

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama Khemis Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre

Département de Biologie



MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité: microbiologie appliquée

**Amélioration des propriétés
nutritionnelles d'un dessert lacté
« yaourt »**

Présenté Par: M^{me} KAMFOUCHE Amira

M^{elle} MEKRIS Ghaniyya

Devant le **Jury** :

<u>Président:</u>	M ^r AOUN	MCA	UDBKM
<u>Promotrice:</u>	M ^m ZAOUADI N	MAA	UDBKM
<u>Examineur:</u>	M ^r MAHI M	MAA	UDBKM
<u>Examinatrice :</u>	M ^m SARI	MAA	UDBKM

Année universitaire: 2018/2019

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions Dieu tout-puissant de nous avoir guidés durant toutes ces années et de donner le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons aussi à exprimer nos vifs remerciements et notre sincère gratitude à notre promotrice adorée : M^{me} ZAOUADI NESRINE. pour avoir accepté de nous encadrer, pour son suivi, sa patience, sa gentillesse, sa compréhension et ses précieux conseils.

*Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de jury :
Mr Aoun pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury, et de vous remercier pour tout ce que vous avez apporté tout au long de nos études.*

Mr Mahi pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mm Sari pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos plus vifs remerciements s'adressent au personnel du laboratoire microbiologique de la laiterie d'ARIB et pour leur patience et leurs précieuses aides, pendant la réalisation de ce travail.

En particulier à Mr « Boulal Mohammed » responsable de laboratoire physicochimique.

Nous vous remercions d'avoir enrichis nos connaissances et de nous avoir guidés durant toute la période du stage et nous avons grandement apprécié votre soutien, votre implication et votre expérience.

Enfin, nous remercions aussi toutes les personnes qu'ils nous ont aidées de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici toutes notre sympathie et notre profonde gratitude .

Dédicaces

*En cette mémorable occasion de notre soutenance, Je tiens à dédier ce travail :
A dieu pour m'avoir donné la force de persévérer et garder l'espoir pour mon avenir*

A la mémoire de mon père qui a été toujours mon appuimoral, et qui n'a jamais arrêté de m'encourager et de m'aider dans ma vie et surtout dans mes études, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A ma très chère mere

Aucun mot ne saurait témoigner de l'étendue des sentiments que j'éprouve à son égard.

Je souhaite que Dieu l'octroie une longue vie.

A mon cher mari

Qui m'a soutenue depuis le début des travaux et je n'oublierai jamais son aide et ses encouragements

A mes frères

Pour leur encouragement et leur affection (kamel, amine, mounir), je leurs souhaite Un avenir plein de joie, de bonheur et de succès.

A Mon adorable soeur

Amina que j'aime et je leurs souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.

A mon promotrisse zaoudi nesrine pour son aide et son encouragement.

A ma binôme ghaniyya et toute sa noble famille.

A tous mes amis asmaa, fadhila, Assia, mounia, nawel.

Enfin à tous ceux qui ont contribué de pré ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Amira

Résumé

Le but de cette modeste étude est de produire un yaourt étuvé à partir d'un extrait de *Lupinus albus*. Cette étude a pour finalité d'élaborer des produits de bonne qualité alimentaire destinés à la consommation humaine.

Pour ce faire, cinq produits ont été formés avec différentes quantités d'extrait de lupin blanc, de poudre de lait à 0% et à 26% de matière grasse et les ferments.

L'analyse sensorielle montre que certaines préparations présentent de bonnes caractéristiques organoleptiques. Les analyses physico-chimiques ont révélé des rapports de l'extrait sec total qui varient entre 11,4 % et 19,4 % ainsi que ceux de taux de cendre qui varient entre (2,20 g et 9,64 g) par rapport au produit de référence 11,5 % de l'extrait sec total et 8 g de taux de cendre.

L'analyse microbiologique a prouvé la propreté de nos produits et l'absence des germes recherchés.

Mots clés : Yaourt, *Lupinus albus*, dessert lacté, apport nutritionnel.

Abstrat

The purpose of this modest study is to produce a parboiled yoghurt from an extract of *Lupinus albus*. The purpose of this study is to develop good food quality products for human consumption.

To do this, five products were formed with different amounts of white lupine extract, 0% milk powder and 26% fat and ferments.

Sensory analysis shows that some present preparations of good organoleptic, physical-chemical analyzes were reports of the total solids content ranging from 11.4% to 19.4% and those of ash content ranging between (2.20 g and 9.64 g) relative to the reference product 11.5% of the total dry extract and 8 g of ash content.

The microbiological analysis proved the cleanliness of our products and the absence of the desired germs.

Key words: Yogurt, *Lupinus albus*, milk dessert, nutritional intake.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة المتواضعة هو إنتاج زبادي مسلوق من مستخلص من نبات الترمس ترمس (*albus*) (*Lupinus*). تهدف هذه الدراسة الي تطوير منتجات ذات جودة غذائية للاستهلاك البشري. للقيام بذلك, تم تشكيل خمسة منتجات بكميات مختلفة من مستخلص الترمس الأبيض, و مسحوق الحليب بنسبة 0% و 26% من الدهون والخمائر اللبنية.

يوضح التحليل الحسي أن بعض المستحضرات لها خصائص حسية جيدة, وقد كشفت التحليلات الفيزيائية و الكيمائية ان نسب المادة الجافة الكلية التي تتراوح بين 11,4% و 19,4% و كذلك محتوى الرماد الذي يختلف بين (2,20 غ و 9,64 غ) بالنسبة للمنتج المرجعي 11,5% من اجمالي المستخلص الجاف و 8 غرام من محتوى الرماد. أثبت التحليل الميكروبيولوجي نظافة منتجاتنا و غياب الجراثيم المطلوبة.

الكلمات المفتاحية: زبادي, نبتة الترمس (*Lupins albus*), القيمة الغذائية, الثلجة اللبنية.

Table de matière

Introduction.....	01
-------------------	----

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : le dessert lacté « yaourt »

I. Généralités.....	03
II. les différentes catégories de dessert lacté.....	03
III Yaourt.....	04
III.1 Définition.....	04
III.2 Historique.....	04
III.3 Les types de yaourt	05
III.4 Les ingrédients de production	05
III.4 .1 le lait frais.....	05
III.4 .2 poudre de lait.....	06
III.4.3 l'eau	06
III.4.4 sucre.....	06
III.4.4 caractérisation bactérienne	07
III.5 Valeurs nutritionnelle.....	08
III .6 intérêt nutritionnelle.....	10
III.7 Fabrication de yaourt.....	11
III .8 Qualité de yaourt.....	13

Chapitre 2 : *lupinus albus*

I. Généralités.....	17
II.Historique.....	17
III Production de lupin blanc.....	17
IV. Description botanique	18
V.Origine et répartition géographique.....	19
VI.Ecologie.....	19
VII. Classification botanique de lupin blanc.....	20
VIII. Valeur nutritionnelle de la graine de lupin blanc.....	20
IX. Effet thérapeutique de lupinus albus.....	23
X. Utilisation de lupinus albus.....	24

Partie expérimental

Chapitre 3 : matériel et méthodes

I. Présentation de lieu de stage.....	25
II .Matériel	25
III.Méthode.....	26
III.1 Le traitement de l' eau de process.....	26
III.2 caractérisation physicochimiques des matière première.....	27
III .2.1 Les analyses physicochimiques de l'eau de procès.....	27
III.2.1.1 Détermination du pH	27
III.2.1.2 détermination de l'alcalinité (TA, TAC).....	27
III.2.1.3 détermination de la dureté de l'eau TH (titre hydrométrique).....	28
III.2.1.4 détermination des chlorures.....	29

III.2.2 les analyses physicochimique de poudre de lait , la graine de <i>lupinus albus</i>	29
III .2.2.1.détermination de l'extrait sec total (EST).....	30
III .2.2.2.détermination de potentiel d'hydrogène (PH).....	30
III.2.2.3. détermination de l'acidité titrable.....	30
III .2.2.4.détermination de la matière grasse (MG).....	31
III .1.2.5.détermination de taux de cendres.....	32
III.3 caractérisation microbiologique de la matière première.....	32
III .3.1 prélèvement.....	32
III.3.2 Les analyses microbiologiques de l'eau de procédés.....	33
III.3.2 1.recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	33
III.3.2.2 Les Streptocoques fécaux.....	34
III.3.3 Les analyses microbiologique de lait reconstituée.....	34
III .3.3.1 préparation des dilutions décimales.....	34
III .3.3.2 Recherche et dénombrement des germes.....	34
III .3.3.2.1 la flore mésophile aerobie total 30°C.....	34
III .3.3.2.2 les coliformes totaux et fecaux.....	35
III .3.3.2.3 Recherche des staphylococcus aureus	36
III.3.3.2.4 recherche des salmonelles.....	37
III.3.3.2.5.Recherche des levures et moisissures	38
IV.Préparation de yaourt étuvé frais.....	39
V. Réalisation des formules.....	40
VI.Préparation de l'extrait de <i>Lupinus albus</i>	41
VII.Les étapes de réalisation des formules	42
VIII.Caractérisation des produits formulés et le produit de référence.....	45
VIII.1 La Caractérisation sensorielle :.....	45
VIII.2caractérisation physicochimique des produits formulés	45
VIII.3caractérisation microbiologique des produits formulés.....	46

Chapitre 4 : résultat et discussion

I.Résultat de la caractérisation physicochimique de matière première.....	47
II.Résultat de la caractérisation microbiologique de matière première.....	49
III.Résultat organoleptique des produits formulés et produit de référence.....	50
IV .Résultat physicochimique des produits formulés et produit de référence...55	
IV.1 Taux de l'extrait sec total EST.....	55
IV.2 Taux de la matière grasse	55
IV.3 Le taux de cendre.....	56
IV.4 Evolution de PH.....	57
V.Caractérisation microbiologique	58
Conclusion.....	58
Les références bibliographiques.....	62
Les annexes	

Liste des figures

Figure 1 : diagramme de fabrication du yaourt selon la laiterie d'arib.....	11
Figure 2 : photographie des graines de <i>lupinus albus</i> originale.....	26
Figure 3 : Diagramme de la fabrication du « yaourt étuvé » dans la laiterie d'ARIB.....	40
Figure 4 : nettoyage des graines de lupin blanc.....	41
Figure 5 : trempage des graines de lupin.....	41
Figure 6 : broyage des graines de lupin blanc.....	42
Figure 7 : filtration du mélange eau / lupin.....	42
Figure 8 : Traitement thermique de l'extrait aqueux des graines de <i>lupinus albus</i>	42
Figure 9 : Diagramme de la fabrication des essais formulés.....	43
Figure 10 : photographie des essais des produits formulés.....	51
Figure 11 : les valeurs moyenne des notes de la texture des produits formulés et le PR....	51
Figure 12 : valeurs moyenne des notes de gout la de produits formulé et de PR.....	52
Figure 13 : valeurs moyenne des notes de la couleur de produits formulé et de PR.....	53
Figure 14 : valeurs moyenne des notes d'odeur de produit formulé et de PR.....	53
Figure 15 : valeurs moyenne des notes d'arome de produits formulé et PR.....	54
Figure 16 : taux de l'extrait sec totale des produits formulés et produit de référence.....	55
Figure 17 : taux de la matière grasse des produits formulés et produit de réferece.....	56
Figure 18 : le taux des cendres des produits formulés et produit de référence.....	57
Figure 19 : Evolution de pH pendant la durée de conservation 26 jours.....	58

Liste des tableaux

Tableau 1: composition nutritionnelle pour 100g	9
Tableau 2 : classification de <i>lupinus albus</i>	20
Tableau 3 : composition de la graine de <i>Lupinus albus</i> dans 100g.....	22
Tableau 4 : ingrédients de yaourt formulé pour 100g.....	40
Tableau 5: résultat des analyses de l'eau de proces avant la fabrication de yaourt.....	47
Tableau 6: résultat de la caractérisation physicochimique de la matière première.....	48
Tableau 7: résultat des analyses microbiologique de poudre de lait 0%	49
Tableau 8 : résultat des analyses microbiologique de poudre de lait 26%	49
Tableau 9 : résultat des analyses microbiologique de lait reconstitué.....	49
Tableau 10: résultat des analyses microbiologiques de l'extrait de lupin blanc.....	50
Tableau 11: résultat des analyses microbiologiques de produits formulé et de produit de référence.....	58

Liste des abréviations

ABS : Absence.

AFNOR : Association française de normalisation

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol

°C : degré Celsius

CaCO₃ : Carbonate de calcium

Cl⁻ : Chlorures

Cl₂ : Chlore libre

CO₂ : Gaz carbonique

CO₃ : Ions carbonates

CF : Coliforme fécaux.

CT : Coliforme totaux.

°D : Degré Dornic.

D : milieu doublé.

DLC : Duré limite de consommation.

DPD : *Diéthyle Paraphéline Diamine*

DT : dureté total

E. coli : *Escherichia coli*

EDTA : Acide éthylène-diamine -tétra- acétique

ESD : extrait sec dégraissé

EST : L'extrait sec total

F° : Degré fahrenheit

Fe⁺² : fer

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne.

FAO : Food and Agriculture Organization.

GAMT : Germe Aérobie Mésophile Totaux.

gno₃ : Nitrate d'argent

H₃O⁺ : Hydronium ion

h : Heure.

H% : Teneur en eau.

H₂SO₄ : acide sulfurique

HCl : Acide chlorhydrique

HCO₃ : Bicarbonate

HR : Humidité relative

ISO : *International Standard Organisation* (Organisation internationale de normalisation)

g : Gramme.

GC : Giolitti Cantoni.

K₂CrO₄ : Chromate de potassium

Kg : Kilogramme

Km : kilomètre

L : Litre

Lb : *Lactobacillus*.

MCV : Maladies cardio-vasculaires

Min : Minutes

MG : Matière Grasse.

Mg : milligramme

Mg⁺² : *Magnésium*.

ML : Millilitre

Mm : Millimètre

MS : Matière Sèche.

n° : Numéro
N : normalité.
NaOH: Hydroxyde de sodium.
NET : Noir eriochrome net.
NF : Norme Française.
OH : alcalis libres
O.M.S: Organisation Mondiale De la Santé
PCA: Plate Count Agar..
pH : potentiel d'Hydrogène
PR : Produit de référence
q: Quintaux
Sc: Streptococcus
SFB : Sélinite-cystéine
ssp. : sous espèce
TA : Titre Alcalimétrique.
TAC : Titre Alcalimétrique Complet.
TH : Titre Hydrométrique.
TSE: Tryptone- Sel- Eau.
UFC : Unité Formant Colonies.
UFC/ml : Unité Formant Colonie par millilitre.
V : *Volume*
VRBL : Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.
< : Inferieur
µm : Micromètre

INTRODUCTION

Le yaourt est l'un des laits fermentés le plus consommés au monde, il a connu un développement spectaculaire au cours des dernières années. Il occupe une place très importante au sein d'une alimentation saine et équilibrée non seulement à cause de sa grande valeur nutritive (en particulier leur richesse en calcium, protéines, vitamines, minéraux, et oligo-éléments), mais également grâce au plaisir que procure au consommateur. Il est obtenu par la fermentation lactique, dû à l'activité de deux espèces des bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (Desmazeaud, 1989).

En Algérie, la consommation moyenne en yaourt oscille entre 5 et 6kg/an/ personne, cette consommation augmente chaque année et cette hausse se justifie par la forte démographie, l'urbanisation et l'amélioration du pouvoir d'achat de la population grâce à son bénéfique nutritionnel sur la santé comme la régulation de la digestibilité (laiterie danone).

