Organization.
- **FIL** : La Fédération Internationale du Lait.
- **JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.
- **MG** : Matière Grasse.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

INTRODUCTION

Introduction

Le Lait et les produits laitiers ont une bonne source de nombreux nutriments précieux et de minéraux dans l'alimentation humaine. Parmi ces produits, le yaourt a gagné une popularité en raison de son acceptabilité par les consommateurs dans le monde et en Algérie en particulier avec une consommation annuelle de 95 litre par ans (FAO / OMS, 2009).

Avec les progrès technologiques réalisés, le yaourt apparait comme le produit laitier très digeste qui possède une grande valeur nutritionnelle et qui est apprécié pour son goût et sa texture. C'est un produit consommé, la plus part du temps, comme dessert, il convient à toutes les tranches d'âge (Rohman *et al.*, 2010).

Selon le Codex Alimentarius, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* sous espèce *thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait ...). Les microorganismes doivent être viables et abondants (Lubin, 1995).

Ces dernières années, le déséquilibre alimentaire est hautement responsable de l'augmentation des cas de maladies cardiovasculaires, de cancer, et autres maladies dégénérative. Il est impératif d'avoir une alimentation saine et équilibrée (Dupire, 2011).

L'industrie agro-alimentaire doit actuellement faire face à une réduction des marges bénéficiaires sur les produits traditionnels. Elle cherche donc à ajouter de la plus-value à certains de ses produits et le développement des produits "santé" est une alternative très intéressante, à une époque où la relation alimentation-santé est reconnue (Tabart *et al.* 2006).

Par ailleurs, les produits laitiers fermentés présentent de nombreux avantages pour la santé en raison des propriétés fonctionnelles de leurs micro-organismes et métabolites viables. Leur consommation élevée a également été liée à l'amélioration de la digestion du lactose pour les personnes intolérantes. Ainsi qu'un certain nombre d'études se sont concentrées sur la modification partielle de la composition du yaourt afin d'améliorer ses propriétés en augmentant la contribution nutritionnelle.

En parallèle, plusieurs ingrédients alimentaires ont été inclus dans des formulations des plusieurs types de yaourts pour améliorer leurs valeurs nutritionnelle et organoleptique ainsi que leurs propriétés physicochimiques et texturales tels que : les fibres alimentaires, la poudre de dattes, les thés verts et noirs, la farine de lentille, la poudre des graines de lin, Cucumis melo, microparticules lipidiques solides chargées de bêta-carotène, la poudre de thé vert, Phycocyanine, la poudre de pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), la poudre d'écorce de grenade et du miel (Staffolo *et al.* 2004; Amellal, 2008; Jaziri, *et al.* 2009; Zare *et al.* 2011; Mihoubi, 2018; Kermiche, 2018; Molina *et al.* 2018; Chang Heet *et al.* 2018; Mohammadi-Gouraji *et al.* 2018; Boudieb, 2019; Kennas, 2020).

Dans le but d'augmenter la valeur nutritionnelle des yaourts, de valoriser une plante spontanée à caractère médicinal tel que le Pin d'Alep «*Pinus halepensis* Mill.», d'élaborer des aliments fonctionnel, un état d'art est présenté dans ce travail vérifiant la faisabilité de l'ajout des «*graines*» de pin d'Alep «*Pinus halepensis* Mill.» peu exploité comme ingrédient d'enrichissement des yaourts. Ce travail est subdivisé en deux chapitres essentiels, le premier

chapitre est consacré à l'étude de (*pinus halepensis* Mill.), un second chapitre qui consiste à donner des généralités sur yaourt.

CHAPITR I

LE PIN D'ALEP

« *PINUS HALEPENSIS* MILL. »

I. Définition

Le Pin d'Alep ou *Pinus halepensis* est un conifère de la famille des Pinacées fut décrit par le botaniste écossais **Philip Miller** en 1768. C'est un arbre circum méditerranéen que l'on trouve à l'état spontané autour du bassin méditerranéen, sauf en Egypte. Mais c'est en Afrique du Nord qu'il semble avoir actuellement son centre de gravité et surtout en Algérie et en Tunisie où il constitue les massifs les plus importants. Du point de vue bioclimatique, on le rencontre dans les étages bioclimatiques méditerranéens arides supérieurs, semi-arides, subhumides et humides (**Panetsos, 1980**).

La taxonomie de pin d'alep (*Pinus halepensis*) est la suivante :

I. Systématique

Selon **Nahal, 1962**, le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est l'essence caractéristique de l'étage bioclimatique méditerranéen semi-aride, il est classé comme suit :

- **Règne** : Plantae
- **Sous-règne** : Tracheobionta
- **Embranchement** : Phanérogames
- **Sous embranchement** : Gymnospermes
- **Classe** : Conifères
- **Ordre** : Coniférolespinoidines
- **Sous ordre** : Abiétales
- **Famille** : Pinacées
- **Sous-famille** : *Pinoideae*
- **Genre** : *Pinus*
- **Sous genre** : *Eupinus*
- **Espèce** : *Pinus halepensis*.
- **Nom scientifique** : *Pinus halepensis*.
- **Nom commun**: Pin d'Alep.
- **Noms usuels (Nahal, 1962)** : Pin d'Alep, pin de Jérusalem, pin blanc (France). Aleppo pine, Jerusalem pine (Angleterre). Sanaouber halabi (pays arabes).
- **Noms vernaculaires** : Azoumbei (Berbère)

Snouber (arabe)

Zkougou (la graine)

III. Caractères botaniques du pin d'Alep

Pinus halepensis Mill. est un arbre forestier résineux de deuxième grandeur qui, selon les conditions du site, peut vivre jusqu'à 200 ans. Il peut atteindre une hauteur de 25 à 30 m et une circonférence de plus de 3 m, il est souvent penché et peu droit avec une cime écrasée, irrégulière et claire mais ses branches sont assez étalées (**Yaniv et Dudai, 2014**).

La description de l'espèce se base sur les critères suivants :

III.1.L'écorce riche en tannin, lisse de couleur grise- argentée chez les jeunes arbres, puis devient écailleuse et plus sombre de couleur brune rougeâtre chez les adultes, il est très inflammable (KADIK, 1950).

III.2.Les aiguilles ou les feuilles sont de 6 à 10 cm de long avec une largeur de 1 mm, très fines, Molles, lisses et aigus, groupées en pinceaux à l'extrémité des rameaux, leur couleur est vert jaunâtre (Nahal, 1962).

III.3.Les Cônes sont gros avec une taille de 6 à 12 cm avec un pédoncule épais de 1à 2 cm, Souvent isolés et réfléchis. Ils sont pourpres puis brun lustré avec des écussons aplatis, persistant plusieurs années sur l'arbre (KADIK, 1987).

III.4.Les graines sont de petite taille de 5 à 7 mm à aile longue, brun gris sur une face et gris moucheté de noir sur l'autre face (Kadik, 1987). L'arbre de pin d'Alep produit également une graine comestible (Yaniv et Dudai, 2014).



Figure 1:photographies de l'arbre de *Pinus halepensis* (A), des cônes (B), des aiguilles(C), des graines(D).

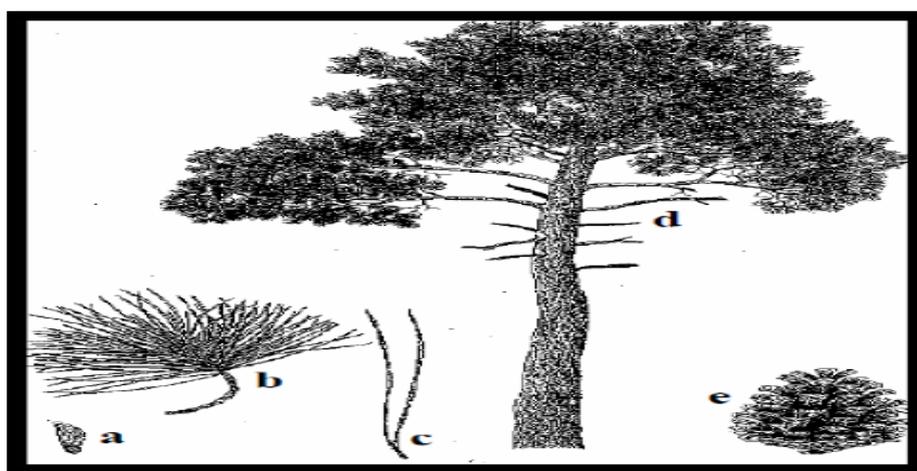


Figure 2:Les différentes parties de Pin d'Alep a: graine ; b: aiguilles ; c: fascicule; d: tronc et branches ; e : cône (kadari, 2012).

IV. Répartition géographique du pin d'Alep

IV.1. Dans le monde

Selon **Quezel (2000)**, le pin d'Alep se trouve à l'état spontané autour du Bassin méditerranéen, sauf en Egypte. Il est très répandu en Afrique du Nord surtout en Algérie et Tunisie où il constitue les massifs les plus importants. Ses forêts occupent plus de 2.5 millions d'hectares réparties dans certains pays situés sur le pourtour de la Méditerranée (Figure 03).

- En Espagne, il constitue 15 % de la superficie boisée (surtout sur les chaînes littorales de Catalogne, de la région de Valence et Murcie). Aux îles Baléares, il monte jusqu'à 1.200 m d'altitude. En Corse, sa spontanéité est douteuse (région de Saint Florent) (**Kadik, 1987**).
- En France, il est assez peu répandu et épars à l'Ouest du Rhône mais beaucoup plus fréquent en Provence
- En Italie, le pin d'Alep n'est jamais abondant, quelques localités en Sardaigne et en Sicile.
- Il est représenté peu en Yougoslave, en Grèce, en Turquie, par des peuplements relativement importants en Palestine et en Jordanie (**Quezel et Barbero, 1992**) et quelques boisements en Syrie et au Liban (**Kadik, 1987**).
- En Lybie, il existe dans quelques localités en Cyrénaïque littoral ; en Tunisie, il occupe 370.000 ha surtout sur les Montagnes de la dorsale tunisienne et au Maroc 65.000 ha dans le Rif, le moyen et le haut Atlas (**Ammari et al. 2001**).