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes rencontrées dans la nature pour traiter et soigner des maladies, mais également pour s'alimenter. L'utilisation des plantes dans la plupart des sociétés fait partie du système et des pratiques de savoirs indigènes pendant de nombreuses générations. La consommation de ces plantes fournit aux populations rurales la plupart de leurs besoins quotidiens en vitamines et minéraux essentiels, en particulier en acide folique, et en vitamines A, B , E et C et, dans bien des cas, ont des propriétés médicinales(Fanzo, 2013).

Au cours des dernières décennies, la production et la consommation de lupin blanc ont augmenté en raison de la capacité des plantes de lupin à croître dans des climats défavorable, leur tolérance à des sols pauvres au éléments essentiel à la croissance et leurs rendements élevés (1000 à 2000kg/ha) (linemann et Dijkstra.,2002).

La teneur en protéine des graines de lupin varie de 30 à 40g/100g avec une composition en acide aminés comparable à celle du soja (Elsamani et al.,2014).

Aujourd'hui, un marché pour l'utilisation des graines de lupin dans l'alimentation humaine a été développé et différents produits sont disponibles, tel que les pâtes, les produits de boulangerie contenant la farine de lupin, produit carnés, et boissons (Jayasena et al,2010 ; Paraskevopoulou et al)

Selon l'importance de la graine de *lupinus albus*, et le coût élevé de la matière première d'origine laitière nous avons pensé à incorporer l'extrait de *lupinus albus* dans

l'élaboration du yaourt de manière à améliorer ses propriétés nutritionnelles, et de réduire les coûts de fabrication des produits laitiers.

Le travail présenté dans ce mémoire, est scindé en deux grandes parties :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur le yaourt et la graine de lupin blanc (*lupinus albus*).

La deuxième partie développe la partie expérimentale :

- Un exposé de la matière première et des méthodes mises en œuvre dans le cadre de leur caractérisation.
- La réalisation des différents essais, ainsi que leur caractérisation sensorielle, physicochimique, et microbiologique, les résultats dispensés sont ensuite développés et discutés dans la logique de note étude.

CHAPITRE I : Le dessert lacté « yaourt »**I. Généralités :**

Historiquement, les desserts lactés frais étaient des préparations traditionnelles ou familiales à base de lait, servies entre les plats, pour occuper les convives des banquets qui étaient attablés pendant de longues heures, d'où leur appellation « entremets ». En France, du XVIe au XIXe siècle, ils pouvaient être salés ou sucrés et ce n'est qu'au XIXe siècle que l'entremet sucré a vraiment pris sa place dans notre culture culinaire. Composés de lait bouilli, de sucre, parfois d'œufs et de crème, ils sont à l'origine de nombreuses recettes classiques, aujourd'hui appelés « desserts lactés frais » qui répondent à la demande des consommateurs : se faire plaisir avec des desserts frais sans passer du temps au préalable à les préparer. Aujourd'hui, les fabricants débordent d'imagination et déclinent les recettes traditionnelles en de nombreux produits originaux, en tentant d'allier naturalité, goût et équilibre nutritionnel (Jeantet et *al.*, 2008).

II. Les différentes catégories de desserts lactés :**II.1 Les laits emprésurés aromatisés :**

Ils sont composés de lait caillé aromatisé, faiblement acide. Ils contiennent parfois des ferments lactiques (Jeantet et *al.*, 2008)

II.2 Crème dessert:

Les crème dessert lacté sont préparées à partir de lait épaisse par addition d'agents de texture naturels (amidon...etc), elles sont sucrées et aromatisées à la vanille, au caramel, au chocolat (Gret, 2010).

II.3 Les mousses et assimilés :

Desserts frais et foisonnés contenant, outre le lait, des matières sucrantes, des matières aromatisantes, des gélifiants, des agents de foisonnement et des épaississants, éventuellement des œufs et de la crème. (Gret, 2010).

II.4 Les crème brûlées :

Elles intègrent de la crème (à 30% de matière grasse au minimum), des œufs (10% minimum pour les desserts « traditionnels ») et des matières sucrantes. La cuisson au four est obligatoire. Aucun gélifiant n'est autorisé (Gret, 2010).

II.5 Les îles flottantes :

Elles contiennent des blancs d'œufs battus en neige (au minimum 10% pour les produits « traditionnels ») et de la crème anglaise élaborée avec au minimum 7% de jaunes d'œufs. Elles sont cuites au four ou au bain-marie (Jeantet et *al.*, 2008).

II.6 Les gâteaux de riz :

Les composants « clé » en sont le lait, le riz (pas moins de 10% pour les desserts lactés « traditionnels » et 5% pour les autres) et les œufs (5% minimum). Le riz doit être cuit dans le lait pour que le gâteau de riz puisse être de qualité traditionnelle (Jeantet et *al.*, 2008).

II.7 Les œufs au lait :

Les œufs doivent y être présents dans une proportion de 15% minimum pour les desserts « traditionnels ». La cuisson se fait au four et les gélifiants sont proscrits (Jeantet et *al.*, 2008).

II.8 Les crèmes aux œufs et caramel :

Les œufs entrent pour un minimum de 15% (desserts « traditionnels ») ou 5% (desserts courants) dans leur composition. La crème y est présente à 3% minimum pour les produits traditionnels. Le caramel dépasse les 6% pour les produits traditionnels qui requièrent par ailleurs une cuisson au four (5% pour les autres) (Jeantet et *al.*, 2008).

II.9 Les riz au lait :

le riz entre pour 8% dans la composition des desserts lactés « traditionnels » (5% pour les autres) et doit être cuit dans le lait pour que le riz au lait puisse être qualifié de traditionnel (Jeantet et *al.*, 2008).

III. Yaourt**III.1 définition :**

Le yaourt est un lait fermenté moderne. Selon le Codex Alimentarius (norme N°A-11(a) 1975) « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* et *Streptococcus salivarius 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 ». De plus la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,7g .

III.2 Historique :

L'histoire du yaourt est liée à celle de l'Asie centrale, zone de passage et d'échange. Les tribus nomades qui vivaient dans ces zones ont créé le yaourt pour répondre à un double défi : conserver le lait et le transporter aisément.

Avec les mouvements des tribus, le yaourt s'est rapidement diffusé dans toute la région où il reste confiné jusqu'au XV^{ème} siècle. A cause des grandes vagues de migrations, il se diffuse dans le monde, particulièrement en Europe et en Amérique (Michelle, 2002).

III.3 Les différents types de yaourt :

La consistance, le goût et l'arôme des yaourts varient d'un pays à un autre, cependant leur classification se fait selon leur teneur en matières grasses, leur goût ou leur texture (sablonnières, 2001).

III. 3.1 Selon la technologie de fabrication (Mahaut et *al*, 2000) :

- **Les yaourts fermes** dont la fermentation a eu lieu en pots, se sont généralement les yaourts nature et aromatisé.
- **Le yaourt brassé** dont la fermentation a eu lieu en cuve avant brassage et Conditionnement. C'est le cas de yaourt veloutés nature ou aux fruits

III.3.2 Selon la teneur en matière grasse (Gosta, 1995) :

- **Yaourt entier** : 3% de matière grasse en poids.
- **Yaourt partiellement écrémé** : moins de 3% et plus de 0.5% de matière grasse.
- **Yaourt écrémé** : au maximum 0.5% de matière grasse

III.3.3 Selon leur goût (Frédo, 2005):

- **Les yaourts nature** : Ils ne subissent aucune addition.
- **Les yaourts sucrés** : ils sont additionnés de saccharose à un taux variable de %.
- **Les yaourts « aux fruits », au miel, à la confiture** : Ils subissent une addition inférieure à 30% du produit.

III .4 Les ingrédients de fabrication :

III.4.1 Le lait frais :

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. C'est aussi l'un des rares à convenir à toutes les tranches d'âge (nourrissons, enfants, adolescents, adultes, personnes âgées) qui le consomment tel quel à l'état liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés (fromages, yaourts, crèmes glacées...etc). (Jeantet et *al.*, 2008).

III .4.2 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 par 5% en poids du produit fini (taux d'humidité maximale). La qualité hygiénique doit être excellente (Multon ,1992).

Selon la teneur en matière grasse du lait, on démontre trois catégories de poudre de lait : la poudre de lait entier, poudre de lait partiellement écrémé (26%) et poudre de lait écrémé (0%) (Anonyme, 2010)

III .4.3 l'eau :

Elle doit être potable et notamment répondre aux standards fixés par l'OMS. Sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène. Leur recherche nécessitant des techniques spéciales, on choisit comme indicateurs de pollution des germes de contamination fécale qui sont plus faciles à identifier, à dénombrer et plus communs (bactéries coliformes, dont *E.coli*, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfite-réducteur). Si l'eau n'est pas potable de façon permanente, il est indispensable de la traiter, notamment par la pasteurisation ou la chloration. Sur le plan physicochimique, elle ne doit contenir ni pesticides, ni nitrates, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15 et un pH voisin de la neutralité.

III .4.4 Sucre :

Le sucre est un produit alimentaire d'origine végétale, composé pour l'essentielle de saccharose, et de diverses substances naturelles appartenant à la classe des glucides, extrait à partir de la betterave ou de la canne à sucre responsable d'une quatre saveurs gustatives fondamentales : le sucré (Multon, 1992).

III .4.5 Arome :

Le terme <<arome>> désigne les ingrédients alimentaires destinés à donner des saveurs à des aliments. Les aromes sont des ensembles complexes de composés volatiles que sont perçus par les organes olfactifs et gustatifs.

Les arômes sont des molécules organiques de faible masse moléculaire ($M < 400$ daltons). Les hydrocarbures des composés possèdent un ou plusieurs groupements fonctionnels (alcool, phénol, ester) et divers hétérocycles.

Le goût et l'odeur sont des critères essentiels pour déterminer la qualité d'un produit par le consommateur. Ces critères sont basés sur le choix de la matière aromatique utilisée (Craizet, 1998).

III .4.5 Caractérisations bactériennes :

III .4.5.1 Streptococcus thermophilus :

La variation de sa température optimale entre 40 et 50°C. *St.thermophilus* est un cocci Gram positif, anaérobie facultative, non mobile. Le rôle majoritaire 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 (Bergamaler, 2002).

III .4.5.2 Lactobacillus Bulgaricus :

Lactobacillus Bulgaricus est un bacille Gram positif, immobile, sporulée, micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucre par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenté les pentoses.

Lactobacillus bulgaricus est une bactérie thermophile, très exigeante en Calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance d'environ de 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement de qualité organoleptique et hygiénique du yaourt (Affer, 2010).

Ces deux bactéries tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relié au peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le système le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase dont les bactéries lactiques sont déficientes. Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elles sont dites micro-aérophiles (Affer., 2010).

III.4.5.3 action des bactéries de yaourt :

III.4.5.3.1 Activité acidifiante :

La production d'acide lactique est l'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 (Schmidt et *al.*,1994).

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

- Il aide à déstabiliser les micelles des 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 (Tamime et Robinson, 1999 ; Singh et *al.*, 2006).

III.4.5.3.2 Activités protéolytique :

Les bactéries lactiques sont dotées de protéolytique complexe par leur nature et leur location, car pour satisfaire leurs besoins 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 également associées aux enveloppes cellulaires. Le niveau de ces activités protéolytiques peut varier en fonction d'un certain nombre de 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 (Ghalem., 2014).

III.4.5.3.3 Effet texturant :

Les propriétés texturantes des bactéries lactiques sont principalement utilisées pour améliorer les qualités organoleptiques des produits laitiers frais fermentés. Ainsi, la production d'exopolysaccharides (EPS) par les bactéries lactiques, lors de leur développement dans le lait, évite d'augmenter le taux protéique du produit ou d'avoir recours à l'ajout d'additifs, tels que des texturants et des épaississants, lors de la production du yaourt. La présence d'EPS a pour effet de réduire la synérèse lors du stockage au froid des produits laitiers fermentés (Georges et Luquet, 2008).

III.4.5.3.4 Activité aromatique :

Les bactéries lactiques produisent des composés aromatiques qui participent largement au développement des caractéristiques organoleptiques des produits fermentés frais (Chamba et *al.*, 1994).

III.5 valeurs nutritionnel

Le yaourt est un produit laitier qui contient les mêmes éléments importants pour la nutrition humaine que le lait (Camara, 2005). Auxquels s'ajoutent les propriétés des

ferments lactiques. C'est un aliment qui fournit de nombreux nutriments intéressants et un apport calorique modéré (Damiens, 2011).

Tableau 1: composition nutritionnelle pour 100g de yaourt (table ciqual 2008).

	Energie (kcal/100g)	Protéines (g/100ml)	Lipides (g/100ml)	Glucides (g/100ml)	Calcium (mg/100g)	Vitamine (mg/100g)
Yaourt nature Au lait entier	71	3.8	3.6	5.0	126	0.21
Yaourt nature Au lait partiellement écrémé	47	4.0	1.0	4.8	143	0.25
Yaourt nature Au lait Ecrémé (0%MG)	42	4.4	0.0	5.1	143	0.24
Yaourt aux fruits au Lait demi-écrémé	92	3.2	1.7	15.2	114	0.18
Yaourts aux fruits au Lait écrémé (0%)	45.2	4.3	0.1	0.6	128	0.27
Yaourts aromatisés Au lait partiellement écrémé	82	3.4	1.3	13.5	115	0.20

Il contient des protéines de haute valeur biologique, elles sont en quantité supérieur à celle du lait grâce à l'adjonction de poudre de lait sec et de protéine de lait. Un pot de yaourt contient de 3 à 5 g de protéines (Damiens, 2011). La teneur en lipide varie (de 0 à 3,6 g)

selon la nature du lait utilisé (écrémé ou non). La majorité de ces lipides sont saturés (Fredot, 2005). En plus, La fermentation abaisse la teneur en lactose de 20 à 30 % par rapport au lait grâce à l'action des bactéries lactiques assurant la dégradation du lactose. La concentration finale moyenne en glucides est ramenée à 5 g pour 100g de produit . Une source de divers micronutriments et notamment les vitamines du groupe B, indispensables au bon fonctionnement du métabolisme énergétique et à la fabrication des tissus de l'organisme (Damiens., 2011).

III.6 Intérêts nutritionnels du yaourt :

L'acide lactique est légèrement antiseptique. Cette acidité inhibe surtout le développement de germes pathogènes dans le tube digestif du consommateur. De plus, l'acidité stimule les mouvements péristaltiques du tube digestif, facilitant l'élimination des micro-organismes pathogènes. *Streptococcus thermophilus* semble aussi empêcher l'implantation de certaines bactéries pathogènes dans l'intestin telle que les Salmonelles et les colibacilles. Cependant, les bactéries du yaourt ne s'implantent pas dans la flore intestinale. C'est pourquoi, pour maintenir leurs effets bénéfiques, un apport régulier est nécessaire. Les bactéries du genre *Lactobacillus* sécrètent du peroxyde d'hydrogène qui agit aussi comme un antiseptique. Le yaourt est donc un aliment vivant qui, d'une façon générale, diminue les symptômes de dérangement intestinal (Fredot., 2005).

III.6.1 Amélioration de la déficience en lactose :

La flore vivante du yaourt rend possible la consommation du produit acidifié aux personnes déficientes en lactose (Kilara et Shahahi.,1989).

Selon Besnier et al ,1983 la lactose dans les ferments semble être réglurguée lors de la digestion gastrique .cette activité lactique est multipliée par cinq lorsque le yaourt est placé dans un milieu gastrique reconstitué augment légèrement ensuite au cours des trois heures digestion

III.6.2 Regulation de la digestibilité :

La digestion du lactose commence par une hydrolyse enzymatique, le glucose et le galactose qui est absorbés par la muqueuse intestinale. En absence de cette enzyme, l'absorption du lactose ne peut pas se faire ce qui entraîne des phénomènes chimiques de malabsorption (Deroissard et al.,1993)

Donc le yaourt permet l'absorption du lactose, chez les sujets déficients en lactose mais cette action favorable n'existe que si les bactéries lactiques sont vivantes et leur lactose est actif (Guyot.,1992).

III.6.3 Résistance non spécifique a des maladies digestives infectieuses :

Le yaourt par ces souche est capable de participer à des différentes facon à l'effet barriere de microflore intestinale.

L'acide lactique produit par les bacteries lactiques crée un environnement acide hostile à certines bactéries nocives (anonyme.,1994).

III.6.4 L'immunomodulation :

Coge et al, 1980 et Desimone et al,1986. ont montré que la consommation du yaourt vivant à *S.thermophilus* et *L.bulgaricus* par des souris augment l'immunité de l'organisme,ce qui n'était pas le cas pour le yaourt thermisé

Il est établi que les *lactobacilles* ont un role dans la stimulation des système immunitaires plus les streptocoques in vitvo (Mc Groarty et al.,1988).

III.7 Fabrication de yaourt :

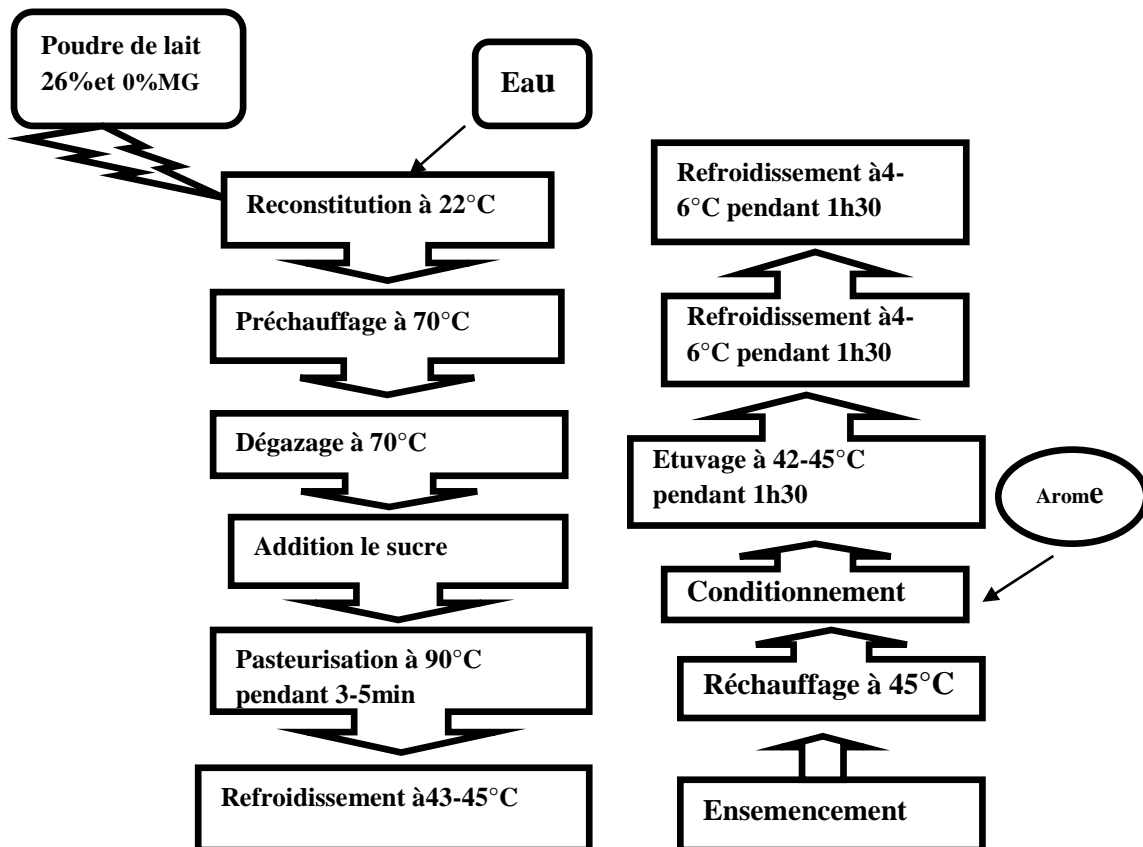


Diagramme de fabrication du yaourt selon la laiterie d'Arib

La fabrication de yaourt étuvé peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3.5% ; 1.0% ; 0.0%) (Belkadi et Belmaaziz., 2015).

III.7.1 La reconstitution du lait : consiste à mélanger de l'eau et de la poudre du lait, le pourcentage eau / poudre de lait est bien déterminer. (selon la quantité fabriquée), car il joue un rôle très important sur l'aspect de produit fini (très fluide, peu fluide, normal). (Carole L et vognla 1998).

III.7.2 Pasteurisation :

La température de pasteurisation en cuve avec agitateur varie entre 90°C à 95°C pendant quelques secondes. Plus le lait est contaminé plus la température et le temps de pasteurisation seront importants (Patrick *et al.*, 2010).

III.7.3 Refroidissement :

Après chauffage, le lait est refroidi à 45°C cette température est maintenue lors de la fermentation (Mechtoun., 2014).

III.7.4 Ensemencement :

C'est l'inoculation dans le lait des deux germes spécifiques du yaourt, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* à des rapports 2/1 pour le yaourt nature et jusqu'à 10/1 pour les yaourts fruités (Luquet, 1990).

La quantité de culture ajoutée au lait peut être influencée par l'activité des germes, le temps et la température d'incubation (Corvi., 1997).

Ainsi, pour les températures d'incubation de (40 à 50°C), le taux d'ensemencement se situe entre 1 et 3% (Luquet., 1990). En outre, la répartition des germes doit être bonne et régulière dans le lait et l'activité du levain doit atteindre en fin d'incubation 85 à 90°D (Guyot, 1992).

III.7.5 Réchauffage :

Les bactéries lactique sont des bactéries homofermentaire, microaérophiles et thermophiles dont la température optimale de développement se situe selon les autres de 37 à 46°C pour *S.thermophilus* et de 42 à 50°C pour *Lb. Bulgaricus* (Mahaut et al.,2000).

III.7.5 Conditionnement :

Selon la nature du yaourt à fabriquer, on procède à une incubation au niveau de la chambre chaude (dans le cas de yaourt ferme).Après le capsulage (fermeture de pot) les pots sont acheminés vers une chambre chaude pour incubation. L'acidification dépend de la

température et de la durée d'incubation. Les pots sont maintenus dans l'étuve jusqu'à obtention d'une acidité de 0.75 à 0.8 % d'acide lactique, le caillé obtenu doit être ferme, lisse et sans exsudation de sérum (Mahaut et al., 2000).

III.7.6 Étuvage :

La phase d'incubation correspond au développement de l'acidité. Elle est sous la dépendance de deux facteurs : la température et la durée. On choisira une température proche de la température optimale de développement de *Streptococcus thermophilus* soit 42-45°C plutôt qu'une température proche de l'optimum du *Lactobacillus bulgaricus* (47-50°C) car il est préférable que les *Streptococcus* assurent le départ de la fermentation lactique. Cette température voisine de 42-45°C est d'ailleurs la température symbiotique optimum. Sa durée varie de 2h30 à 3h30 (Luquet, 1990).

III.7.8 Arrêt de fermentation :

Il est nécessaire des produits fins bloquer l'acidification des yaourts par l'application d'un refroidissement rapide à la température de 4 à 5°C ; ce qui inhibe l'activité des bactéries lactiques (Keddar et Koubich., 2009).

III.7.9 Conservation :

Le yaourt doit être conservé au réfrigérateur. Sa consommation doit intervenir avant la date de péremption figurant sur l'emballage (24 jours après la fabrication). Lorsqu'un récipient est ouvert, il convient de consommer son contenu rapidement pour éviter l'installation de moisissures (Dupin et al., 1992).

III.8 Qualité de yaourt :

La notion de qualité d'un aliment intègre communément quatre critères 4S : Sécurité, Santé, Saveur et Services. Chacun de ces mots clés renvoie aux notions de sécurité sanitaire des produits, à leur valeur nutritionnelle et santé, aux critères organoleptiques de goût, d'odeur et d'arôme et à l'ensemble des services associés au produit alimentaire notamment issu de l'industrie agro-alimentaire. Lors de la fabrication vous devez vérifier la qualité physicochimique des produits, Lors de la vente, la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8 g. De plus, le pH du yaourt doit être autour de 4 (Seydi, 2002). Le yaourt doit être consommé à environ 10°C, au-dessous de cette température, le profil de la flaveur n'est plus apprécié à cause du froid, il est rapporté que tous les composants volatils présents dans le yaourt diminuent au cours du stockage à moins de 8°C et au-dessus de 10°C le produit perd sa fraîcheur (Gafaar, 1992)

En microbiologie, Selon la Norme Nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel de la République Algérienne, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène. Leur

présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Enfin, Organoleptique : Le maintien d'une texture et d'une dureté uniformes au cours de la fabrication et pendant toute la période de conservation est le principal objectif dans la production du yaourt (Shakeel et al., 2012). De plus, Les composants aromatiques qui contribuent à l'arôme final du yaourt peuvent être divisés en quatre catégories à savoir les acides non volatils (lactique et pyruvique), les acides volatils (butyrique et acétique), les composés carbonyliques (l'acétaldéhyde et le diacétyl) et divers autres composés (acides aminés et les produits formés par la dégradation thermique) (Serra et al., 2009).

CHAPITRE II : *Lupinus albus*

I. Généralités

Le lupin blanc, dont le nom scientifique est *Lupinus albus* est une espèce de plante herbacée annuelle faisant partie de la famille des *Fabaceae* originaire du bassin méditerranéen, largement cultivées pour leur graines tant en alimentation humaine qu'en alimentation animale (Guillaume, 2010).

Ses graines sont employées comme source de protéines de l'alimentation humaine et animale dans diverses parties du monde, non seulement pour leur valeur nutritive, mais aussi pour leur capacité d'adaptation à des climats et des sols marginaux.

II. Historique :

Les anciens Grecs se sont référés appeler lupin comme « *Thermes* » alors qu'il est appelé « *Turmus* » dans la plupart des pays arabes et l'Inde, la plante est nommée « Termiye » ou « Acibakla » en Turquie (Yorgancilar *et al.*, 2009).

Le lupin est connu sous différents noms vernaculaires tels que « Gibto » en Ethiopie (Habtie *et al.*., 2009 ; Tizazu et Emire, 2010), parce qu'ils pensaient que la graine est originaire et introduit à partir de l' Egypte.

Les Romains croyaient que lupin volé du sol des éléments nutritifs de la même manière qu'un loup animaux domestiques « voler », mais le contraire est vrai qu'ils sont parmi les légumineuses (Yorgancilar *et al.*, 2009; Engedaw, 2012). Le qualificatif « blanc » fait référence à la couleur des fleurs. Le terme « tramousse » est un substantif féminin qui provient du français parlé en Algérie à l'époque de la colonisation. Il dérive du vocable espagnol *altramuz* qui désigne le lupin, issu lui-même de l'arabe الترمس (Besbes, 2015).

III. Production de lupin blanc :

Près de 2 millions d'ha de lupin (toutes espèces confondues) sont cultivés dans le monde, dont 60 % pour la production de graines principalement et 40 % pour le fourrage et l'engrais vert. Le principal producteur de graines de lupin est l'Australie, avec environ 1,4 million t/an pour l'aliment du bétail (Jansen, 2006) .

En Europe, il est cultivé en France , en Allemagne, en Pologne ,en Russie ,en Hongrie et en Italie mais dans des quantités moindres (entre 10 000 et 70 000 t/an par pays) (Arnoldi et Greco, 2011).

IV. Description botanique :

Plante herbacée annuelle, érigée, ramifiée, buissonnante, à poils courts, atteignant 120 cm de haut, à forte racine pivotante.

Ses Feuilles alternes, composées digitées à 5–9 folioles ; stipules linéaires à étroitement triangulaires, adnées à la base du pétiole jusqu'à 1 cm ; pétiole de 3,5–7(–12) cm de long ; folioles obovales, de 2–6 cm × 0,5–2 cm, cunéiformes à la base, arrondies et mucronées à l'apex, presque glabres dessus, poilues dessous.

Inflorescence : fausse grappe terminale de 3–30 cm de long, à nombreuses fleurs, fleurs inférieures alternes, fleurs supérieures verticillées ; pédoncule court ou absent.

Fleurs bisexuées, papilionacées ; pédicelle de 1–2 mm de long ; calice de 8–14 mm de long, densément poilu à l'extérieur, tube d'environ 4 mm de long, à 2 lèvres, lèvre supérieure entière, lèvre inférieure entière ou légèrement 3-dentée ; corolle blanche à mauve-bleu, étendard obovale, de 15–18 mm × 8–12 mm, bords partiellement réfléchis, ailes obovales, de 13–17 mm × 6–10 mm, carène en forme de cuillère, de 12–15 mm × 4 mm, munie d'un bec ; étamines 10, toutes soudées en un tube ; ovaire supère, 1-loculaire, style d'environ 7,5 mm de long avec un anneau de petits poils sous le stigmate.

Le fruit est une gousse étroitement oblongue, comprimée latéralement, de 6–15 cm × 1–2 cm, bombée au niveau des graines, brièvement poilue mais glabrescente, jaune, contenant 3–6 graines.

Graines rectangulaires ou carrées à coins arrondis, latéralement comprimées, de 7–16 mm × 6–12 mm × 2–5 mm, plus ou moins lisses, blanches inégalement teintées de rose saumon ou mouchetées de marron foncé. Plantule à germination épigée (Mohamed.AA , 1995).

La graine de lupin est produite dans les gousses qui se développent sur la tige principale de la plante. Gousse contiennent entre trois et sept graines et ces graines varient en taille, la couleur, l'aspect et la composition en fonction de l'espèce de lupin. Parmi eux

les graines de *Lupinus albus* sont les plus grandes. Ils ont une forme aplatie circulaire avec 8 à 12 mm de diamètre, 10 à 14 mm de long et 3 à 5 mm d'épaisseur ; et sont de couleur crème ; selon la concentration en alcaloïdes (Getachew, 2009).

V. Origine et répartition géographique :

Le lupin blanc est originaire du sud-est de l'Europe et de l'Asie occidentale où des types sauvages sont encore présents. Sa culture est connue depuis l'antiquité en Grèce, en Italie, en Egypte et à Chypre. Au cours de l'histoire de sa culture, son importance a souvent fluctué ; actuellement, il a quasiment disparu d'Europe centrale, alors qu'il est de plus en plus répandu aux Amériques. De nos jours, c'est un légume sec traditionnel secondaire, cultivé autour de la Méditerranée et de la mer Noire, dans la vallée du Nil, jusqu'au Soudan et en Ethiopie. Il est aussi parfois cultivé ailleurs, par ex. au Kenya, en Tanzanie, au Zimbabwe, en Afrique du Sud, à l'île Maurice, aux Etats-Unis et en Amérique du Sud essentiellement au Brésil et au Chili (Jansen, 2006) .