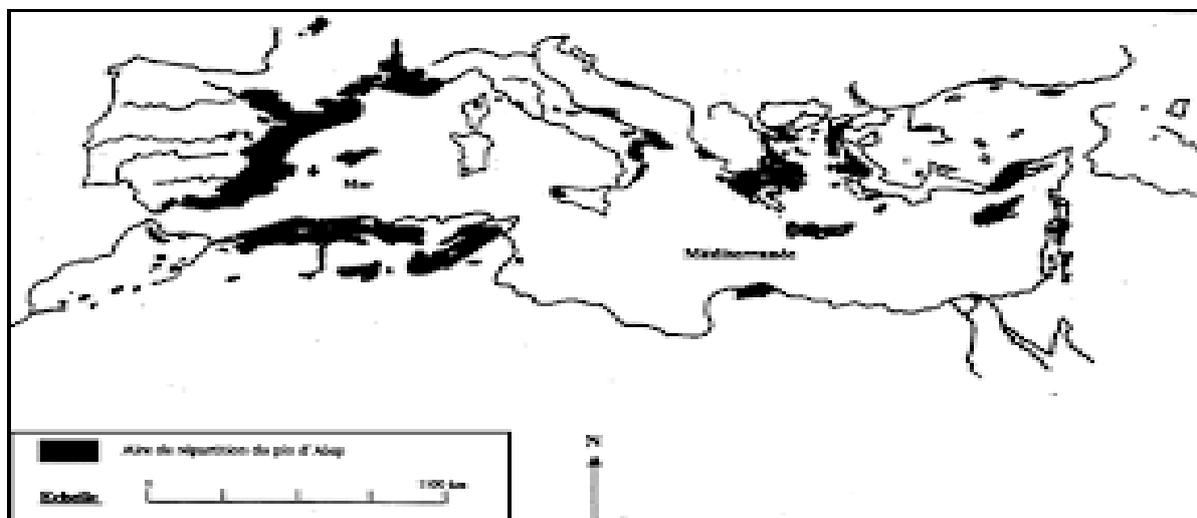


Figure 3: Aire de répartition du Pin d'Alep en région méditerranéenne (**Quezel, 2000**).

Le tableau I montre clairement la répartition du pin d'Alep dans quelques pays du monde.

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

Pays	Superficie (ha)	Source
Algérie	800,000	Mezali (2003)
Maroc	65,000	Bakhiyi (2000) in Bentouati, (2006)
Tunisie	170,000 à 370,000	chakroun (1986)
France	202,000	Couhert et Duplat (1993)
Espagne	1,046,978	Montéro,2000,inBentouati, (2006)
Italie	20,000	Seigue (1985)

IV.2. En Algérie

En Algérie, le pin d'Alep est très fréquent sur tous les massifs montagneux (Figure 04, tableau II), du Tell littoral à l'Atlas Saharien et s'il a souvent été fort maltraité par l'homme il en reste néanmoins de vastes peuples en montagne d'Oranie (régions de Bel Abbès, Saida, Ouarsenis), dans l'Algérois (Medea, Boghar, Montagne de Bibans, Montagne des Ouled Nail), et dans le Constantinois (Aurès, région de Tebessa surtout) (**Kadik, 1983**).

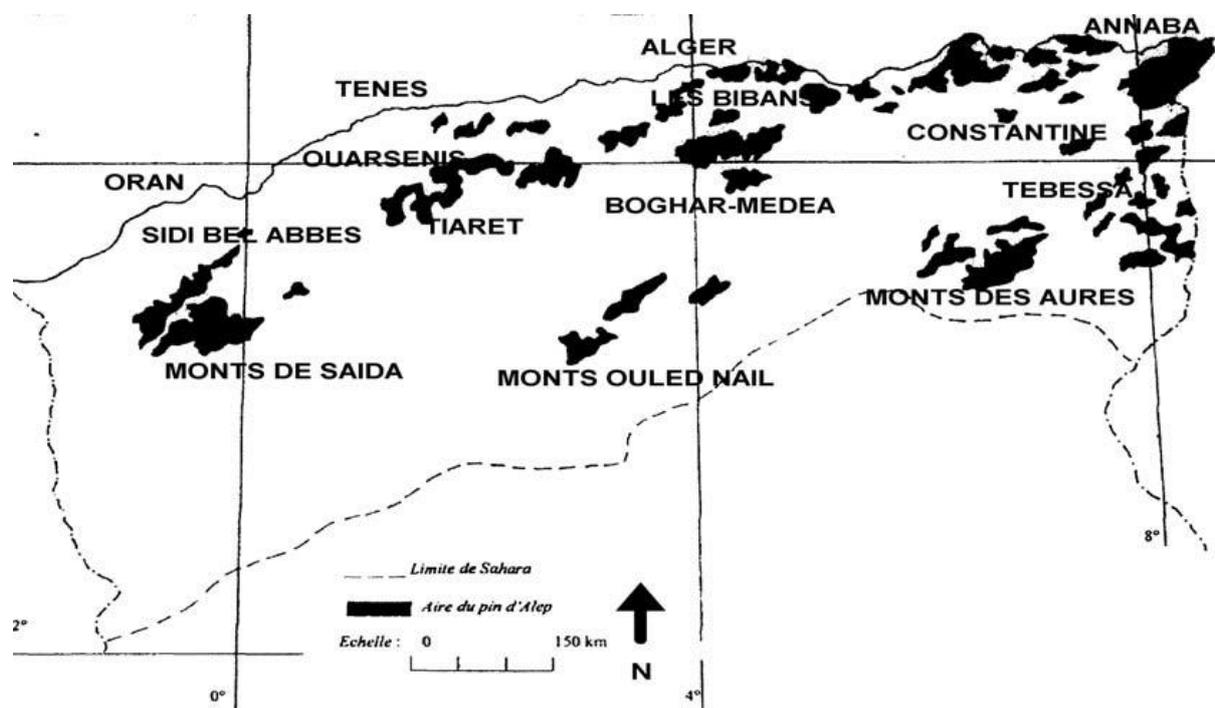


Figure 4:Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (**KADIK, 1987**).

Tableau III: Répartition de pin d'Alep en Algérie (Bentouati, 2006).

Région	Superficie (ha)
Djurdjura	36,000
Tebssa	90,000
Medéa, Bogher	52,000
Aurès	100,000
Theniet el hed	47,000

V. La composition chimique de Pin d'Alep

De nombreux travaux ont mis en évidence la richesse des extraits des graines de pin d'Alep en plusieurs constituants hétérogènes. Les travaux de (Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006) ont montré que ces graines contiennent une multitude de composés chimiques (Tableau III).

Tableau IV: 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
polyphénols totaux	3,71
flavonoïdes	0,80
Potassium Magnésium calcium	1
acides gras insaturés :	
Acide oléique	27.3
Acide linoléique	48.8
Acides gras saturés :	
Acide palmitique	8.75

Les graines de pins sont des graines oléagineuses riches en huile (**Tillman-Sutela et al. 1995**), ce dernier est plein en vitamines essentielles E ; F, connues pour leur haut niveau physiologique et propriétés antiacides, B1; B2 ; B3; provitamine A (bêta-carotène) ainsi qu'en macroéléments qui ont un pouvoir nutritif et d'autre caroténoïdes (**Kadri, 2012**).

Cette huile contient aussi des micros éléments comme le magnésium; zinc; fer; cuivre; iode; calcium; phosphore; manganèse; cobalt et une grande quantité des acides gras polyinsaturé. Ces éléments, qui ont un effet bénéfique pour la santé, sont fortement présents dans les graines du *Pinus halepensis*, (**Cheikh-rouhou et al., 2006**), comme le montre le tableau IV. L'huile de pin contient également jusqu'à 5% de substances azotés, dont 90% sont les acides aminés, parmi lesquels 70% sont des aminoacides essentiels (**Kissileff et al.2003**).

Tableau V:Teneur en minéraux des graines de pin d'Alep (mg/kg) (**Cheikh-rouhou et al.2006**).

Élément	mg/kg
Potassium	6171 ± 12.0
Magnésium	3303 ± 9.8
Calcium	1167 ± 4.9
Phosphore	568 ± 0.8
Sodium	69.6 ± 0.1
Fer	271 ± 1.8
Cuivre	22.5 ± 0.1
Zinc	134.9 ± 0.4
Manganèse	51.3 ± 0.1

VI. Les métabolites de Pin d'Alep

VI.1.Les métabolites primaires

Les métabolites primaires des graines de pin d'Alep représentent tous les processus de bases, tels que la croissance ou la respiration qui sont vitaux pour la plante. Ils sont localisés dans toutes les parties de l'organisme avec de grande quantité (acides nucléiques, protéines, lipides et les hydrates de carbone) (**Diallo, 2000**).

VI.2.Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante. Ils y jouent différents rôles, dont celui de moyen de défense contre les agressions externes. Cependant, ils ne sont pas toujours nécessaires à la survie de la plante (**Donatien et al. 2009**).

Les principaux composés de métabolites secondaires sont :

- Les composés phénoliques.
- Les composés terpénoïdes.
- Les composés azotés.

VI.2.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques ou les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, largement distribués possédant plusieurs groupements phénoliques, avec ou non d'autres fonctions (**Bahroun, 1997**).

Le terme « composés phénoliques » englobe les phénols simples, les acides phénoliques, les coumarines, les flavonoïdes, les stilbènes, les tannins, les saponines, les phytostérols et les lignanes (**Stalikas, 2007**).

Les polyphénols prennent une importance croissante, notamment à cause de leurs effets bénéfiques sur la santé. En effet, leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neurodégénératives. Ils sont également utilisés comme additifs pour l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (agrobio).

Les polyphénols sont associés à de nombreux processus physiologiques dans la qualité alimentaire, impliqués lorsque la plante est soumise à des blessures mécaniques. La capacité d'une espèce végétale à résister à l'attaque des insectes et des microorganismes est souvent corrélée avec la teneur en composés phénoliques (**Leong and Shui, 2002**). Le tableau V résume les différentes activités biologiques des composés phénoliques :

Tableau VI: Activités biologiques des composés phénoliques (**Ribeiro et al. 2001; Marongiu et al. 2004**).

Polyphénols	Activité
Acides Phénols (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes, Antifongiques, Antioxydantes
Coumarines	Protectrices vasculaires et antioedémateuses
Flavonoïdes	Antitumorales, Anticarcinogènes, Anti-inflammatoires, Hypotenseurs et diurétiques Antioxydantes
Anthocyanes	Protectrices capillaroveineux
Proanthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydantes, Antitumorales, Antifongiques, Anti-inflammatoires.
Tannins galliques et catéchiqes	Antioxydantes

VI.2.2. Les composés terpéniques

Les terpénoïdes constituent probablement la plus large classe de composés secondaires. Comme les dérivés des acides gras, tels que les acétogénines, les terpènes qui ont pour origine biosynthétique l'acétyl CoA ou le malonyl CoA. Néanmoins, ils ne sont pas spécifiques des végétaux puisque le squalène, le cholestérol ou encore des sesquiterpènes et des diterpènes se rencontrent chez les animaux (**Krief, 2003**).

VI.2.3. Les composés azotés

Les composés azotés sont assimilés dans les graines sous forme d'acides aminés et de protéines. Le stockage et la remobilisation de l'azote sont importants pour la production de

graines et pour le contenu de ces graines en azote. Ce contenu déterminera la capacité de germination et la survie des nouvelles générations (**Masclaux-Daubresse et al.2010**).

Tableau VII: La quantité des principaux composés de métabolites secondaires de Pin d'Alep (**Nam, 2014**).

composés	Quantités	Références
Terpènes (µg / g) l'α-pinène (E)-β-caryophyllène δ-3-carène	1488 650 285	Ormeño et al., (2007).
Anthocyanes (%) prodéphinidine procyanidine	93.6 6.4	Kaundun et al., (1998).
Flavonols(%) quercétine isorhamnétine kaempférol	26.2 26.2 23.2	
composés phénoliques (µg / g) acides protocatéchique vanilique coumarique	71 24 18	
Composés azotés (%) acides aminés	5 90% (dont70% sont des aminoacides essentiels)	Kissileff et al., (2003).

VII. Les utilisations de pin d'Alep

Depuis l'Antiquité et jusqu'à ce jour, le pin d'Alep est traditionnellement utilisé dans :

- Des programmes de reboisement des sols dégradés, cas de la « ceinture verte » dans le Sud de l'Algérie (**Maestre et Cortina, 2004**).
- La production du bois, qui est utilisé en construction, industrie, menuiserie, pâte à papier, l'étagage des mines, la construction navale et la charpenterie (**Lahouati, 2000**).
- Le domaine cosmétique grâce à sa richesse en acide gras, vitamine E, polyphénols et antioxydants naturelles (**Colonel et al. 2011**). Tandis que l'extrait d'écorce de pin d'Alep est utilisé comme anti-âges (**Šarac et al.2014**).
- Le domaine agroalimentaire, la pâtisserie (pate de zgougou en Tunisie) (**Abbou et al. 2020**) , dans la cuisine (comme ingrédient pour les soupes, vinaigre,ect) (**kadari, 2012**).
- L'aromathérapie, ou l'huile de pin est utilisée dans les massages de la peau (**Kissileff et al. 2003**).

VIII. Les propriétés thérapeutiques

La plupart des pins sont considérés 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**). Ils sont utilisés en médecine traditionnelle algérienne, comme :

- Antiseptique puissant à action dynamisant ; recommandé dans toutes les infections des voies respiratoires, les infections urinaires, les calculs biliaires.
- Rubéfiant et balsamique, efficace dans les affections pulmonaires: la grippe, la sinusite, les rhumatismes (**Sanchez-Moreno 2002**).
- La térébenthine est une huile essentielle issue de *Pinus halepensis* (**Ghanmi et al. 2007**). Cette substance a une longue tradition d'utilisation réparatrice comme rubéfiant tonique pour le traitement des maladies rhumatismales (**Šarac et al. 2014**), aussi elle contient des antioxydants qui sont bénéfiques à l'organisme tout en entier (**kadari, 2012**).

Cependant, les huiles essentielles des espèces de Pinus ont été signalées avoir une variété de propriétés thérapeutiques

- les huiles d'aiguille de pin sont principalement utilisées en médecine populaire pour la guérison des infections respiratoires accompagnées de toux, de bronchite, d'asthme bronchique, d'emphysème, de trachéite, de sinusite, de laryngite, de pharyngite et de grippe (**Šarac et al. 2014**).
- l'extrait d'écorce de pin est utilisé dans les cosmétiques anti-âges (**Šarac et al. 2014**).

En effet, l'huile de graine de pin a été signalée comme une source importante d'antioxydants naturels.

CHAPITRE II

LE YAOURT

I-Historique

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) provient de « yoghurmark » qui signifie « épaissir » (**Tamine et Deeth, 1980**). Ce produit avant de connaître une consommation de niveau industriel n'était qu'un simple produit issu d'une fabrication traditionnelle par les crémeries ainsi que les producteurs de lait. C'est à partir du milieu du XXème siècle que les industriels se sont mis à produire en masse des yaourts, diminuant ainsi son côté traditionnel (**Lannabi et al. 2015**).

Depuis près de 8000 ans, l'homme consomme des yogourts et divers produits laitiers. Ces derniers sont issus de la fermentation lactique du lait, qui consiste à la transformation de glucose, lui-même présent à la base dans le lactose du lait en acide lactique. L'acidité ainsi obtenue permet au produit laitier de se conserver plus longtemps, empêchant des microorganismes potentiellement pathogènes d'envahir le produit (**Erik, 2011**).

Le scientifique français Louis Pasteur démontra en 1855 que la fermentation se fait sous l'action de microorganismes, ce qui est également le cas pour les yogourts. Ainsi, deux espèces de bactéries appelées « ferments traditionnels » sont utilisées pour fermenter le lait à une température d'environ 42°C. Il s'agit des *Lactobacillus bulgaricus* et des *Streptococcus thermophilus* (**Erik, 2011**).

II- Définition et réglementation

C'est dans la catégorie des laits fermentés obtenus par action de bactéries lactiques thermophiles que se classe le yaourt, il est obtenu, selon la fédération internationale laitière (FIL), par le développement des seules bactéries lactiques *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, qui doivent êtreensemencées simultanément et trouvées vivantes dans le produit à raison d'au moins 10⁷ bactéries/g.

En fonction de la technologie de fabrication, les yaourts sont divisés en deux groupes :

- **Yaourts fermes**, dont la fermentation a lieu en pots. Ce sont généralement des yaourts natures ou aromatisés.
- **Yaourts brassés**, dont la fermentation a lieu en cuves avant le conditionnement. Ce sont généralement des yaourts brassés natures ou aux fruits (**Luquet et Carrieu , 2005**).

Les critères pris en compte par le *codex alimentarius* et la FIL dans la réglementation du yaourt sont les suivants :

- **Dénomination du produit:** elle varie selon les langues, mais les termes les plus utilisés sont <<yoghurt >>. <<yoghurt >> ou <<yaourt >>.
- **Le Type de produit:** il est défini souvent en fonction de teneur en matière grasse ou de l'adjonction éventuelle d'ingrédients (yoghourt partiellement écrémé ou maigre, yoghurt écrémé, le yoghurt sucré et le yoghurt nature).
- **Le type de ferment utilisé:** selon la FIL, et de nombreux pays, la dénomination <<yaourt >> nécessite l'utilisation obligatoire et exclusive des deux ferments caractéristiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus* (**Luquet et carrieu, 2005**).
- **La quantité de ferment contenue dans le produit fini:** la FIL fixe la quantité de ferments vivants égale à 10⁷ bactéries par gamme apportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation.
- **La viabilité de la flore lactique:** flore viable pendant toute la durée de vie (28jours).

- **Ingrédients laitiers:** lait pasteurisé, congelé, écrémé, concentré, en poudre, crème et caséines, etc.
- **Ingrédients non laitiers:** une multitude d'ingrédients peut être incorporée dans le yaourt. Il peut s'agir par exemple de fruits sous différents forme (purée, jus, pulpe, sirop, etc.), de céréales, de légumes ou de sucre. La quantité d'ingrédients non laitiers est fixée par le codex alimentarius, la FIL et la plupart des pays à moins de 30% en poids du produit fini.
- **pH:** La FIL préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique .Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6% à 15%. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6.
- **Taux de matière grasse :** Il doit être minimum, inférieur à 3%(m/m) dans le cas des yaourts (nature sucre ou aromatisé) compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés.
- **Teneur en protéines:** elle est égale à 2,8% dans le produit fini (**Luquet et carrieu, 2005**).

III. Les différents types de yaourt

Selon la technologie de la fabrication : en fonction de la technologie les yaourts sont classés en :

- **Le Yaourt étuvé :** un yaourt ferme dont la fermentation a lieu en pot et toute addition de fruits ou arôme est réalisé avant que la fermentation débute, se sont généralement des yaourt naturels.
- **Le Yaourt brassé :** dont la fermentation se fait en cuve, le coagulum obtenu est alors dilacéré et brassé pour être rendu plus au moins visqueux puis conditionné en pot (**Luquet, 1986**).
- **Le yaourt à boire :** à une texture liquide pour être consommé sans cuillère comme une boisson. Après avoir été brassé, il est battu dans les cuves jusqu'à l'obtention de la texture souhaitée et enfin conditionné en bouteilles.
- **Yaourt aux fruits :** les fruits, les sirops de fruit, peuvent être ajoutés au yaourt. Ils sont placés sur le dessus, sur le fond, ou remués dans le yaourt (**Robinsons et Tamine, 1986 ; Yildiz, 2010**).

Selon la teneur en matière grasse: en fonction de la teneur en matière grasse on distingue :

- **Yaourt entier :** Le yaourt est à base de lait entier. Il renferme 3 à 4% de matière grasse et contient au minimum 3%.
- **Yaourt partiellement écrémé:** C'est un produit qui renferme moins de 3% (en poids) de matière grasse; en pratique industrielle (**Guyot, 1992**).
- **Yaourt écrémé (maigre):** le produit contient au maximum 0.5 % (en poids) de matière grasse et de 0.05 à 0.1% de protéines (**Guyot, 1992**).

Selon le goût :

- **Yaourt nature :** sans adition.
- **Yaourt sucré :** Au quel on a ajouté uniquement un ou plusieurs sucres (l'hydrate de carbone et ou l'édulcorant autorisé par la réglementation en vigueur) (**FAO/OMS, 2000**).

- **Yaourt aux fruits** : Moins de 30% d'éléments ajoutés (FAO/OMS, 2000).
- **Yaourt aromatisés** : Aux arômes naturels ou de synthèses autorisées par la législation (FAO/OMS, 2000).

IV. Les matières premières

- **Le lait frais**

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait dont, pour l'essentiel, le lait de vache qui doit être de bonne qualité, microbiologique, exempt de d'antibiotique, ou d'autres inhibiteurs et parfaitement homogénéiser. Il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche contenant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux (Amellal-Chibane, 2008), le tableau VII présente la composition générale du lait de vache (Jeantet *et al.* 2008).

Tableau VIII: Composition générale du lait de vache (Jeantet *et al.* 2008).