VI. Ecologie :

Le lupin blanc Le lupin blanc sauvage préfère les milieux perturbés et les sols pauvres, où la concurrence avec les autres espèces est moindre. Il est généralement cultivé à des températures mensuelles moyennes de 15–25°C pendant la période de croissance, l'optimum étant 18–24°C. Des températures supérieures de même que le stress dû à l'humidité retardent la floraison et la formation des gousses. Le lupin blanc tolère le froid, mais des températures de –6 à –8°C nuisent à la germination, et des températures de –3 à 5°C à la floraison. La pluviométrie optimale pour le rendement est de 400–1000 mm durant la période de croissance. Les espèces de lupin sont tolérantes à la sécheresse grâce à la profondeur de leurs racines, mais sont sensibles à la carence en humidité pendant la période reproductive.

Le lupin est adapté aux sols bien drainés, légèrement acides ou neutres, de texture légère à moyenne, à pH compris entre 4,5–7,5. La croissance est ralentie sur des sols d'argiles lourdes engorgés, alors que les sols calcaires ou alcalins induisent la chlorose et limitent la croissance, empêchant souvent la culture. Le maximum de CaCO₃ toléré dans le sol est de 3–5 g/100 g. Certains cultivars de lupin blanc tolèrent mieux la salinité et les sols lourds

que la plupart des autres plantes cultivées (Jansen, 2006). En Ethiopie, le lupin blanc est cultivé à 1500–3000 m d'altitude, sur des sols trop pauvres pour une bonne culture de fèves (Jansen, 2006).

VII. Classification botanique de lupin blanc :

Selon Sbabou (2009), les lupins appartiennent à l'embranchement des spermaphytes, le sous embranchement des Angiospermes, la classe des Magnoliopsida (Dicotylédones), la sous classe des Rosidae, l'ordre des fabales, la famille des Fabaceae (Légumineuses), tribu des genistées et le genre *Lupinus*.

Tableau 2 : Classification de *Lupinus albus* (Sbabou, 2009)

Classification	
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Lupinus</i>
Nom binominal	<i>Lupinus albus</i>

VIII. Valeur nutritionnelle de la graine de *Lupinus albus* :

Le lupin est une bonne source de nutriments, non seulement en protéines mais aussi en lipides, fibres alimentaires, minéraux, et vitamines (Martínez-Villaluenga *et al.*, 2006a, 2009; Zielinska *et al.*, 2008).

VIII.1 Les protéines :

Les protéines représentent entre 34 à 43 % de la matière sèche de la graine de lupin, valeurs similaires à celle du soja. La teneur en acides aminés essentiels est correcte,

cependant une légère déficience en acides aminés soufrés est notée (Arnoldi et Greco, 2011).

VIII.2 Les glucides :

La graine de Lupin est également une excellente source de fibre contenant jusqu'à 39% de fibres, composée de 75 à 80% de fibre soluble, 18-25% de fibres insolubles et 5-9% d'hémicellulose totales (Arnoldi et al., 2005).

Nutritionnellement, les glucides de la graine de lupin sont assez intéressants. L'amidon, peut être classé dans la catégorie des amidons résistants, il est digéré lentement et donc libéré dans le sang graduellement (Arnoldi et Greco, 2011).

VIII.3 Les lipides :

Les lipides, quant à eux sont également une source nutritionnelle importante. Les lipides de lupin blanc semblent particulièrement prometteurs car leur composition est très proche des recommandations actuelles pour la prévention des maladies cardio-vasculaires (mcv), notamment pour le *ratio* oméga-6 et oméga-3 qui est de 2:1 alors que dans le monde moderne, il est plutôt proche de 15:1. Un excès d'oméga-6 vs oméga-3 augmente les facteurs de risque des maladies cardio-vasculaires (mcv) (Arnoldi et Greco, 2011).

VIII.4 Composés mineurs :

Entre autres les facteurs antinutritionnels, leur teneur est plus faible comparée à d'autres légumes. Par exemple, les inhibiteurs de protéase se lient fortement aux enzymes digestives nuisant à leur activité (cas des inhibiteurs de la trypsine pour le lupin). Cependant, un traitement à la chaleur permet de les détruire, améliorant largement le Ratio d'Efficacité Protéines (PER) (Arnoldi et Greco, 2011).

Contrairement aux protéines animales, dont la valeur nutritive est largement déterminée par la composition en acides aminés, le réel potentiel nutritionnel des protéines des légumineuses est obtenu après haute température puisqu'ils contiennent plusieurs éléments qui peuvent avoir un impact négatif sur la qualité nutritionnelle des protéines qui doivent être inactivés, au moins en partie, par chauffage.

Parmi les facteurs thermolabiles, nous pouvons citer les phytates, oligosaccharides indigestes, inhibiteurs de la trypsine, tanins, leptines et isoflavones, la graine de lupin a une teneur faible de ces facteurs antinutritionnels (Arnoldi, 2005).

Tableau 3: Composition de la graine de *Lupinus albus* (Brink et Belay, 2006 ; Martinez-Villaluenga *et al.*, 2006)

Constituant		Composition (pour 100 g)
Energie		1552 KJ (371Kcal)
Glucides		40,4g
Lipides 9,7 g	Acide oléique 3558 mg	3558 mg
	Acide linoléique	1995 mg
	Acide palmitique	742 mg
	Acide linoléique	446 mg
	Acide stéarique	316 mg
Protéine (30,6 g à 37,4g)	Tryptophane 289mg	289mg
	Lysine	1933 mg
	Méthionine	255 mg
	Phényl alanine	1435 mg
	Thréonine	1331 mg
	Valine	1510 mg
	Leucine	2734 mg
	Isoleucine	1615 mg
Les minéraux	Ca	176 mg
	Mg	198 mg
	P	440 mg
	Fe	404 mg
	Zinc 4,8	4,8
Les vitamines	Vitamine A	23 mg
	Thiamine	0,64 mg
	Riboflavine	0,22 mg
	Né acine	2,2 mg
	Vitamine B6	0,36 mg
	Folâtres	355 mg

	Vitamine E	0 ,007 à 0,008 mg
--	------------	-------------------

IX. Effet thérapeutique de la graine de *Lupinus albus* :

Les protéines de lupin retiennent une attention particulière en termes de bienfaits pour la santé, qui concerne un certain nombre de conditions connus actuellement sous le nom de «syndrome métabolique » qui comprend un ensemble de facteurs tels que l'obésité, l'hypertension, l'hypercholestérolémie (Elasmani et *al.*, 2014)

IX.1 Effet sur le cholestérol :

Comme indiqué au préalable, les graines de lupin ne contiennent pas de cholestérol. Elles peuvent donc être consommées sans risque. En effet, en plus de ne pas faire augmenter le taux de cholestérol dans le sang, elles permettent de réduire le taux de mauvais cholestérol dû à l'absorption réduite des graisses (Arnoldi, 2005).

IX.2 Effet sur l'hypertension :

Grâce aux propriétés du tocophérol, la consommation de lupin peut même prévenir l'hypertension et permet la prévention du diabète de type 2 et le cancer du côlon (Brink et Belay, 2006).

IX.3 Effet sur les maladies cardiovasculaires :

La présence d'arginine dans le lupin présente des effets bénéfiques sur les parois internes des vaisseaux sanguins et contribue à améliorer la fonction endothéliale, et contribue à améliorer la fonction endothéliale, ce qui est précisément l'une des principales causes de maladies cardiovasculaires, l'origine des accidents vasculaires cérébraux, crises cardiaques, l'hypertension artérielle, etc. la grande quantité d'oméga-3 dans *lupinus* apporte beaucoup d'avantages pour le cœur, qui combinée à une bonne prise de fibre améliore l'activité cardio-vasculaire (Yeheyis et *al.*, 2011)

IX.4. Effet sur la constipation :

L'excellente teneur en fibres dans le lupin favorise également la motilité intestinale, empêchant constipation, vomissements et nausée, et aussi en régularisant le processus de digestion (Habtie , 2009)

IX.5 Effet sur le diabète :

Le lupin a un faible index glycémique. Une réponse glycémique plus faible produit habituellement une baisse de la demande d'insuline et peut ainsi, par voie de conséquence, améliorer le contrôle des lipides sanguins. Après des études récentes effectuées à l'Université San «Raffaele à Milan », il a été montré que la protéine contenue dans la semence de *Lupinus*, agit sur l'accumulation de glucose dans le sang en inhibant l'action de l'insuline et de faciliter le transport du glucose dans les cellules musculaires (Arnoldi et Greco, 2011).

X. Utilisations du *Lupinus albus* :

Le Lupin blanc est une culture de légumineuses à usages multiples avec un éventail diversifié d'utilisation en tant que source de protéine pour l'alimentation animale et humaine, pour leur valeur nutritive (Arnoldi, 2005).

X.1 Engrais verts et culture de couverture :

Du fait de la présence de rhizobiums symbiotiques dans des nodules racinaires, le lupin blanc est fixateur d'azote atmosphérique. Les bactéries symbiotiques transforment cet élément en molécules métabolisable par les végétaux. Le lupin blanc enrichit donc la terre en azote (Janson, 2006).

X.2 Alimentation animale :

Le lupin blanc est largement cultivé pour l'alimentation du bétail et des volailles. Les alcaloïdes des lupins amers peuvent engendrer des syndromes neurologiques, analogues au lathyrisme. Les graines toxiques de lupins provoquent chaque année la perte de nombreuses têtes de bétail et de moutons dans les cordillères de l'ouest américain (Williamson et al., 1994).

X.3 Alimentation humaine :

En alimentation humaine, un usage traditionnel au Portugal et dans plusieurs pays méditerranéens est la graine entière de lupin blanc saumurée, servie comme apéritif, parfois avec des graines amères en Egypte. Plus récemment, une utilisation de farine de lupin blanc s'est développée comme ingrédient agro-alimentaire en France. En effet, après avoir débarrassé le lupin blanc de son tégument épais et réduit en farine très fine, on obtient une poudre jaune vif, très nutritive riche en protéines et acides gras essentiels avec des propriétés technologiques qui lui permettent par exemple de remplacer le jaune d'œuf,

en pâtisserie viennoiserie en particulier. On trouve également d'autres ingrédients fonctionnels pour l'alimentation humaine comme les protéines de lupin qui entrent de plus en plus dans la fabrication de produits sans gluten (Jansen., 2006).

Chapitre III : matériel et méthodes

Nous avons réalisé notre stage au niveau du laboratoire de physico-chimie et de microbiologie au sein de la laiterie ARIB, nous avons aussi réalisé quelques analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire de chimie 1 du département de biologie à l'université de khemis Miliana. Notre stage s'est déroulé du 31 Mars 2019 au 30 Mai 2019.

I . Présentation du lieu de stage :

L'unité de ARIBS de Ain Defla a été créée le 1981 et entre en essai le avril 1989, construite par un organisme danois spécialisé dans l'industrie laitière, elle est située à 15 km sud ouest de Ain Defla et environ 140 km à l'Est d'Alger.

Le complexe laitier d'ARIB a été réalisé par une entreprise Italienne « HINTERCOOP » accompagné par l'entreprise nationale « BATIMETAL » pour les travaux de génie civil et charpente métallique.

La mise en production des ateliers s'est effectuée comme suit :

- Essais techniques : 1988.
- Mise en exploitation : avril 1989 La capacité de traitement et de transformation de l'unité est d'environ 400000 litres par jour .

A pour activité majeure la production des produits suivants :

- lait pasteurisé
- lait fermenté
- yaourt et desserts lactés frais
- beurre

II. Matériel :

II.1 Matières premières utilisées :

Les matières premières utilisées sont les suivantes :

II.1.1 Les graines de *Lupinus albus*:

Les graines de lupin ont été achetées dans un marché public à khemis miliana, elles sont importées d'Egypte.



Figure 2: Photographie des graines de *Lupinus albus* (Originale)

II.1.2 Poudre de lait :

Les poudres de lait utilisées sont celles à 26% et 0% de matière grasse, elle se trouve conditionnée dans des sacs de 25 kg en polyéthylène recouverts par des sacs en papier. La poudre de lait est importée de Belgique.

II.1.3 Ferments :

Ils sont constitués essentiellement des espèces acidifiantes (*Lactobacillus thermophilus* et *Streptococcus bulgaricus*) sont des souches industrielles (référence : CHR –AMD –France) fournies par la laiterie des ARIB.

II.1.4 Sucre :

Il est utilisé pour son pouvoir énergétique et son pouvoir sucrant. Il améliore les caractères organoleptiques du produit et il sert à la fixation des arômes.

Le sucre importé est le saccharose dans des sacs de 50 Kg de Mostaganem.

II.1.5 Arôme :

L'aromatisation est l'un des principaux facteurs de la qualité qui correspond à une première impression qui est agréable. Les arômes améliorent les qualités organoleptiques du produit fini en lui donnant le goût spécifique de chaque fruit. Elles sont importées de France dans des bidons de 25L et gardés au frais.

III. Méthodes :

III.1 Le traitement de l'eau de process :

pour avoir une eau adoucie et prête à l'utilisation, on résume les étapes de ce traitement :

- Réception de l'eau de fourrage.
- La filtration : elle permet d'éliminer les impuretés et déminuer la turbidité de l'eau.
- L'adoucissement : permet avoir une eau adoucie par l'abaissement de TH jusqu'à 0° F à l'aide d'une résine qui capte les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .
- Mettre l'eau dans une chaudière pour déminuer le TA et TAC jusqu'à 0°F
- Chloration : pour désinfecté et minimiser la charge microbienne ,et aussi pour obtenir un TH de 180°F.
- A la fin l'eau est ainsi prête à l'utilisation.

III.2 Caractérisations physico-chimiques des matières premières :

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les différentes matières premières sont :

III.2.1 Les analyse physicochimique de l' eau de process :

III.2.1.1 Détermination du pH : (Norme AFNOR: NF T01-013,1974)

Principe :

Le pH de l'eau est un indice exprimant la concentration des ions hydrogènes dans l'eau. Ses valeurs sont exprimées en unités de pH.

Mode opératoire :

- ✓ Etalonner le pH- mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH 04 et pH 07) .
- ✓ Plonger l'électrode dans le produit à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.
- ✓ Retirer l'électrode et le rincer avec de l'eau distillée.

Lecture :

La valeur du pH est lue directement sur le pH- mètre.

III.2.1.2 Détermination de l'alcalinité (TA, TAC) : (J.O.R.A, 2011)

Facteurs d'alcalinités :

Les facteurs d'alcalinité les plus connus sont :

- Les ions hydroxyde [OH^-]
- Carbonates [CO_3^-]
- les ions bicarbonates [(HCO_3^-)₂]

Le Pricipe :

Le titre alcalin ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes et de la demi-concentration en ions carbonates.

$$TA = [OH^-] + 1/2[CO_3^{2-}] \text{ ml (ou degrés français } ^\circ F)$$

Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, la Somme de la concentration en ions hydroxydes ,carbonates et bicarbonates.

$$TAC = [OH^-] + 1/2 [CO_3^{2-}] + [(HCO_3^-)_2]$$

La détermination de ces deux paramètres est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

Mode opératoire :

Le mode opératoire et l'expression des résultats se font de la manière suivante:

III.2.1.2.1 Détermination du TA (Titre Alcalimétrique) :

Dans un erlenmeyer on met 100 ml H₂O à analyser, on y ajoute quelques gouttes de phenol phtaléine.