Constituants majeurs	Variation limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5-89,5	87,5
Matière grasse	2,4-5,5	3,7
Protéines	2,9-5,0	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,6
Minéraux	0,7-0,9	0,8
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, pigments, cellules diverses, gaz.		

- **La poudre de lait**

Le lait en poudre est un produit solide obtenu par élimination de l'eau du lait, du lait entièrement ou partiellement écrémé, de la crème ou d'un mélange de ces produits et dont la teneur en eau n'excède pas 5 % en poids du produit fini (taux d'humidité maximale). La qualité hygiénique doit être excellente.

Aux termes de la norme FAO (2018), on distingue trois catégories de lait en poudre, entier, partiellement écrémé et totalement écrémé dont la composition est donnée sur le tableau VIII.

Tableau IX: Composition des différents types de poudres de lait (en %) (FAO, 2008).

composants	Lait en poudre	Lait en poudre	Lait en poudre
	Entier	Partiellement écrémé	Ecrémé
Matières grasses	26-40	1,5-26	≤1,5
Eau maximum	5	5	5

- **L'eau**

L'eau est l'une des matières premières de tous les types des produits laitiers reconstitués et recombinaés. Elle doit être potable, de bonne qualité, dépourvue de microorganismes et d'un niveau de dureté acceptable (Gosta, 1995).

- **Les additifs**

En outre, d'autres additifs sont rajoutés au mélange afin d'améliorer les caractéristiques physicochimiques des yaourts tels que Les constituants non laitiers qui se composent des édulcorants, des stabilisateurs, des fruits et des colorants. Des édulcorants tels que le sirop de sucrose, de sucre inverti, de fructose, de glucose ou de galactose sont ajoutés principalement pour des préférences du goût (Tamine et Robinson, 1999).

Des stabilisateurs tels que les gommes naturelles, les gommes naturelles modifiées ou les gommes synthétiques sont ajoutés pour améliorer et maintenir la fermeté et l'uniformité de gel et améliorent également la perception dans la bouche. Les stabilisateurs typiques de yaourt incluent la carboxy-méthyle cellulose (CMC), la gomme de guar, la gomme de xanthane, les carraghénanes ou les pectines (Soukoulis *et al.* 2007).

Les hydrocolloïdes stabilisent spécifiquement les structures de gel, augmentent la viscosité et forment un réseau avec les constituants de lait (Teles et Flores, 2007).

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous formes de préparation des fruits avec ou sans sucre ajouté. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruit, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (Vignola, 2002).

V. Les bactéries caractéristiques de yaourt

La caractéristique particulière de yaourt est celle de contenir un nombre considérable de ferments lactiques représentés par une association de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (Lusiani et Bianchi, 1974).

➤ *Lactobacillus bulgaricus* qui apporte au yaourt son acidité (Figure 05).

Le lactobacille est une bactérie à Gram positif, non sporulée, microaérophile et généralement non mobile. Il peut se présenter sous la forme de bâtonnet longs et fin ou très court ou coccobacille, où la formation de chaînes de cellules est courante (Devos *et al.* 2009). Cette bactérie est thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ 42°C (Marty Teysset *et al.* 2000).

Le lactobacille participe activement au développement de l'arôme typique du yaourt, grâce à l'action des athréonine-aldolase, qui conduit à la synthèse d'acétaldéhyde à partir de la thréonine. Il synthétise exclusivement l'isomère D(-) de l'acide lactique (Zourari et Desmazeaud, 1991).

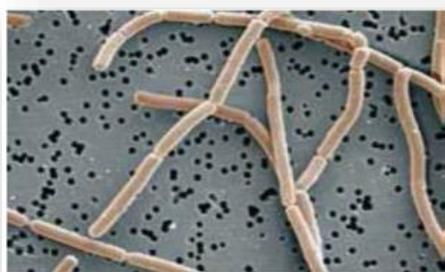


Figure 5: Observation au microscope électronique de *Lactobacillus bulgaricus* (x1000) (Terre, 1986).

➤ *Streptococcus thermophilus* qui développe les arômes est un cocci Gram positif (Figure 06), anaérobie facultative, non mobile, on le trouve dans les laits et les fromages (Dellaglio *et al.* 1993). C'est une bactérie thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60 °C pendant 30 minutes (Dellaglio *et al.* 1993).

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



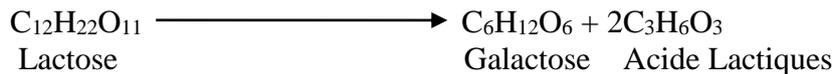
Figure 6: Observation au microscope électronique de *Streptococcus Thermophilus* (x1000) (Terre, 1986).

V.1. Rôle des bactéries lactiques

- **La production de l'acide lactique**

La production de l'acide lactique, est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologies laitières, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien (**Schmidt et al. 1994**).

L'acidification résulte de la dégradation d'une partie du lactose du lait en acide lactique. En effet en présence de B-galactosidase, enzyme sécrétée par les bactéries lactiques, le lactose est hydrolysé en glucose et galactose (**Bourgeois et al. 1996**).



Le galactose s'accumule et le glucose est transformé en acide pyruvique par l'ensemble des réactions de glycolyse de la cellule. Enfin l'acide pyruvique est transformé en acide lactique comme produit principal (**Alias et Liden, 1997**):



La production de l'acide lactique a pour effet de diminuer le pH du lait, dès que celui-ci atteint le point isoélectrique de la caséine (pH =4,6) : il y a formation d'un caillé dont la fermeté et la viscosité dépendent du pH final et de l'activité protéolytique des souches (**Mahaut et al. 2000**).

- **La production des composants aromatisants**

En plus de la production de l'acide lactique, les bactéries lactiques produisent une quantité plus ou moins importante de composés secondaires, tel que : le diacétyl, acétaldéhyde, l'éthanol, le gaz carbonique et l'acide formique, ces composés participent au développement de la saveur et de l'arôme du produit laitier (**Schmidt et al. 1994**).

- **L'activité protéolytique**

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries doivent dégrader la fraction protéique du lait constitué de caséines et de protéines sériques. Leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distincts: les protéases et les peptidases, leurs activités varient en fonction des facteurs physico-chimiques (**Frederikson, 1996**).

- **L'activité lipolytique**

Cette activité lipolytique est très faible obtenue par certains micro-organismes comme *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus*. Grâce à leur lipase, ils peuvent dégrader la matière grasse et les acides gras libres du lait et entraînent l'apparition d'odeur rance dans le produit laitier (**Vignola, 2002**).

- **La production des agents épaississants**

Certaines bactéries lactiques utilisent les sucres pour produire des molécules plus grosses appelées des polysaccharides qui jouent le rôle d'agent de texture et donne au produit fini des caractères rhéologiques particuliers portant notamment sur la viscosité (**Ferderikson, 1996**).

- **L'activité inhibitrice**

Les bactéries lactiques sont connues et utilisées pour les propriétés antagonistes qu'elles développent. Ces propriétés sont dues aux principaux métabolites excrétés, acides lactiques,

autres acides organiques, diacétyl, éthanol, peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), mais surtout aux bactériocines que certaines bactéries sont capables de synthétiser (**Ferderikson, 1996**).

V.2. Symbiose des bactéries lactiques

Streptococcus thermophilus et *Lactobacillus bulgaricus* se développent bien en association, c'est la symbiose dans des cultures mixtes ayant un intérêt à la fois d'ordre technologique et nutritionnel (Figure 07).

Les deux espèces, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont micro-aérophiles et vivent ensemble en symbiose dans le yaourt en produisant d'avantage d'acide lactique. Pour se développer, ces bactéries ont besoins d'acides aminés et de peptides. Or, le lait n'en contient que de faible quantité permettant seulement d'assurer le démarrage de leur croissance. Sauf que le *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque les caséines du lait en libérant les peptides permettant au *Streptococcus thermophilus* de poursuivre sa croissance. De plus le CO₂ issue de la décarboxylation de l'urée a un rôle stimulateur vis-à-vis des *Lactobacillus bulgaricus* (**Driessen, 1982**).

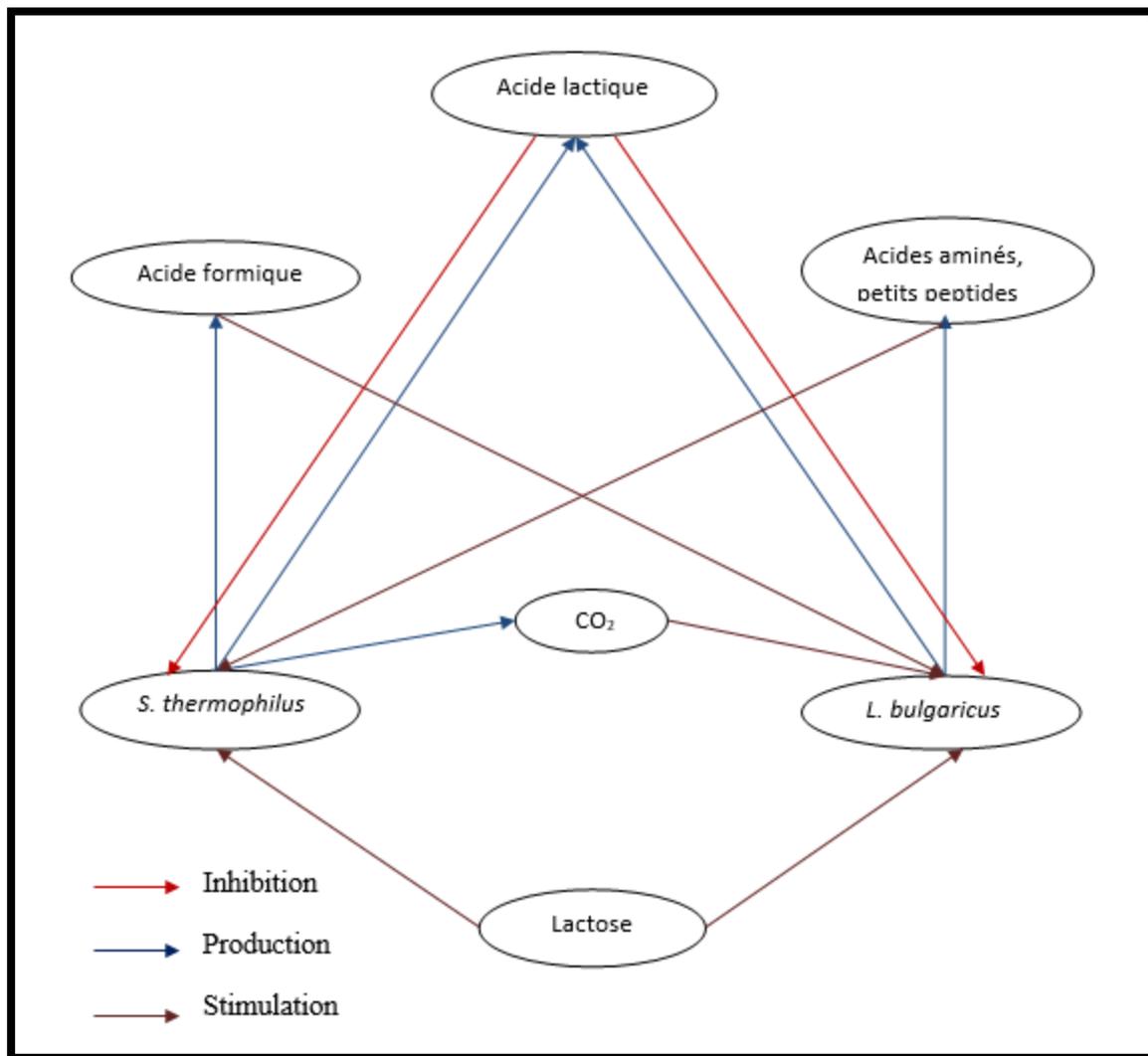


Figure 7: Interaction de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Romain *et al.*, 2008).

V.3. Les critères de choix des bactéries lactiques

Dans la plupart des procédés industriels de transformation du lait, les bactéries lactiques présentes dans le lait cru sont détruites lors de la pasteurisation. Elles doivent être réintroduites par des ferments composés des souches préalablement sélectionnées, suivant des critères d'aptitude technologique et organoleptique : acidification, production des composants de saveur et d'arôme, dégradation des protéines, résistance aux bactériophages (Schmidt *et al.* 1994).

VI. Diagramme de fabrication du yaourt

Le diagramme de fabrication d'un yaourt ferme et étuvé ainsi que leurs chaînes technologiques de fabrication sont donnés dans les figures 08, 09 et 10:

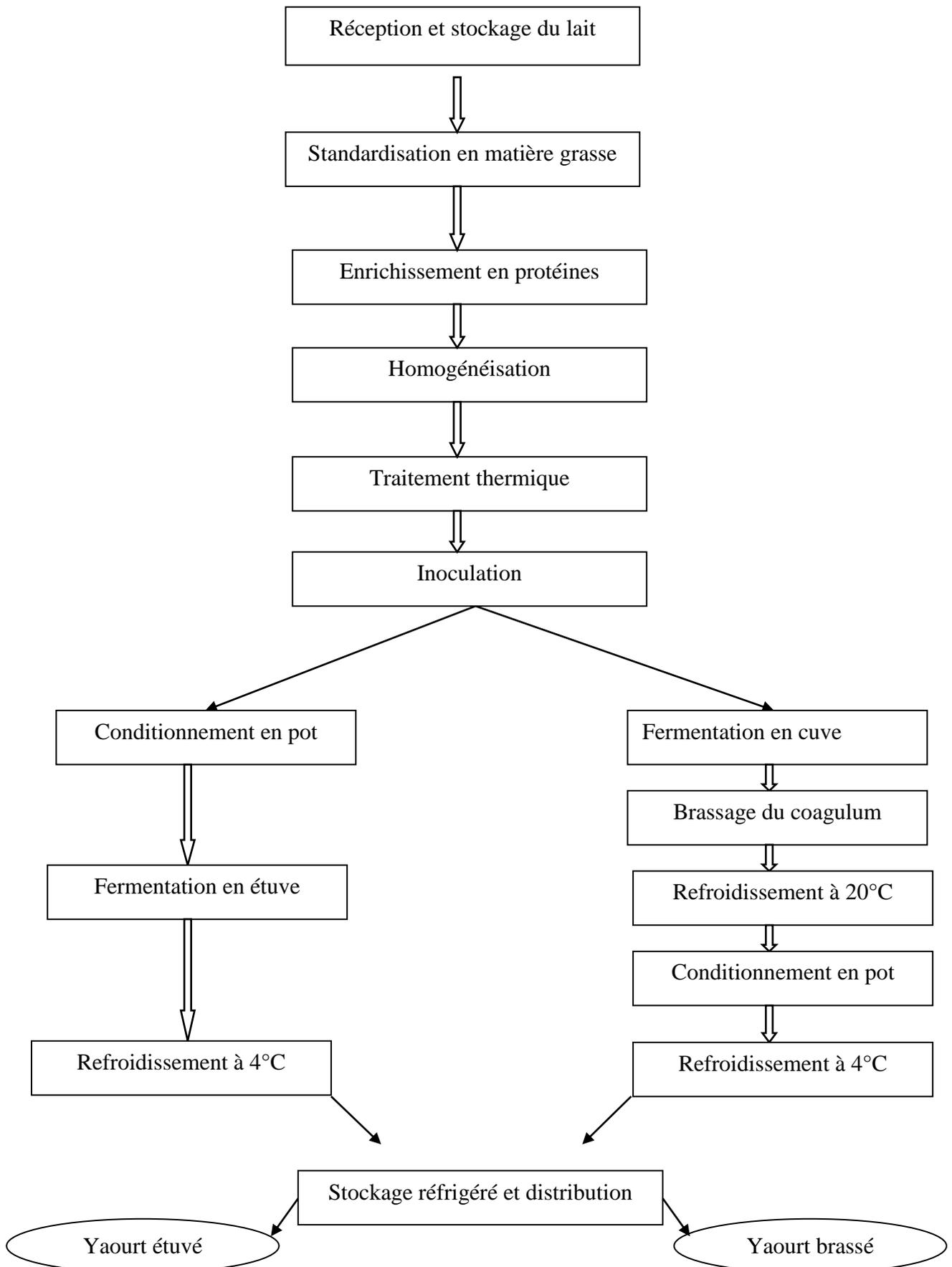


Figure 8: Diagramme de fabrication du yaourt étuvé et brassé (Béal et Sodini, 2003).

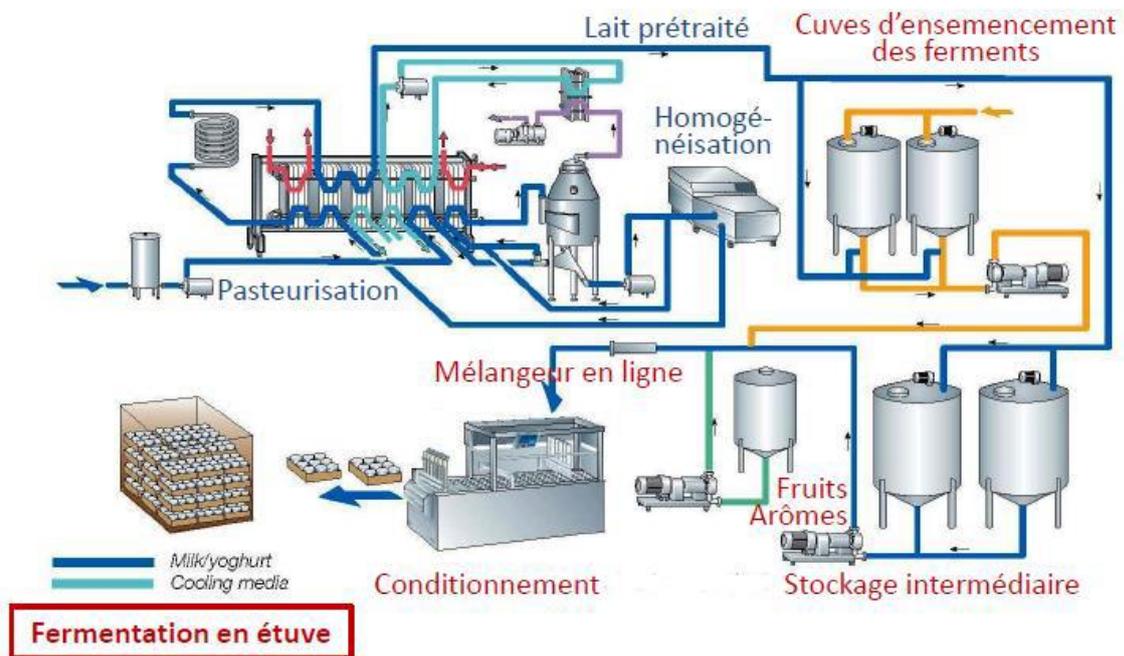


Figure 9: Chaîne de fabrication d'un yaourt ferme (Bylund, 1995).

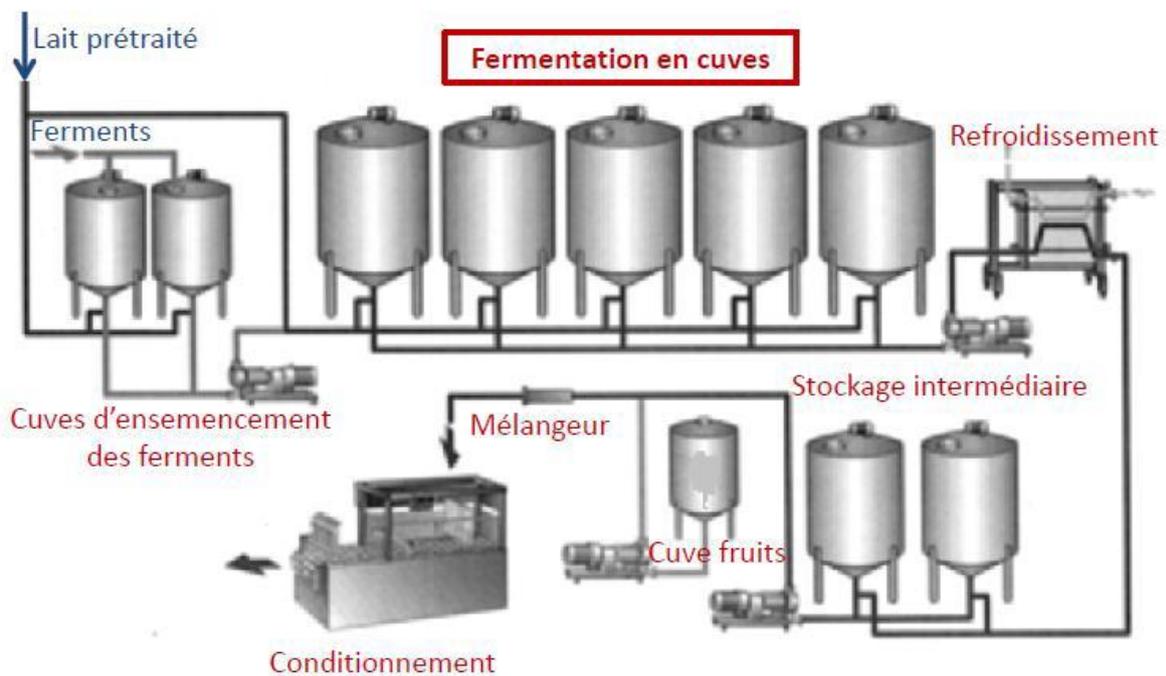


Figure 10: Chaîne de fabrication d'un yaourt brassé (Bylund, 1995).