Si rien ne se produit, le TA est alors nul = 0^{°F}.

S'il apparait une couleur rose, on ouvre le robinet de la burette préalablement remplie d'acide (Hcl ou H₂SO₄) N/10 et on commence à titrer goutte à goutte jusqu'à la disparition de la coloration rose, on lis alors la chute de burette

chaque ml d'acide correspond à (5^{°F}).

III.2.1.2.2 Détermination du TAC (Titre Alcalimétrique Complet) ;

Dans le même échantillon on ajoute quelques gouttes de méthyle orange ou rouge de méthyle il apparait une coloration jaune on commence à titrer goutte à goutte avec l'acide sulfurique jusqu'à l'apparition de la couleur orange ou rose, 01ml d'acide correspond à (05^{°F}) .

III.2.1.3 Détermination de la dureté de l'eau TH (Titre Hydrométrique) : (NA-1655,1994)

Principe :

Le titre hydrométrique (TH) indique la teneur totale de l'eau en sel de calcium et magnésium, la dureté d'une eau est proportionnelle au nombre total d'atomes de calcium et de magnésium qu'elle renferme.

$$TH = [Ca + 2] + [Mg + 2]$$

Le principe consiste à doser un échantillon d'eau avec l'acide éthylène-diamine-tétra- acétique (EDTA) en présence de noir ériochrome comme indicateur coloré dans un milieu tampon.

Mode opératoire :

On introduit 100 ml d'eau à analyser et on les transfère dans un Erlenmeyer de 250 ml. Puis, on ajoute 10 ml de la solution tampon ammoniacal « pH=10».

Ensuite on additionne 2 gouttes de noir ériochrome.

Si la coloration vire au bleu, TH= 0.

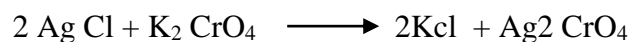
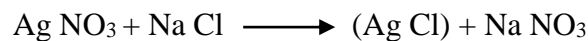
Si la coloration vire vers le violet, on titre avec la solution EDTA (0,02N) jusqu'à coloration bleue.

Le volume de l'EDTA correspond au titre hydrométrique (TH) exprimé en degré français «°F».

III.2.1.4 Détermination des chlorures :(NF T 90 – 014)

Principe :

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.



Mode opératoire :

- Prendre 5 ml d'eau à analyse
- Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (indicateur coloré) coloration jaunâtre
- Titrer avec Ag NO_3 à 0.01 N (solution de nitrate d'argent) jusque à coloration brun rougeâtre
- Lire le degré de titrage dans la burette.

III.2.2 Analyses physicochimiques de la poudre de lait, la graine de *lupinus albus* et lait reconstitué :

III.2.2.1 Détermination de l'extrait sec total (EST) :(ISO 13580,2005)

C'est une dessiccation jusqu'au poids constant de l'échantillon. La détermination de l'extrait sec est réalisée par un dessiccateur **PRECISA M 60**. Son principe repose sur l'élimination de toute l'eau à une température de $103\pm 2^\circ$ jusqu'à obtention d'un poids constant de la prise d'essai analysée.

Une prise d'essai de 1g est étalée sur toute la surface d'une capsule en aluminium préalablement tarée, puis introduite dans le dessiccateur où l'analyse est lancée. La valeur de l'extrait sec en pourcentage (%) est lue directement sur l'afficheur numérique.

Expression des résultats

$$\text{EST} = V \times 10 \text{ (g/l)}$$

Où :

V : valeur donné par le dessiccateur

III.2.2.2 Détermination du potentiel d'hydrogène (pH) : (NF V 04-316)

Nous avons déterminé le pH selon la méthode décrite dans l'analyse de l'eau.

III.2.2.3 Détermination de l'acidité titrable : (NF V04-206 (01/1969))

La méthode de dosage de l'acidité triturable permet de quantifier la teneur totale d'acide lactique présent dans le lait. Le titrage est réalisé par une solution de NaOH N/9 en présence d'un indicateur coloré (phénol- phtaléine) ;

Mode opératoire :

- Remplir la burette de la solution de NaOH (N/9), régler le niveau du liquide à Zéro
- A l'aide de la pipette de 10ml, prélever 10ml de lait et transférer dans un bécher de 100ml
- Ajouter 3 à 4 gouttes de solution de phénolphthaléine et titrer jusqu'à l'apparition d'une couleur rose persiste 30 seconde ;
- Noter le volume de solution titrant utilisé en dixièmes de millilitres

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en degré Doronic ($^\circ\text{D}$). Il correspond à la valeur lue sur la burette après le titrage en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidité } (^\circ\text{D}) = V \times 10$$

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

III.2.2.4 Détermination de la matière grasse (MG) : (JORA, 1998)

La matière grasse est déterminée par la méthode de Gerber ou méthode acidobutyrométrique pour le lait, et la poudre de lait.

Le principe :

La matière grasse de l'échantillon est séparée par centrifugation au butyromètre, après avoir dissous les protéines par l'acide sulfurique. La séparation de la matière grasse est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso amylique .

La teneur en matière grasse est obtenue par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

III.2.2.4.1 Détermination de la matière grasse de poudre de lait :

Introduire dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique, 2,5g de poudre du lait dissout dans 8 ml d'eau distillée et 1ml d'alcool iso-amylique. Placer le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 à 10 min.

III.2.2.4.2 Détermination de la matière grasse de lait reconstitué :

Introduire 10 ml d'acide sulfurique (91%) dans le butyromètre à lait par un distributeur. Ajouter 11 ml du lait à analysé et 1 ml d'alcool iso-amylique et fermer avec un bouchon. Afin d'obtenir une bonne homogénéisation mettre le butyromètre dans un bain marie pendant 5 minutes, puis le centrifugé pendant 5 min.

Calcule et expression des résultats :

On maintient le butyromètre verticalement et on fait la lecture rapidement.

$$\text{MG (\%)} = \text{B} - \text{A}$$

A :niveau inférieur

B :niveau supérieur

III.2.2.4.3 Détermination de la matière grasse de la graine de lupin par Méthode de Soxhlet : (AOAC, 1984).

L'extraction par soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première (Penchev, 2010).

Principe :

L'aliment solide est pesé (5g) et placé dans une cartouche de cellulose. L'échantillon est extrait en continu par (175ml) d'éther diéthylique à ébullition (P.E. 35 C°) qui dissout graduellement la matière grasse. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversements successifs causés par un effet de siphon dans le coude latéral comme seul le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète (4 à 5 heures).

Une fois l'extraction terminée, l'éther est évaporé, généralement sur un évaporateur rotatif, et la matière grasse est pesée

$$MG\% = (M2 - M1 / M0) \times 100$$

Avec : **M0** = masse de l'échantillon (g).

M1 = masse du ballon vide (g) ; **M2** = masse du ballon contenant les lipides extraits (g).

III.2.2.5 Détermination du taux de cendres de la graine et l'extrait de lupin blanc :

Le taux de cendres est déterminé selon la méthode décrite par AOAC, (2002) par calcination d'une prise d'essai de 5g de l'échantillon dans un creuset à une température de 550°C dans un four à moufle, pendant 4 heures, par la suite les cendres contenues dans les creusets sont transférées dans un dessiccateur puis pesées par une balance de précision.

La teneur en cendre se détermine par la formule suivante :

$$\text{Taux de cendre (\%)} = (MF - M0) / PE \times 100$$

Où : **MF** : masse à vide du creuset plus celle de l'échantillon,

M0 : masse à vide du creuset.

PE : prise d'essai.

III.3 Caractérisation microbiologique de la matière première :

Dans cette partie on s'intéresse à la recherche et au dénombrement des espèces bactériennes appartenant à 5 groupes microbiens en général :

- La microflore aérobie mésophile totale à 30 °C.
- Les bactéries témoins de contamination fécale : coliformes fécaux et totaux, E Coli.
- Les bactéries responsables des intoxications alimentaires *Staphylocoques aureus* et Salmonelles.
- Levures et moisissures.

III.3.1 prélèvement :**III.3.1.1 L'eau de process :**

Le prélèvement des échantillons d'eau nécessite un certain nombre de précautions pour éviter toute contamination possible et créer des conditions d'aseptiquement. Ces précautions consistent à :

- laver les mains
- porter des gants
- Nettoyer l'extrémité du robinet
- Laisser couler l'eau pendant une minute
- flamber les flacons et le robinet à la flamme bleue au moment de prélèvement
- prélever une quantité suffisante de l'eau dans un flacon stérile aseptiquement devant la flamme
- Faire directement les analyses

III.3.1.2 Le lait reconstitué:

Le prélèvement s'effectue à partir du robinet disposé à la partie inférieure de la citerne, dans un flacon stérile bouché avec un bouchon à vis. Le robinet est flambé au préalable, nous éliminons les premiers jets et nous remplissons le flacon. Les prélèvements sont chauffés à 48 °C puis utilisés directement.

III.3.1.3 Extrait aqueux de lupinus albus :

On prélève notre échantillon dans un flacon stérile de 100 ml à partir d'une bouteille aussi stérile, les flacons et la bouteille est flambé à la flamme et on l'analyse.

III.3.1.4 La poudre de lait :

Le prélèvement s'effectue par un choix au hasard sur des sacs qui seront nettoyés avec de l'eau de javel. A l'aide d'une sonde de prélèvement stérile, on prélève environ 100g de poudre à partir de trois niveaux (la surface, le milieu et le fond du sac).

III.3.2 Les analyses microbiologique de l'eau de process :**III.3.2.1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux : (J.O.R.A., 1998)****Mode opératoire :**

- On prend 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL doublé avec une cloche de Durham puis on met 10 ml de l'eau analysée
- On prend 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL simple avec une cloche de Durham puis on met 1 ml de l'eau analysée dans chaque tube
- Puis on chasse le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum
- La même méthode a été adoptée pour les coliformes totaux et fécaux. le seul changement c'est dans la température d'incubation.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 h .pour les coliformes totaux
- L'incubation se fait à 44°C pendant 24 à 48 h .pour les coliformes fécaux

III.3.2.2 Les Streptocoques fécaux : (J.O.R.A, 1998)

Mode opératoire :

- On prend 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE doublé avec une cloche de Durham puis on met 10 ml de l'eau analysée dans chaque tube.
- On prend 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE simple avec une cloche de Durham puis on met 1 ml de l'eau analysée dans chaque tube.
- Puis on chasse le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 h.

III.3.3 Les analyse microbiologique de lait reconstitué et poudre de lait :

III.3.3.1 Préparation des dilutions décimales :

La réalisation des analyses microbiologiques nécessite d'effectuer une série de dilutions décimales, en vue d'obtenir des dilutions décimales, en vue d'obtenir une répartition aussi uniforme que possible des microorganismes contenus dans la prise d'essai, et de réduire le nombre de microorganismes par unité de volume, afin de faciliter l'examen microbiologique. La préparation est réalisée selon la norme (NF V 08-010, 1996)

III.3.3.2 Recherche et dénombrement des germes :

III.3.3.2.2 La flore aérobie mésophile totale à 30 °C (FAMT) :(NF V 08-011N et NF V 08-51)

Cette flore est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits. Le dénombrement a été réalisé sur gélose PCA, par un ensemencement en profondeur ou

en masse. Colonies lenticulaires ayant poussé en masse.

Mode opératoire :

✓ porter aseptiquement 1 ml à partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée.

✓ compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA fondue puis refroidie.

✓ Faire des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

✓ laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures.

III.3.3.2.2 Les coliformes totaux et coliformes thermo tolérants : (NF V 08-050 et NF V 08-060)

Les coliformes sont des bactéries Gram négatif non sporulé, aérobies ou anaérobies facultative. Capable de se multiplier en présence de sel de biliaire et de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz (CO_2 et H_2).

Sont des entérobactéries moyennement acidifiantes (pH=5). Les coliformes sont répartis en 2 groupes distinct :

Coliformes totaux : dont l'origine est l'environnement général des vaches. Ils sont détectés à 30 °C.

Coliformes fécaux : dont l'origine essentielle est le tube digestif, qui sont plus thermo tolérants (détecté à 44°C). *Escherichia coli* fait partie de ce dernier groupe.

Mode opératoire :

Consiste à ensemer en profondeur, dans les mêmes conditions, une quantité déterminée (1ml) de dilutions décimales dans un milieu gélosé à la bile, au cristal violet et au lactose (VRBL), coulé dans une boîte de Pétri.

✓ Recouvrir les boîtes avec une couche 5 ml du même milieu.

✓ Faire ensuite des mouvements circulaires et de va- et- vient en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.

✓ Les incuber, couvercle en bas pendant 24 h à 48 h à 30 °C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes thermo tolérants.

Le dénombrement repose sur le comptage des colonies caractéristiques qui sont violacées,

d'un diamètre de 0,5 mm ou plus, et parfois sont entourées d'une zone rougeâtre, due à la précipitation de la bile.

III.3.3.2.3 Recherche des *Staphylococcus aureus* (NF V 08-057) :

Les *Staphylococcus aureus* appartiennent à la famille des *Micrococcaceae*. Ce sont des Coque à Gram positif, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulas , protéase et catalase positives. (Bourgois et *al.*, 1996). C'est un germe pathogène capable de produire une entérotoxine pouvant causer une intoxication alimentaire. Sa recherche permet de savoir si le produit présent des risques d'atteinte à la santé du consommateur.

Principe :

Le dénombrement du staphylococcus aureus peut se faire de différente façon (sur une gélose Baird Parker classique, sur une gélose Chapman ou encore en milieu liquide dans le milieu de Giolitti cantonii (Alian et *al.*, 2007) .

Au niveau de la laiterie d'ARIB, le milieu utilisé est le milieu Giolitti cantonii :

✓L'enrichissement sur le milieu Giolitti cantonii permet une meilleure revivification des souches stressées.

✓L'isolement sur le milieu Chapman qui a un pouvoir inhibiteur, est obtenu par des fortes concentrations chlorures de sodium (7,5%). Il sélectionne les microorganismes halophiles permis lesquels figurent les staphylocoques entourés d'un halo jaune qui est dû à l'utilisation du mannitol avec acidification du milieu et virage de l'indicateur « le rouge de phénol » du rouge au jaune.

Mode opératoire :

Méthode d'enrichissement au milieu de Giolitti cantonii

Préparation du milieu d'enrichissement :

- Au mement de l'emploi , ouvrir aseptiquement le flacon 225ml contenant le milieu Giolitti Cantinii pour y ajouter 15ml solution de Télurite de potassium.
- Mélanger soigneusement . Le milieu est prêt à l'emploi.

Ensemencement :

- A partir des dilutions décimales retenues 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , porter aseptiquement 1ml par dilution dans tube à vis stérile.
- Ajouter par la suite environ 15ml du milieu d'enrichissement .
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum . L'incubation se fait à 37°C pendant à 24 à 48 heures .

Lecture :

- Seront considérés comme positifs, les tubes virés au noir.
- Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, Ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîte de Pétri et bien séchées.
- Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- Après ce délai, on va repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne , lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une coagulase et d'une catalase .

III.3.3.2.4 Recherche des Salmonelles :(NF V 08-052)

Sont des entérobactéries bacilles à Gram négatif, mobiles, anaérobies facultatives à forte contagiosité et mobiles grâce à une ciliature péritriche .

La recherche des salmonelles et leur identification permet de savoir si le produit dangereux à consommer ou non (Leveau et bouix, 1993), car les salmonelles sont responsables de gastro-entérites, de toxi-infection alimentaires, des fièvres typhoïdes et paratyphoïde.

Mode opératoire :

La recherche des Salmonelles nécessite une prise d'essai à part :

Jour 1 : Pré-enrichissement :

- Prélever 25g de produit à analyser dans sachet stérile de type Stomacher contenant 225ml d'eau peptonée tamponnée.
- Broyer cette suspension dans un broyeur de type Stomacher, la transposer dans un flacon stérile puis l'incuber à 37°C pendant 18 heures.

Jour 2 : Enrichissement :**L'enrichissement doit s'effectuer :**

Le milieu de Sélinite-cystéine (SFB) réparti à raison de 100ml par flacon. L'enrichissement proprement dit, se fait donc à partir du milieu de pré-enrichissement de la façon suivante :

0,1ml en double pour les flacons de (SFB)

Incubation :

- Le premier tube de (SFB) sera incubé à 37°C, 24 h.
- Le deuxième tube de (SFB) sera incubé à 42°C, 24 h.

Jour 3 : Isolement :

chaque tube et chaque flacon fera l'objet d'un isolement sur deux milieux gélosés différents à savoir :

- Le milieu gélosé Hektoen.
- Le milieu gélosé Bilié lactosé au vert brillant et au rouge de phénol.

Toutes les boîtes ainsi ensemencés seront incubée à 37°C pendant 24 h.

Lecture des boîtes et identification

La salmonellese présentée la façon suivante :

- Colonies roses entourée d'une zone rouge sur gélose BLVBRP.
- Colonies le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose Hektoen.

III.3.3.2.5 Recherche des levures et moisissures :**Mode opératoire****Principe :**

Cette methodes permetde déterminer la présence des levures et moisissures dans les échantillons à analyser par un test présentatif ou par un dénombrement sur une gélose sélective qui nécessite des dilutions de l'échantillon avec incubation dans des conditions favorables.

Milieu de culture :

- Gélose Sabouraud au chloranphenicol

Ensemencement :

Préparer les dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3})

Consiste à ensemer en profondeur, dans les mêmes conditions, une quantité déterminée (1ml) de dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} dans un milieu gélose Sabouraud, coulé dans une boîte de Pétri.

✓ Recouvrir les boîtes avec une couche 5 ml du même milieu.

✓ Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum .

✓ Incuber les boîtes à l'étuve de 30°C pendant 24 à 48 heures .

Lecture :

- Les levures se présentent sous forme de colonie sphérique lisse généralement de couleur blanchâtre .
- Les moisissures se présentent par colonie filamenteuse de couleur et volume différents.

IV. Présentation de yaourt étuvé frais (PR) :

C'est un yaourt étuvé fabriqué à partir de l'eau plus poudre de lait de 0% et 26 % de matière grasse, sucre, ferment lactique et l'arôme. Il est emballé dans des pots de 100g en polystyrène recouvertes du mixap. À conserver au frais de 4 à 6 °C, avec une date limite de consommation (DLC) de 26 jours. Le diagramme de fabrication est donné sur la figure suivante :

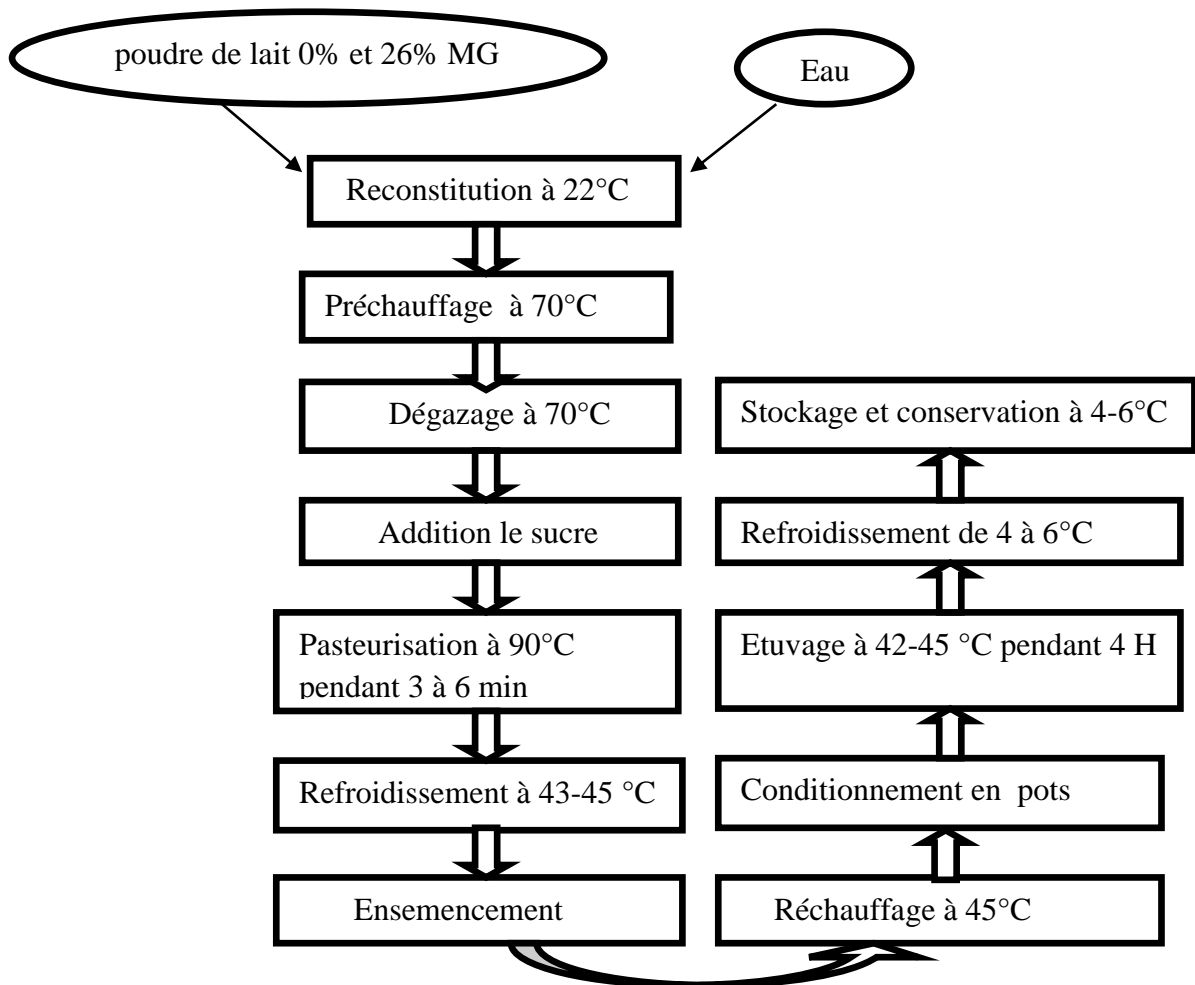


Figure 3: Diagramme de la fabrication du « yaourt élevé » dans la laiterie d'ARIB .

V. Réalisation des formules :

Nous avons réalisé 5 formules, chaque formules est différente de l'autre par la variation de la teneur de lait reconstitué et extrait aqueux de lupin blanc tableau 4.

Le tableau suivant résume des valeurs de chaque ingrédient :

Tableau 4: Ingrédients de yaourt formulé pour 100g.

Quantités ingrédients	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Produit de référence
Lait reconstitué (ml)	75,39	67,01	58,64	50,26	41,88	83,78
L'extrait de lupin (ml)	8,37	16,75	25,12	33,50	41,88	0
Sucre g	10	10	10	10	10	10
Arôme (ml)	1	1	1	1	1	1
Ferments (g)	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24

VI. Préparation de l'extrait de *Lupinus albus* :

L'extrait est fait à partir des graines de *Lupinus albus* selon la méthode d'Elsamani et al., (2014) qui comporte les étapes suivante :

VI.1 Nettoyage :

Les graines de lupin ont été nettoyées manuellement pour enlever la poussière, les graines cassées et infectées, puis tremper dans l'eau distillée bouillie pendant 30 min pour éviter la germination des graines pendant le trempage.



Figure 4: Nettoyage des graines de lupin

VI.2 Trempage :

Le tégument a été retiré à la main puis les cotylédons trempés dans l'eau distillée à raison de 1: 5 (cotylédons: eau) pendant 3 jours à température ambiante (25°C) avec des changements fréquents de l'eau de trempage pour éliminer les alcaloïdes.



Figure 5: Trempage des graines de lupin .

VI.3 Broyage :

Les cotylédons sont ensuite broyés à l'aide d'un mélangeur pendant 5 min à haute vitesse ; eau chaude (40 – 50°C) a été ajoutée progressivement pendant le broyage .



Figure 6 : Broyage des graines de lupin.

VI.4.Homogénéisation : homogénéisation par ultrasons.

VI.5.Centrifugation et filtration :

la centrifugation se fait à 2600 g pendant 5 min, suivit par la filtration qui a été faite en utilisant des compresses stériles .



Figure 7: filtration du mélange eau / lupin.

VI.6.Pasteurisation :

L'extrait de lupin a été traité thermiquement à 95°C pendant 20 min pour inactiver la lipoxygénase et pasteurisé le produit , puis refroidi et stocké à 4 °C.

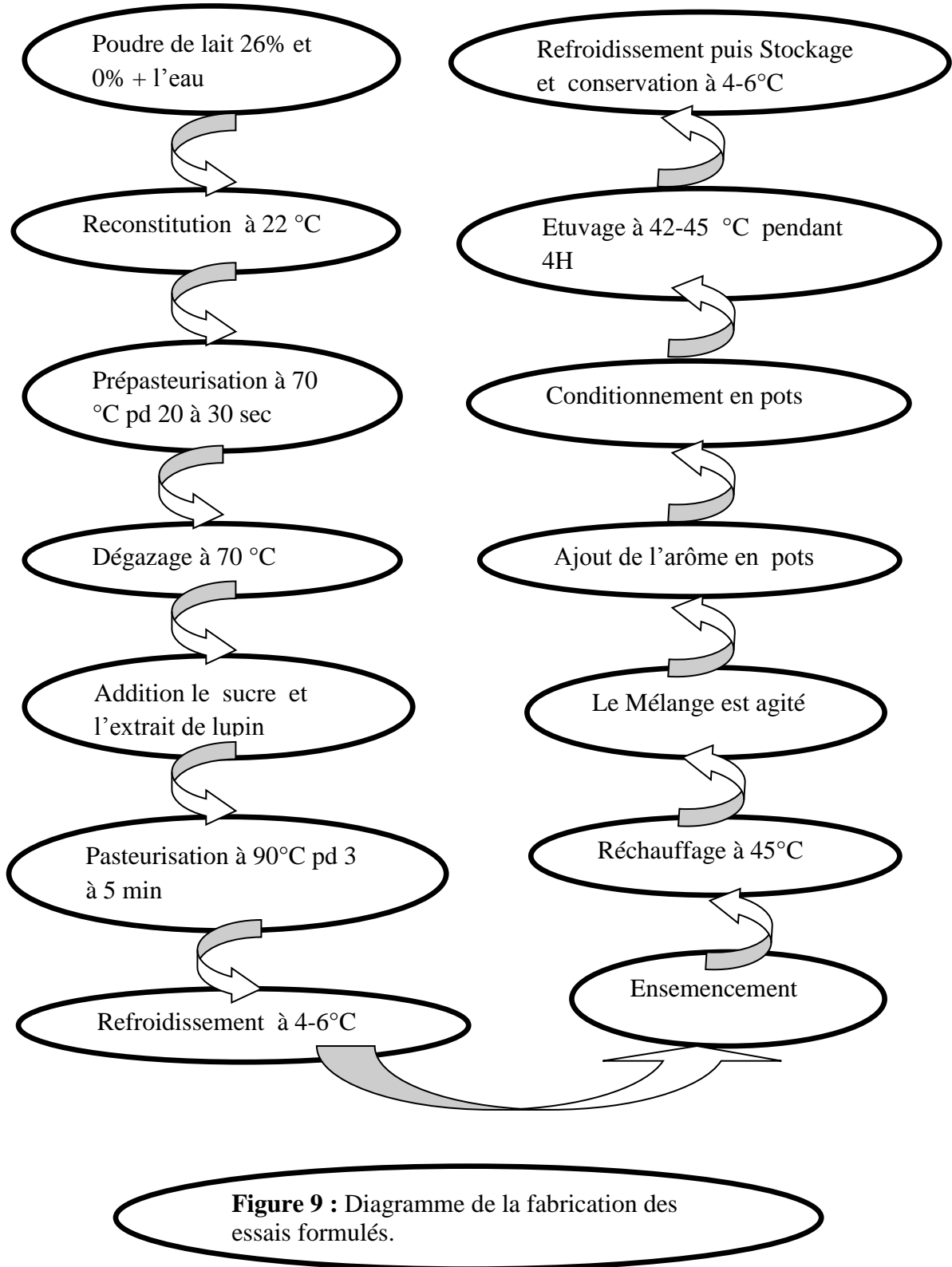


Figure 8: Traitement thermique de l'extrait aqueux des graines de *lupinus albus*

VII. Les étapes de réalisation des formules :

Le yaourt étuvé est préparé selon les étapes suivantes :

- Le lait est reconstitué par mélange de poudre de lait (0% et 26% de MG) avec l'eau traitée à 45°C, le lait ainsi obtenu aura une température de 22°C.
- Le lait est ensuite prépasteurisé à 70°C pendant 20 à 30 secondes, puis dégazé à la même température pour débarrasser des mauvaises odeurs.
- Ajout de sucre à raison de 10 g, et extrait de lupin avec différentes concentrations selon les essais (Tableau 4).
- Pasteurisation à 90°C pendant 3 à 5 minutes.
- Refroidissement à 4-6°C.
- Inoculation par les ferments lactiques, et préchauffage du lait inoculé à 45°C, et l'homogénéisation de mélange.
- Ajout de 1ml de l'arôme dans des pots de 100 g.
- Conditionnement dans des pots de 100 ml.
- Etuvage à 42-45 °C pendant 4H qui permet la maturation du yaourt.
- Enfin le refroidissement de 4 °C à 6 °C.



VIII. Caractérisation des produits formulés et le produit de référence:**VIII.1 La Caractérisation sensorielle :**

Les propriétés organoleptiques d'un produit jouent un rôle primordial dans sa perception avant usage ou consommation et dans son appréciation lorsqu'il est consommé ou utilisé. Selon Berodier *et al*, (2003), elle constitue un véritable outil de mesure fiable et indépendant qui permet d'évaluer, d'une part les préférences des consommateurs et prévoir ce qui motive leurs choix, d'autre part les caractéristiques organoleptiques des produits soit la texture, l'odeur, l'arôme, le goût, la couleur (Berodier *et al*, 2003).

VIII.1.1 Le choix du jury de dégustation :

L'analyse est effectuée par vingt dégustateurs qui travaillent dans la laiterie d'ARIB, certains d'entre eux sont formés, leur âge varie de 29 à 40 ans, (5 femmes et 15 hommes), l'analyse sensorielle a été faite durant une seule journée.

L'évaluation des produits se fait sur une fiche de dégustation (**annexe 02**) basée sur toutes les caractéristiques sensorielles selon une échelle de notation structurée de 0 à 5.

VIII.2 Caractérisation physico-chimique des produits formulés:

Nous avons déterminé les paramètres physicochimiques par les mêmes méthodes appliquées sur la matière première. À l'exception de la matière grasse et du pH qui a été suivi pendant 26 jours après fabrication.