1/ Préparation du lait

Il est généralement reconnu qu'on ne peut faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité. Dans cet esprit, il est primordial de mettre en place dès la réception du lait ou toutes autres matières premières, des méthodes et des procédures rapides et simples permettant de détecter les anomalies et les pertes possibles de contrôle (Vignola, 2002).

2/ Standardisation du mélange

Pour bien assimiler l'importance de la standardisation ou de l'enrichissement du lait sur la qualité finale du yaourt, il est nécessaire de donner le rôle de chaque composante de lait.

- **Le gras** a un effet sur l'onctuosité et la sensation de douceur en bouche
- **Le lactose** est la matière première utilisé pour l'acidification et a un faible pouvoir sucrant, soit quatre fois plus faible que celui du sucre
- **Les protéines**, de par leur coagulation et leur capacité de liaison avec l'eau, agissent sur la texture, particulièrement sur la viscosité, la consistance, l'acticité et la fermeté.
- **les minéraux** comme des boulons travaillent à la stabilisation du gel (Vignola, 2002).

3/ Homogénéisation

Cette étape agit sur la matière grasse et les protéines. Elle a pour but d'éviter la séparation entre les globules de gras et le reste du lait. En effet, si les globules de matière grasse ne sont plus liés aux autres molécules, ils s'agglutinent entre eux et remontent à la Surface pour former une couche de crème, ce qui n'est pas un caractère recherché. Elle Permet également de rendre les protéines plus stables et plus hydrophiles, ce qui évite la séparation du lait en sérum et en phase solide, appelé synérèse. L'homogénéisation doit se faire à température et pression très contrôlées (Vignola, 2002).

Tableau X: Causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et indice sur la qualité de yaourt (Vignola, 2002).

Causes	Indice sur la qualité de yaourt
Pression trop faible	-Séparation de gras, obtention de deux phases (présence d'une phase très crémeuse). -présence d'un goût d'eau dans le produit -non uniformité de la couleur. -produit plus liquide, donc une consistance et une viscosité moindre. -Synérèse.
Pression trop forte	-Diminution dans l'onctuosité -viscosité et consistance inappropriée en raison d'un bris des protéines, produit plus liquide -présence de mousse ou de bulles à la surface

4/ Traitement thermique

Le lait enrichi, 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 a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord :

Il crée des conditions favorables aux développements des bactéries lactiques. Il détruit les germes pathogènes et indésirables (**Romain et al. 2008**) et inactive les inhibiteurs de croissance tels que les lactoperoxydases.

Il réduit les sulfures toxiques et entraîne la production d'acide formique qui est un facteur de croissance pour *Lactobacillus bulgaricus* (**Loones, 1994**).

Le traitement thermique a également un effet sur la confirmation tridimensionnelle des protéines du lactosérum 85% qui se fixe ainsi sur les molécules de caséines. Enfin, il modifie les équilibres salins, en entraînant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité et de la quantité d'eau liée (**Mahaut et al. 2000**).

5/ Fermentation lactique

Le lait, enrichi et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation 40-45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques (**Loones, 1994**).

- Leur inoculation se fait à un taux assez élevé, variant de 1 à 7% pour un ensemencement indirect à partir d'un levain avec un ratio *Streptococcus thermophilus/ Lactobacillus bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts naturels, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**Mahaut et al. 2000**).
- L'ensemencement direct à partir de bactéries lactiques concentrées congelées se fait à des taux de l'ordre de 0,03%. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait/ferment.

Le lait ainsiensemencé est amené à une température généralement voisine de 45°C par un passage à travers des réchauffeurs à plaques. La température optimale de développement du streptocoque est de 42-45°C, celle du lactobacille de 47-50°C. Selon les régions, les consommateurs préfèrent des yaourts plus ou moins acides et plus ou moins aromatique. Les caractères recherchés dépendent des souches utilisées et de la température d'incubation. L'abaissement de celle-ci de 1 à 3°C (42-44°C), favorise le développement du streptocoque et donc la production d'arômes. L'augmentation légère (45-46°C), favorise le lactobacille donc la production d'acides (**Enkelejda, 2004**).

6/ Conditionnement et stockage

L'ajout éventuel des fruits intervient avant le conditionnement. Enfin, les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambre froide à 4°C.

A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours.

Pendant le stockage, les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution, appelée post-acidification, se traduit par une légère baisse du pH, surtout pendant les 2 premiers jours de stockage (Amellal-Chibane, 2008).

VII. Défauts et altération du produit

Comme la fabrication du yaourt fait intervenir plusieurs étapes clés ou la fermentation et la formation du gel doivent être minutieusement dirigées et surveillées. Il peut fréquemment atteindre plusieurs altérations tels que des altérations de goût, d'apparence et de texture (Tableaux X, XI XII), apparaissent et dont certaines sont préjudiciable à la qualité final du produit (Luquet, 1985).

Tableau XI: Les principaux défauts de goût rencontrés dans la fabrication des yaourts (Luquet, 1985).

Nature	Causes
Amertume	-Trop longue conservation. -Activité protéolytique trop fort des ferments (contamination par des germes protéolytique).
Goût levure fruité alcool	Contamination par des moisissures. Fruits de mauvaises qualités pour les yaourts aux fruits.
Manque d'acidité	-Mauvaise activité de bactéries lactiques (taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte ou à basse température, inhibiteur dans le lait)
Trop d'acidité	Mauvaise conduit de la fermentation (taux d'ensemencement trop fort, incubation trop longue ou à température trop élevée).
Rancidité	Contamination par germes lipolytiques et traitement thermique trop faible.
Goût farineux de poudre	Poudrage trop poussé.
Goût d'oxyde	Mauvaise protection contre la lumière. présence des métaux (fer, cuivre).
Goût ut de cuit	Traitement thermique trop sévère.
Goût gras	Teneur en matière grasse trop élevée.

Tableau XII: Défauts de texture du yaourt (Luquet, 1985).

Nature	Causes
Trop liquide (pour le yaourt brassé)	Brassage trop violent. Mauvaise incubation (temps trop faible). Matière sèche trop faible. Fruit ou arômes pas assez concentré.
Texteur sableuse	Chauffage du lait trop important. Homogénéisation à température trop élevée. Poudrage trop fort. Mauvais brassage. Acidification irrégulière et trop faible.
Texteur granuleuse	Mauvais brassage. Teneur en matière grasse trop élevée. Mauvais choix de ferment.
Déculottage	Agitation ou vibration pendant le transport faisant suite à un refroidissement mal conduit en chambre froide (pour le yaourt ferme).
Manque de fermenté (pour le yaourt étuvé)	Ensemencement trop faible. Mauvaise incubation (temps et température trop faible). Agitation avant complète coagulation. Matière sèche trop faible.

Tableau XIII: Défauts d'apparence du yaourt (Luquet, 1985).

Nature	Causes
Décantation	Conservation trop longue. Refroidissement trop faible. Agitation trop poussée. Teneur en matière sèche trop faible.
Production de gaz	Contamination par des levures et des coliformes.
Colonies en surface	Contamination par des levures et des moisissures.
Couche de crème	Mauvaise ou absence d'homogénéisation.
Produit sur le couvercle	Mauvaise manutention.
Produit non homogénéisé	Mauvaise agitation (dans le cas des yaourts aux fruits).

VIII. Caractérisation du yaourt

VIII.1. Paramètres physico-chimiques

- **pH et taux d'acide lactique**

La Fédération Internationale du Lait (F.I.L), préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est variable dans plusieurs pays, donnée sur le tableau ci-dessus. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6 (**Luquet et carrieu, 2005**).

Tableau XIV: Réglementation concernant la quantité d'acide lactique et le pH dans le yaourt étuvé (**Luquet et carrieu, 2005**).

Organisme / pays	Normes
F.I.L	0.7% en poids exprimé en tant qu'acide lactique.
France, Portugal, Italie	Acide lactique libre > 0.7%
Espagne	pH < 4.6
Pays-Bas	pH < 4.5
Belgique	< 0.7% exprimé en acide lactique.
Pologne	3.9 < pH < 4.6
Tunisie	0.8% d'acide lactique
Etats-Unis	Acidité < 0.9% exprimé en acide lactique
Canada	0.8% d'acide lactique
Australie	pH < 4.5
Mexique	pH < 4.5
Japon	Aucune réglementation

- **Taux de matière grasse (MG)**

Il doit être au minimum inférieur à 3% (m/m) dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés (**Ozer et al. 1998**).

- **Extrait sec total (EST)**

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

VIII.2. Paramètres microbiologiques

Selon la norme nationale de 1998; n°35 parue au journal officiel, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène. Le traitement thermique appliqué sur le lait avant la fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les microorganismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle, le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes indésirables. Les critères microbiologiques sont illustrés dans le Tableau XIV.

Tableau XV: Critères microbiologiques du yaourt (J.O.R.A, 1998).

Yaourt	N	C	M
Coliformes totaux	5	2	10
Coliformes fécaux	5	2	1
<i>St.aureus</i>	5	2	10
Levures	5	2	≤102
Moisissures	5	0	Absence
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence

N : Nombre d'unités composant l'échantillon.

C : Nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre m et M.

m: Le seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante.

M: Seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique. $M = 10m$: lors du dénombrement effectué en milieu solide. $M = 30m$: lors du dénombrement effectué en milieu liquides.

IX. Valeur nutritionnelle et intérêt« thérapeutique » du yaourt

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait (tableau XV)

- protéines : 4à5%
- Lipides à un taux variable selon la nature du lait utilisé (entier, demi-écrémé ou écrémé).
- Glucides : 5 à 20% selon qu'il soit nature ou sucré.

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle (Jeantet et al. 2008).

- **Amélioration de l'absorption du lactose**

La présence des bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase.

- **Amélioration de la digestibilité des protéines**

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait et contient deux fois plus d'acides aminés libres. Cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries.