VIII.2.1 Détermination de la matière grasse (MG)

Le dosage de matière grasse du yaourt est basé sur la **méthode de GERBER**.

Mode opératoire :

- ✓ Introduire dans un butyromètre 10ml d'acide sulfurique de densité 1.82.
- ✓ Ajouter ainsi 10g de produit formulé (yaourt) et agiter le butyromètre énergétiquement et rapidement mais avec précaution.
- ✓ Déposer le butyromètre dans un bain marie à une température de 65 °C pendant 20 min jusqu'à avoir un produit fondu.
- ✓ Ajouter 1ml d'alcool iso-amylque et de l'acide sulfurique jusqu'à atteindre la graduation 35 du butyromètre.
- ✓ Remettre le butyromètre dans le bain marie pendant 5 min après une bonne agitation.

- ✓ Centrifuger pendant 5 min à une vitesse de 1040 tours / min.
- ✓ Remettre le butyromètre dans le bain marie (65°) et laisser pendant 5 min.
- ✓ Faire la lecture avant 10 secondes.

VIII.3 Caractérisation microbiologique des produits formulés :(selon les norme JORA, 1998)

Les produits laitiers sont très favorables au développement des microorganismes grâce à leur richesse en éléments nutritifs. Les germes recherchés dans les produits formulés sont :

- Les bactéries témoins de contamination fécale : coliformes totaux, fécaux.
- Les bactéries pathogènes : *Staphylococcus aureus* et Salmonelle.

Prélèvement :

Le prélèvement de l'échantillon se font aseptiquement dans une zone stérile près de la flamme du bec benzène. Le prélèvement s'effectue à l'aide d'une pipette pasteur, à différents niveaux du pot de yaourt (haut, milieu, et bas).

Préparation de la suspension mère et les dilutions décimales :(ISO 7218, 2001)

On introduit aseptiquement 25 g de produit à analyser dans un flacon stérile contenant au préalable 225 ml de TSE (Tryptone, Sel, Eau). Ensuite, on homogénéise par des mouvements de va-et-vient pendant 3 à 5 minutes, pour obtenir une suspension homogène. Cette suspension correspond à la solution mère. À partir de la solution mère 10^{-1} un volume de 1 ml est prélevé aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée et introduit dans un tube stérile contenant 9 ml de TSE. Le mélange est bien homogénéisé pour obtenir la dilution 10^{-2} .

Ensuite 1 ml de la dilution précédente 10^{-2} est prélevé aseptiquement et introduit dans un autre tube stérile contenant 9 ml de TSE. Le mélange est homogénéisé pour obtenir la dilution 10^{-3} .

Nous avons utilisé les mêmes techniques de recherche et de dénombrement microbiologique, que celles qui ont été utilisées pour la matière première dont les méthodes sont décrites précédemment.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

I. Caractérisation physico-chimique de la matière première :

I.1. Résultat de l'analyse de l'eau de process :

Le résultat des analyses de l'eau sont montrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : résultats des analyses de l'eau de process.

Paramètre	Cl ₂ mg/l	pH	TH °F	TA °F	TAC °F	Cl ⁻
Échantillon	258	7.59	180	00	28	130
Réglementation J.O.R.A, (2011)	500	[6.5-8.5]	200	00	Inferieur 200	Inferieur 200

A partir des résultats donnés dans le tableau 6, nous constatons que le pH égal a 7.59 est conforme à la norme appliquée par l'entreprise qui varie de 6,5 à 8,5.

Concernant le TH, sa valeur est de 180°F. Ce résultat est en conformité avec la norme appliquée par l'entreprise qui est fixé à 200°F.

L'alcalinité de notre eau est nulle, alors que la TAC est de 28 °F. Ces valeurs sont conformes aux exigences du texte réglementaire JORA, (2011).

Quant au Cl⁻ on a une valeur de 130mg/l, et pour le Cl₂ on note une valeur de 258 mg/l. Ces résultats sont en conformité avec la réglementation JORA, (2011). Cette conformité justifie l'efficacité et la fiabilité du charbon actif utilisé pour la déchloration.

De tout ce qui a précédé on peut dire que l'eau destinée à la production de yaourt étuvé aromatisé est de bonne qualité, et son traitement est d'une extrême efficacité.

I.2. Caractéristiques physico-chimiques de la graine et de l'extrait de lupin

Les résultats des analyses physicochimiques de la matière première sont présents dans le tableau suivant :

Tableau 7: caractéristiques physicochimiques de la graine, et l'extrait de lupin.

paramètres	pH	EST%	MG%	Protéine%	Cendres %
Graine de <i>lupinus albus</i>	-	98	9	39.8	3.8
L'extrait de <i>lupinus albus</i>	6.01	13	5,83	7.30	0.7

D'après les résultats du tableau 7, on considère que la teneur en protéines de la graine de lupin blanc est de 39.8%, cette valeur est en parfait accord avec les travaux de Vecerek *et al.*, (2008) qui affirment trouver des valeurs comprises entre 33.2% et 43.7% de protéines.

L'extrait des graines de *Lupinus albus*, contient une valeur en protéine (7,30 %) moins importante que la graine, mais plus importante que la valeur trouvée par Elsamani, (2014) qui est de 4.90%. Selon Erbas, (2010) il y'aurait une déperdition partielle des protéines et éléments nutritifs lors du trempage des graines.

D'autre part les teneurs en matière grasse, et cendres dans les graines de lupin concordent avec les données de Vecerek *et al.*, (2008) qui indiquent un intervalle de 4.5% à 8% matière grasse et 3.77 % à 5.2% de cendres. Nous avons trouvé 5.38% de matière grasse contenue dans l'extrait de lupin, cette valeur correspond à celle donnée par Elsamani, (2014) qui est de 5%.

Le pH de l'extrait de lupin est égal à 6,01 cette valeur est proche de la valeur donnée par Elsamani, (2014) qui est de 6,30.

I.3. Caractéristiques physico-chimiques de la poudre de lait et du lait reconstitué

Tableau 8: caractéristiques physico-chimiques de la poudre de lait à 0%, à 26% de MG, et du lait reconstitué.

Paramètres	pH	EST%	MG%	Acidité
Poudre de lait (0%)	6.62	9.68	0	10.5
Réglementation (JORA, 1998)	6.4-6.7	9.6-9.7	Inferieur 1.5	Inferieur 11
Poudre de lait	6.63	9.7	26	15

(26%)				
Réglementation (JORA, 1998)	6.4-6.7	9.5-9.7	Supérieur à 26	11-15
Lait reconstitué	6.6	12.3	10	15
Réglementation (JORA,1998)	6.6-6.9	12-15	10	15-16

L'ensemble des paramètres que nous avons déterminés sont conformes aux exigences de la réglementation algérienne JORA, (1998), aussi bien pour la poudre de lait à 0% de MG , poudre de lait à 26% de MG, que pour le lait reconstitué.

II. Résultat microbiologique de la matière première :

II.1. Poudre de lait à 0% et à 26% :

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait à 0% et à 26% sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 9: résultat des analyses microbiologique de la poudre de lait 0% :

Germes recherché	Poudre de lait à 0%	Poudre de lait à 26%	Limites microbiologiques (JORA, 1998)
Coliforme fécaux	Abs	Abs	abs
Coliforme totaux	Abs	Abs	1ufc/ml
Salmonelle	Abs	Abs	abs
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	abs

Il y'a absence totale de tous les germes rechercher dans les deux types de poudre de lait (coliforme totaux, coliforme fécaux, salmonelle et *staphylococcus aureus*). Ce qui explique que cette poudre de lait est produite, acheminée et stoker dans les meilleures conditions, et de ce fait nous pouvons dire qu'elle est d'une qualité qui ne confèrera en aucun cas un risque microbiologique au produit fini.

II.2. Lait reconstitué :

Le résultat microbiologique du lait reconstitué sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : résultat microbiologique de lait reconstitué

Germes recherchés	Résultats	Limites microbiologiques (JORA, 1998)
Coliforme fécaux	Abs	Abs
Coliforme totaux	Abs	1ufc/ml
Salmonelle	Abs	Abs
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs

On observe l'absence totale des germes (Coliforme fécaux, Coliforme totaux, Salmonelle, *Staphylococcus aureus*) qui peuvent contaminer le lait, nos résultats sont conformes à la norme (JORA, 1998).

Nous pouvons alors dire qu'il y'a eu respect des règles d'hygiène lors de sa préparation.

1. L'extrait de lupin :

Les résultats de l'analyse microbiologique de l'extrait de lupin sont donnés dans le tableau suivant

Tableau 11: résultat des analyses microbiologique de l'extrait de lupin.

Germe recherché	Résultat
Coliforme fécaux	Abs
Coliforme totaux	Abs
Salmonelle	Abs
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs
Levure et moisissure	Abs
FMAT	Abs

Ces résultats montrent une absence totale des germes recherchés, se qui confirme le respect des bonne pratiques d'hygiène, ainsi qu'un bon traitement thermique. L'ajout de l'extrait de lupin dans l'élaboration du yaourt ne posera pas problème de contamination.

III. Caractéristiques organoleptiques des produits formulés et produit de référence :

L'analyse sensorielle a été faite sur les produits formulés et le produit de référence, après la sélection des termes d'aspect, de gout, de couleur, d'odeur, et de texture qui sont noté de 0 à 5, L'aspect des essais élaborés est donné dans la figure suivante.



Figure 11 : photographie des essais des produits formulés

III.1.La texture :

Les valeurs moyennes des notes de la texture sont illustrées dans la figure suivante :

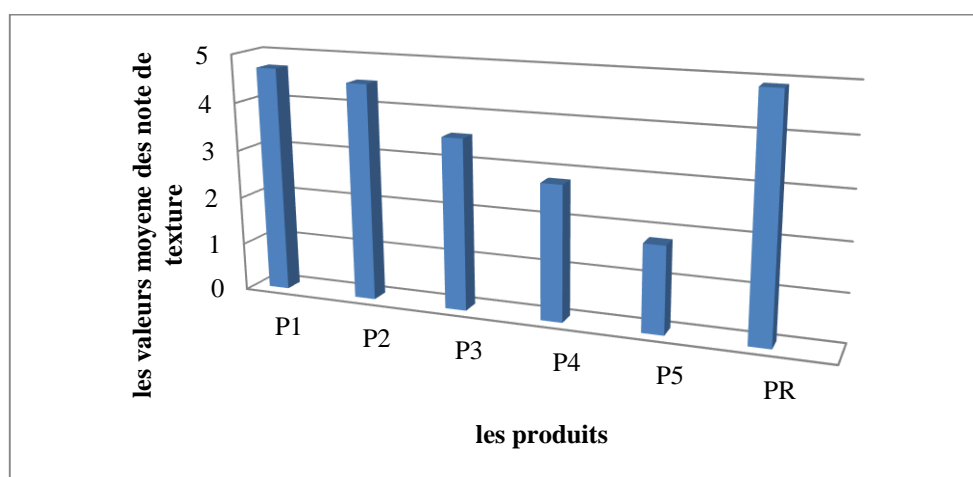


Figure 12 : les valeurs moyennes de la texture des produits formulés et le PR.

D'après la figure 11, il semblerait que l'ajout de l'extrait à plus de 20% a un effet négatif sur la texture des yaourts formulés. La présence de l'extrait de lupin au détriment du lait peut affecter négativement la texture, car la coagulation du lait est due principalement à la présence de caséines.

Notons cependant que le P1 et P2 ont une bonne texture se rapprochant de la texture du produit de référence.

III.2.Le gout :

Les valeurs moyennes de gout données par la figure ci-dessous

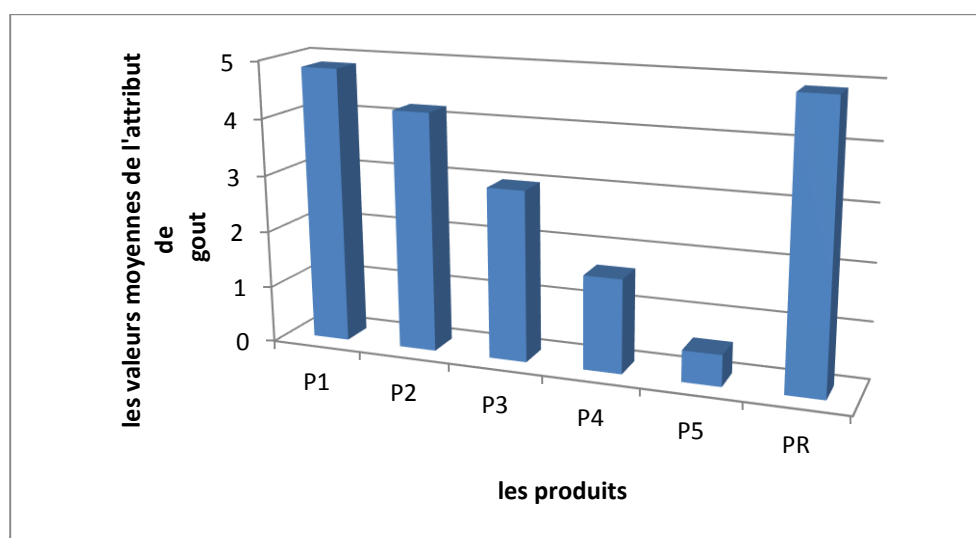


Figure 13: les valeurs moyennes du gout de produit formulé et de produit de référence.

Le gout des produits formulés est affecté par la présence d'extrait de lupin, lorsqu'on dépasse les 20% le gout a tendance à devenir mauvais. Selon Elsamani et al., (2014), le gout n'est pas affecté par l'ajout de l'extrait de *lupinus albus* lorsqu'il est présent en quantité inférieure ou égale à 25g/100g.

III.3.La couleur :

Les valeurs moyennes des notes de couleur des produits formulés et du produit de référence sont présentées dans la figure suivante :

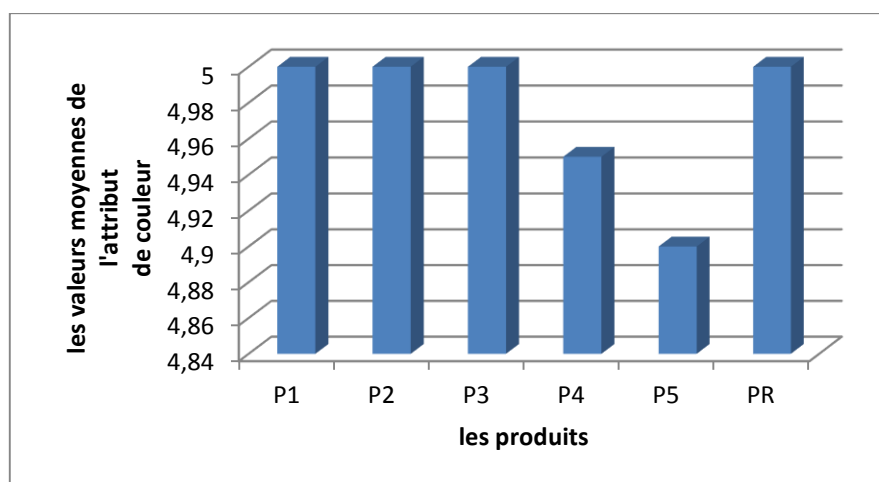


Figure 14: les valeurs moyennes de couleur de produit formulé et de produit de référence.

La plus part des produits formulés ont la même couleur que celle du produit de référence (figure 11), une couleur qui est acceptée par les agents de contrôle.