- **Amélioration de la digestibilité des matières grasses**

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques soit peu élevée, il y'a une augmentation significative de la teneur en acides gras libres dans le yaourt.

Tableau XVI: Teneur moyenne pour 100grammes de yaourt (Jeantet et al. 2008).

	Teneur moyenne pour 100 gramme de produit							Valeur énergétique
	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Phosphore (mg)	kJ
Yaourt nature	4.15	1.2	5.2	174	57	210	114	201
Yaourt au lait entier	3.8	3.5	5.3	171	56	206	112	284
Yaourt nature 0%	4.2	traces	5.4	164	55	180	100	163
Yaourt nature sucré	3.8	1.1	14.5	160	52	195	105	347
Yaourt aromatisé au lait entier	3.2	3.2	12	140	50	190	106	372
Yaourt brassé nature	4.3	1.8	5.2	165	40	205	115	230
Yaourt brassé aux fruits	3.75	1.65	4.5	140	50	190	110	368
Yaourt au lait entier aux fruits	3.1	2.7	16.5	140	45	180	100	431
Yaourt maigre aux fruits	3.6	traces	17.2	140	45	180	100	351

- **L'activité antimicrobienne**

Les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des probiotiques. Leur pouvoir antagoniste résulte aussi de la production du peroxyde d'hydrogène et de bactériocines, limitant la croissance de certains germes pathogènes.

Stimulation de système immunitaire

Le yaourt a un effet immunitaire régulateur, qui permet d'augmenter la production d'interférons et d'immunoglobulines et d'exciter l'activité des lymphocytes B. Cet effet est attribué à *Lactobacillus bulgaricus* .

- **Action préventive contre le cancer :**

Les bactéries modifient les enzymes bactériennes à l'origine de carcinogène (indicateur de cancer) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation des substances précancéreuses.

- **Action hypocholestérolémiante**

La consommation de yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait, pour maintenir une cholestérolémie basse.

- **Action sur les vitamines**

Certaines vitamines sont utilisées par les bactéries lactiques (vitamine B₁₂), d'autres en sont produites (Acide folique) (**Martin, 2004**).

Conclusion

Le yaourt est un produit laitier frais fermenté produit par coagulation acide du lait par l'action de micro-organismes tels que *Lactobacillus delbrueckii sub sp. bulgaricus* et *Streptococcus thermophiles*, avec la contribution d'autres bactéries lactiques, qui présentent des avantages gastro-intestinaux très intéressants contre plusieurs pathologies tels que l'intolérance au lactose, la constipation, les maladies diarrhéiques, le cancer du côlon et les maladies inflammatoires intestinales. Il présente un profil nutritionnel et probiotique élevé ainsi qu'une forte fréquence de consommation, ce qui a incité les chercheurs à renforcer le yaourt avec différents types de composants bénéfiques pour la santé.

Les « graines » de pin d'Alep (*pinus halpensis mill.*) présentent des effets bénéfiques précis pour la santé en raison de leur excellent profil nutritionnel et de leurs avantages potentiels pour la santé, elles constituent une bonne source de sucres, protéines, vitamines, minéraux, polyphénols et d'acides gras essentiels qui justifient l'importance de leur intégration dans l'industrie alimentaire (industrie laitière).

Selon les recherches réalisées, il est possible d'incorporer les « **graines** » de pin d'Alep dans une nouvelle formulation de yaourt type fonctionnel.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

A

Alias, C., et Liden, G., 1997. Lait et produits laitiers dans “abrégé de biochimie alimentaire”, Ed. MASSO, 4^{ème} édition. Pp : 162-260.

Amellal-Chibane, H. 2008. Aptitudes technologique de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de Doctorat. Université de Boumerdès-M'hamed Bougara. Pp : 164.

Ammari, Y., Sghaier, T., Khaldi A., et Garchi, S. 2001. Productivité du pin d'Alep en Tunisie : Table de Production. Annales de L'INGREF N° Spécial. Pp : 239-246.

Atmani, N., et Masmoudi, M. 2008. Etude de l'impact de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki dans la lutte de la chenille processionnaire du Pin d'Alep “*Thaumetopoea pityocampa* Schiff” au niveau de la forêt domaniale de Beni Oudjana (khenchela). Mémoire d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement, université de Batna. Pp : 47.

B

Bahorun, T. 1998. Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Dans “Second Annual Meeting of Agricultural Scientists”. Vol : 83.

Belyagoubi, N. 2011. Activité antioxydant des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen. Pp : 109.

Bentouati, A. 2006. Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep “*Pinus halepensis* M. ” du massif de Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès). Thèse de Doctorat. Université de Batna 1-Hadj Lakhder. Pp : 115.

Boudieb, K. 2019. Valorisation et Caractérisation Physicochimique et Phytochimique du Pistachier Lentisque “*Pistacia lentiscus L*” d'Algerie et l'incorporation de la poudre des fruits dans une préparation laitière. Thèse de Doctorat. Université M'Hamed Bouguara- Boumerdes. Pp: 126.

Bourgeois, C. M., et Larpent, J. P. 1996. La fermentation alimentaire. Tome 2. Ed Tec et Doc Lavoisier. Paris. Pp : 4-202.

Bylund, G. 1995. Manuel de traitement des produits laitiers - Systèmes de traitement Tetra Pak AB S-221 86, Lund, Suède, 18. Pp : 23-381.

C

Chakroun, M.L. 1986. Le pin d'Alep en Tunisie. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM, 86(1). Pp: 25-27.

Chang Jeong, C. H., Ryu, H., Zhang, T., Lee, C.H., Seo, H. G., et Han, S.G. 2018. Green tea powder supplementation enhances fermentation and antioxidant activity of set-type yogurt. Food science and biotechnology. Vol 27(5). Pp: 1419-1427.

Cheikh-Rouhouv, S., Hentati, B., Besbes, S., Blecker, C., Deroanne C., et Attia, H. 2006. Chemical composition and lipid fraction characteristics of Aleppo pine "Pinus halepensis Mill". Seeds cultivated in Tunisia. Food science and technology international. Vol 12(5). Pp : 407-415.

Couhert, B., et Duplat, P. 1993. Le Pin d'Alep. En Rencontre Forestiers-Chercheurs en Forêt Méditerranée. La Grande Motte, 6-7 October 1993. Ed. INRA, Paris 1993. Les Coloques, 63, 12-147. Pp : 125-147.

D

Dellaglio, F., De Roissart, H., Torriani, S., Curk, M. C., et Janssens, D. 1994. Caractéristiques générales des bactéries lactiques. Bactéries lactiques. Pp : 1-25-116.

De-Vos, P., Garrity, G., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., et Whitman, W.B. 2009. Bergey's manual of systematic bacteriology : Volume 3 : The Firmicutes. Vol 3. Springer Science & Business Media.

Diallo, D. 2000. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Mali and phytochemical study of four of them : *Glinus oppositifolius* (Aizoaceae), *Diospyros abyssinica* (Ebenaceae), *Entada africana* (Mimosaceae), *Trichilia emetica* (Meliaceae). Thèse de Doctorat. Université de Lausanne, Faculté des sciences.

Donatien, K.H., Martial, G.S., Reine, B.N.S., Bienvenue, C., Bangnan, A., Pascal, D.C., Eugénie, A.A., Edwige, A., Wotto, V., Oue, S., et Domini, C.K. 2009. Biochemical profile and antioxidant activity of paprika *biglobosa* and tamarindus *indica* fruits acclimated in Benin international journal of advanced research. Pp: 702-711.

Driessen, F. M., Kingma, F., et Stadhouders, J. 1982. Evidence that *Lactobacillus bulgaricus* in yogurt is stimulated by carbon dioxide produced par *Streptococcus thermophilus*. Netherlands Milk and Dairy Journal N°22. Pp: 134-144.

Dupire, I. 1986. Product Typical Analysis. Earthrise Farms Spirulina San Raphael, USA. Dans International Symposium on Cyanobacteria for Health, Science and Development. Pp : 104-108.

E

Enkelejda, P. 2004. Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur. Thèse de doctorat en Science des Aliments. Institut national agronomique Paris grignon. Pp : 205.

Erik, H. 2011. Approche microbiologique des yogourts et probiotiques.

F

FAO. 1995. Codex alimentaire.

Ferderikson, W., 1996. Fonction et choix des bactéries lactiques en technologie alimentaire. In “ bactéries lactiques ”. Ed. ENRIC. Pp : 41-49.

J

Jaziri, I., Slama, M. B., Mhadhbi, H., Urdaci, M. C., et Hamdi, M. 2009. Effect of green and black teas (*Camellia sinensis* L.) on the characteristic microflora of yogurt during fermentation and refrigerated storage. Food Chemistry. Vol 112(3). Pp : 614-620.

Jeantet, R., Croguennes, T., Mahaut, M., Schuck, P., et Brulé, G. 2008. Les produits laitiers. Ed Techniques et Documentations. Lavoisier-Paris .Pp : 185.

Jora N° 86 du 18-11-1998. Arrêté interministériel du 16 Joumada Ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatifs aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation, Pp : 22.

G

Ghanmi, M., Satrani, B., Chaouch, A., Aafi, A., Abid, A. E., Ismaili, M. R., et Farah, A. 2007. Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essence de térébenthine du pin

maritime (*Pinus pinaster*) et du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) du Maroc. *Acta Botanica Gallica*. Vol 154(2). Pp : 293-300.

Guyot, P., 1992. Les yaourts DLG. *Food Technology*. P : 4-8-10-11.

Guadalup, V., Aguilar-Raymundo, V. G., et Vélez-Ruiz, J. F. 2019. Yoghurt-type beverage with partial substitution of milk by a chickpea extract : Effect on physicochemical and flow properties. *International Journal of Dairy Technology*. Vol 72(2). Pp : 266-274.

K

Kadari, A., Dahmoune, F., Chergui, A., Remini, H., Adel, K., Boukhalfa, F., et Madani, K. 2020. Optimisation des propriétés fonctionnelles et composition chimique des graines de *Pinus halepensis* Mill. concentrées en protéines. *Food Hydrocolloids*, 100, 105416.

Kadik, B. 1983. Influence du climat sur la répartition naturelle du pin d'Alep "*Pinus halepensis* Mill". En Algérie. *Annales des Recherches Forestières, Algérie INRF (2)*. Pp : 61-75.

Kadik, B. 1987. Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie. Thèse de Doctorat. Ed. OPU. Alger. P : 581.

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*. Vol188. Pp : 184-192.

Kaundun, S. S., Lebreton, P., et Fady, B. 1998. Geographical variability of *Pinus halepensis* Mill. As revealed by foliar flavonoids. *Biochemical Systematics and Ecology*. Vol 26(1). Pp : 83-96.

Kennas, A., Amellal-Chibane, H., Kessal, F., et Halladj, F. 2020. Effect of pomegranate peel and honey fortification on physicochemical, physical, microbiological and antioxidant properties of yoghurt powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Vol19(1). Pp : 99-108.

Kermiche, F. 2018. Séchage d'un fruit très abondant en Algérie en vue de sa conservation. Etude de cas : Melon jaune (*Cucumis melo*). Thèse de Doctorat. Université de Béjaïa-Abderrahmane Mira. Pp : 116.

Kissileff, H. R., Carretta, J. C. Geliebter, A., et Pi-Sunyer, F. X. 2003. Cholecystokinin and stomach distension combine to reduce food intake in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.

Krief, S. 2003. Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées, in Muséum national d'histoire naturelle.

L

Lahouati, R. 2000. Expérience des Plantations en Climat Aride. Cas de la Ceinture Verte en Algérie. Direction Générale des forêts, Ministère de l'Agriculture. Alger, Algérie.

Lannabi, I., et Sal, A. 2015. Analyse microbiologique d'un produit laitier (Yaourt) enquête alimentaire, Mémoire Master Microbiologie générale.

Leong, L.P., et Shui, G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore Markets. *Food Chemistry*. Pp: 76:69-75.

Lubin, D. 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Pp : 155.

Luquet, F.M. 1985. Lait et Produits Laitiers : Transformation et Technologies. Ed. Techniques et Documentation, Lavoisier. Pp : 633.

Luquet, F.M. 1986. Lait et produits laitiers, transformation et technologie ; Ed TEC et DOC Lavoisier, série APRLA. Pp : 44.

Luquet, F.M., et Carrieu, G. 2005. Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed lavoisier tec et Doc, Paris, Pp : 307.

Lusiani, G.P., et Bianchi-Salvadori, B. 1974. Evaluations microbiologiques sur le yaourt en rapport avec les temps et les températures de conservation. Pp : 53-59.

Loones, A. 1994. Lait fermentés par les bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. De Roissart, H et Luquet, F.M(Ed). Lorica, Uriage. Vol 2. Pp : 135-154.**M**

Maestre, F.T., et Cortina, J. 2004. Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. Pp : 494-502.

Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., Schuck, P. 2000. Les produits industriels laitiers. Tech&Doc, Lavoisier. Paris. Pp : 178.

Marongiu, B., Porcedda, S., Piras, A., Rosa, A., Deiana, M., et Dessi, A. 2004. Antioxidant Activity of Supercritical Extract of *Melissa officinalis* Subsp. *Officinalis* and *Melissa officinalis* Subsp. *Inodora*, *Phytoter. Res* 18. Pp: 789 – 792.

Martin, M. 2004. Technologie des laits de consommation. Ed. Lait. Candia Direction développement technique. Pp : 135.

Masclaux-daubresse, C., Daniel-vedele, F., Dechrnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L., et Suzukia, A. 2010. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Journal of Experimental Botany* 62. Pp: 1375-1390.

Mezali, M. 2003. Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des NationsUnis sur les forêts. Pp : 9.

Mihoubi, M. 2018. Formulation et Caractérisation d'un Yaourt Supplémenté de de la Poudre de Graines de Lin. Thèse de Doctorat. Ecole National Supérieur d'agronomie. El harrach-Alger.

Mohammadi-Gouraji, E., Soleimanian-Zad, S., et Ghiaci, M. 2019. Phycocyanin-enriched yogurt and its antibacterial and physicochemical properties during 21 days of storage. *LWT*, 102. Pp : 230-236.

Molina, C.V., Lima, J.G., Moraes, I. C., et Pinho, S.C. 2019. Physicochemical characterization and sensory evaluation of yogurts incorporated with beta-carotene-loaded solid lipid microparticles stabilized with hydrolyzed soy protein isolate. *Food science and biotechnology*, Vol 28(1). Pp : 59-66.

N

Nahal, I. 1962. Le pin d'Alep. Etude taxonomique, phytogéographique, écologique etsylvicole. *Annales de l'école Nationale des Eaux et Forêts*. Vol 19 (4). Pp : 533-627.

Nahal, I. 1986. Taxonomie et aire géographique des pins du groupe *halepensis* Ciheam-Options Méditerranéennes. N° 1. Pp : 1-9.

Nam, A.M. 2014. Contribution de la RMN 13C à l'analyse des huiles végétales, huiles essentielles et résines "Olea europaea, Pinus halepensis et Cedrus atlantica". Thèse de Doctorat. Université Pascal Paoli.

Nongonierma, A.B., Springett, M., Le Quéré, J.L., Cayot, P., et Voilley A. 2006. Flavour release at gas/matrix interfases of stirred yoghurt models. Vol 16. Pp: 102-110.

O

Ormeño, E., Fernandez, C., et Mévy, J.P. 2007. Plant coexistence alters terpène emission and content of mediterranean species. Phytochemistry. Vol 68. Pp: 840–52.

Ozer, B.H., Robinson, R.K., Grandison, A.S., et Bell A.E. 1998. Gelation properties of milk concentrated by different techniques. Vol 8. Pp : 793-799.

P

Panetsos, C.K.P. 1980. Monograph of *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus brutia* Ten., Annales Forestales, Zagreb. Vol 9, N° 2. Pp: 39-77.

Pasqualini, V., Robles, C., Garzino, S., Greff S., Bousquet-Melou, A, Bonin, G. 2003. Phenolic compound content in *Pinus halepensis* Mill. Needles: a bioindicator of air pollution. Chemosphere. Vol 52. Pp: 239–48.

Pelletier, J-F., Faurie, J-M. et François, A. 2007. Lait fermenté : la technologie au Service du goût. In Cahiers de Nutrition et de Dietetique. Vol42, Issue 2, 18-05-2007. Pp: 2S15.

Pesson, P. 1980. Actualités d'écologie forestière : sol, flore, faune (No. 581.5 PESa). Pp : 5

Q

Quezel, P. 1986. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Dans : Actualités d'Ecologie Forestière (Ed. : Pesson), Ed. Gauthier Villars. Paris. Pp : 205-256.

Quezel, P., et Barbéro, M. 1992. Le pin d'Alep et les espèces voisines, répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. Forêt Méditerranéenne. Vol 3. Pp : 158-170.

R

Ribeiro, M.A, Bernardo-gil, M.G et Esquivel, M.M. 2001. Melissa officinalis, L.: study of antioxidant activity in supercritical residues, Journal of Supercritical Fluids. Vol 21.Pp: 51 – 60.

Robinson, R.K et Tamine, A.Y. 1986. Recent developments in Yogurt Manufacture.In: Modern Dairy Technology. Hudson B.J.F. Ed., Elsevier Applied Science Publishers. London. Pp: 1-36.

Rohman, A., Riyanto, S., Yuniarti, N., Saputra, W.R., Utami, R., et Mulatsih, W. 2010. Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (Pandanusconioideus Lam). International Food Research Journal. Vol 17. Pp: 97-106.

Rousseau, M., 2005. La fabrication du yaourt, les connaissances. INRA.

S

Sánchez-Moreno, C. 2002. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. Food science and technology international. Vol 8(3). Pp : 121-137.

Šarac, Z., Matejić, J.S., Stojanović-Radić, Z.Z., Veselinović, J.B., Džamić, A.M., Bojović, S., et Marin, P.D. 2014. Biological activity of Pinus nigra terpenes—Evaluation of FtsZ inhibition by selected compounds as contribution to their antimicrobial activity.Computers in Biology and Medecine.

Schmidt, J.L., Tourneur, C., et Lenoir, J. 1994. Fonction et choix des bactéries lactique laitières dans “bactéries lactique”. Ed. Loriga. Paris. Vol II. Pp : 37.

SEIGUE, A. 1985. La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et Larose. Paris. Pp :152.

Sodini, I., et Béal, C. 2003. Fabrication des yaourts et lait fermentés Technique de l'ingénieur.

Soukoulis, C., Pangiotidis, P., Koureli, R. et Tzia, C. 2007. Industrial yogurt manufacture: monitoring fermentation process and final product quality. Journal of Dairy Science. Vol 90, Pp: 2641-2654.

Staffolo, M.D., Bertola, N., Martino, M., et Bevilacqua, A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Int. Dairy J.* Vol. 14. Pp : 263-268.

Stalikas, C.D. 2007. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J.Sep.Sci.*2007, 30. Pp: 3268–3295.

Stephan, W.C. 2004. Gastrointestinal satiety signals I. An overview of gastrointestinal signals that influence food intake. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 286(1), G7-G13.

T

Tabart, J., Kevers, C., Evers, D. et Dommes, J. 2006. Ascorbic acid, Phenolic acid, Flavonoid and Carotenoid profiles of selected extracts from *Ribes nigrum*. *Plant Molecular Biology and Biotechnology*, 105: 1268-1256.

Tamime, A.Y., Deeth, H.C. 1980. Yoghurt: technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*. Vol 43 (12). Pp: 939-977.

Tamime, A.Y., et Robinson, R.K. 1999.Yogurt science and technology, 2eme Edition, Cambridge, Woodhead Publishing, England.

Teles, G.D., et Flores, S.H. 2007.The influence of additives on the rheological and sensory properties of nonfat yogurt, *International Journal of Dairy Technology*. Vol 60. Pp: 270-277.

Terre, S. 1986. Propriétés technologiques, nutritionnelles et physiologiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. *Techniques laitières et marketing*. 1008. Pp : 26-36.

Tillman-Sutela, E., Johansson, A., Laakso, P., Mattila, T., et Kallio, H. 1995. Triacylglycerols in the seeds of northern Scots pine, *Pinus sylvestris* L., and Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. *Trees*. Vol 10(1). Pp: 40-45.

V

Vignola, C.L. 2002. Science et technologie du lait. Transformation du lait. Ed: Lavoisier, Paris. Pp: 600.

Y

Yaniv, Z., et Dudai, N. 2014. Medicinal and Aromatic Plants of the Middle East, Ed.Springer Dordrecht Heidelberg.New York.London. Vol 2. Pp: 341.

Z

Zare, F., Boye, J.I., Orsat, V., Champagne, C., et Simpson, B.K. 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour.Food Res.Int.Vol 44. Pp: 2482-2488.

Zourari, A., Desmazeaud, M.J. 1991. Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs .1. Souches de *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et cultures mixtes avec *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus*. Pp : 463-481.