La couleur de l'extrait de lupin est la même que celle du lait mais qui n'a pas affecté la couleur de produit fini

III.4.L'odeur :

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure suivante :

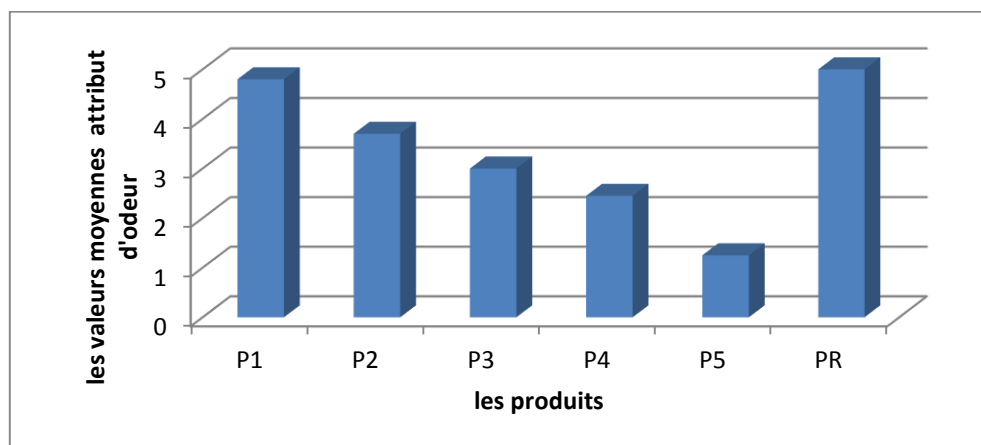


Figure 14 : les valeurs moyennes d'odeur du produit formulé et de produit de référence.

L'odeur des produits formulés est acceptable pour P₁, P₂ et P₃, alors que les autres produits ont une odeur affectée par la présence de l'extrait de lupin. Selon Elsamani, (2014), la présence de l'extrait de lupin à raison de 25% n'affecte pas l'odeur du yaourt.

III.5.l'arome :

La figure suivante représente les valeurs moyennes de l'arôme des produits formulés et PR Pour faire des mesures approximatives.

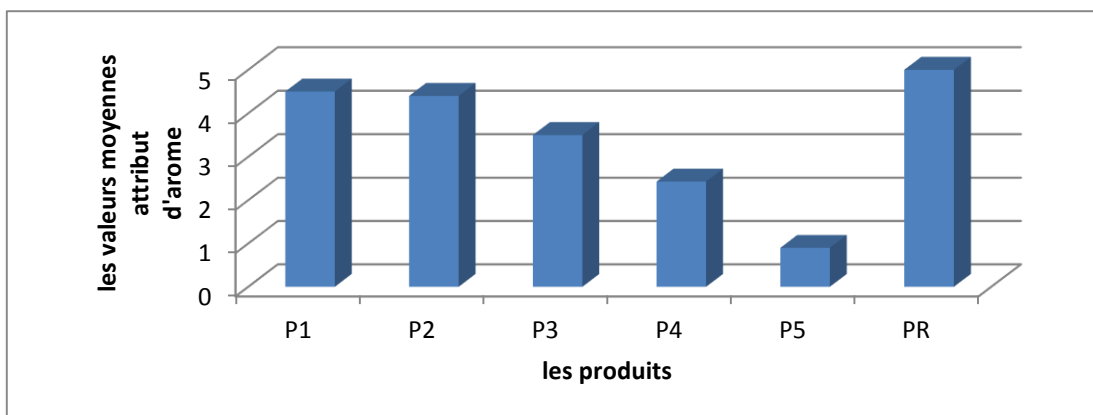


Figure 15 : valeurs moyennes de l'arôme des produits formulés et le produit de référence.

L'arôme des P1 et P2 est plus proche de celui du produit de référence, alors que les autres produits P3, P4, P5 leur arôme a été affecté par la présence de l'extrait de lupin.

IV. Résultats de l'analyse physicochimique des produits formulés et produit de référence :

IV.1. Taux de l'extrait sec total (EST) :

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure suivante :

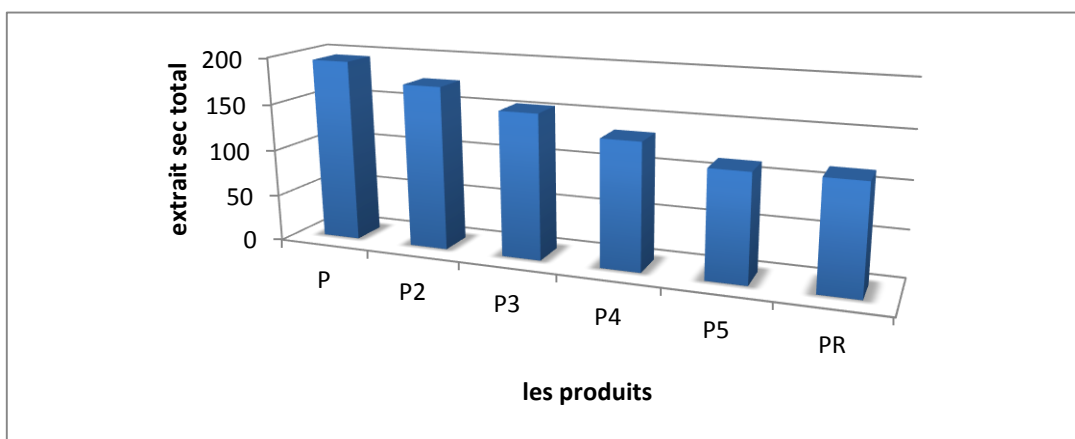


Figure 16 : taux de l'extrait sec totale des produits formulés et produit de référence.

Le taux de l'extrait sec total des produits formulés est supérieur au produit de référence sauf le P5. Le taux de l'EST de P1 est de 194.8g/l plus élevé que le produit de référence 115g/l. la matière sèche est représentée principalement par les glucides, lipides, protéines, cendres apportés aussi bien par le lait et la poudre de lait mais aussi par l'extrait

de lupin. Selon CIQUAL, (2017) l'extrait sec total d'un yaourt aromatisé sucré est de 202 g/l.

IV.2. La matière grasse :

Les teneurs en matière grasse sont représentées par la figure suivante :

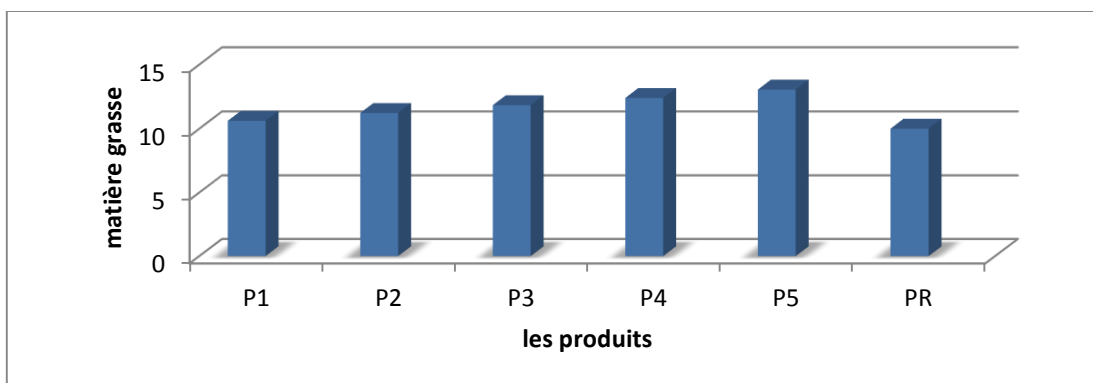


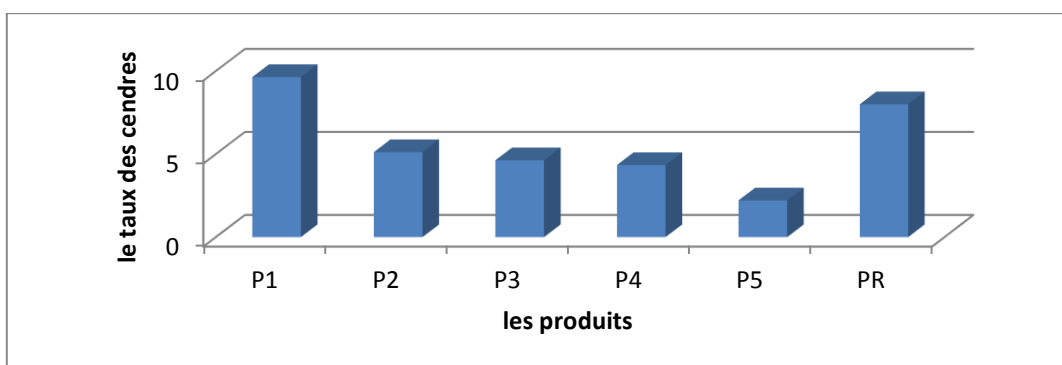
Figure17 : taux de la matière grasse des produits formulés et PR.

Le taux de la matière grasse des produits formules est supérieur à celle de produit de référence

D'après ces résultats, la teneur en matière grasse augmente de 10.61% pour le P1 à 13.05% pour le P5, par contre le produit de référence contient la valeur la plus basse qui est de 10%. Nous pouvons dire que l'ajout de l'extrait aqueux de *lupinus albus* en plus du lait et la poudre de lait à 26%, contribue à apporter de la matière grasse au yaourt formulés, car il en contient une proportion de 5.83%. CIQUAL, (2017) indique un intervalle de 0.8% à 8.6% de matière grasse, contenue dans un yaourt aromatisé sucré.

IV.3. Le taux de cendre :

La figure ci-dessous illustre la teneur des cendres dans les produits formulés et le produit de référence :



Figures 18: le taux des cendres des produits formulés et produit de référence.

Le taux de cendres dans le P1 est égal 9.64% supérieur par rapport aux autres produits qui varie entre 5.12% et 2.20%, alors celui du produit de référence est de 8%. Selon CIQUAL, (2017) un yaourt aromatisé sucré contient 0.75% de cendres.

IV.4.Evolution du pH pendant 26 jours:

Les valeurs de pH varient entre 4.34 et 4.89 au cours de la conservation, ce qui indique la production d'acide lactique par la fermentation des bactéries lactiques présentes dans le yaourt. Ces normes sont conformes à la norme JORA, (1998) qui est de 4.5 à 5.

L'extrait de lupin Selon Lounes (1994), la transformation du lactose en acide lactique diminue fortement le pH du lait et assure une protection contre le développement de nombreux germes pathogènes.

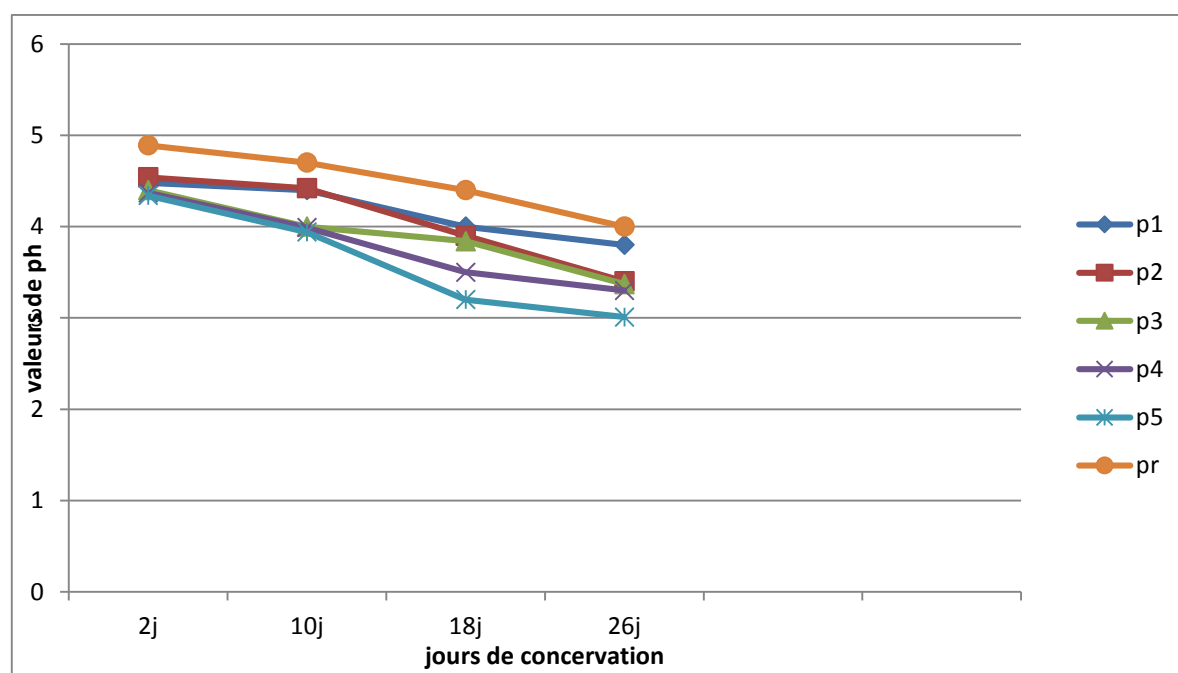


Figure 19 : Evolution de pH pendant la durée de conservation 26 jours.

V. Résultat microbiologique :

Les résultats de l'analyse microbiologique des produits formulés et du produit de référence figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : résultat de l'analyse microbiologique des produits formulés et produit de référence.

	Coliforme totaux	Coliforme fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>salmonella</i>
Produit01	Abs	Abs	Abs	Abs
Produit 02	Abs	Abs	Abs	Abs
Produit 03	Abs	Abs	Abs	Abs
Produit 04	Abs	Abs	Abs	Abs
Produit 05	Abs	Abs	Abs	Abs
PR	Abs	Abs	Abs	Abs
Réglementation JORA, (1998)	Inferieur à 10	1ufc	Abs	Abs

Les résultats illustrés dans le tableau 5 indiquent que le produit fini et le produit de référence répondent aux exigences recommandées par J.O.R.A , (1998).

L'absence des germes rechercher explique la bonne qualité hygiénique et microbiologique des produits.

D'après Guiraud (2003) et Leary (2004), l'absence totale de coliformes indique l'action primordiale exercée par les traitements thermiques subits par les produits analysés d'une part et l'efficacité des opérations de nettoyage appliquées d'autre part.

L'absence des staphylocoques permet le respect des règles d'hygiène et l'absence de contamination post- traitement thermique.

La recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaire, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires (vignola, 2002).

CONCLUSION

Conclusion

Le *Lupinus albus* est l'une des plantes les plus réputées, aujourd'hui cette réputation est issue de ses caractéristiques thérapeutiques et alimentaires les plus importantes.

Notre étude avait comme objectif la réalisation d'un yaourt fait à base d'extrait de *L. albus* ayant de meilleures propriétés nutritionnelles, par rapport au yaourt étuvé (produit de référence).

L'addition d'extrait de *Lupinus albus* dans les produits formulés permet d'augmenter le taux de matière grasse et d'EST pour certains produits par rapport au produit de référence.

Durant les 26 jours de conservation, le pH des produits formulés et produit de référence diminue légèrement, mais reste compris dans l'intervalle utilisé par la laiterie [4.6-5].

Les résultats des analyses microbiologiques révèlent la bonne qualité hygiénique des produits formulés, ce qu'explique l'efficacité des traitements thermiques ainsi que le respect des règles d'hygiène lors de la réalisation des différentes formules de yaourt et produit de référence.

D'après l'intégralité de ces résultats, nous pouvons conclure que l'extrait aqueux de *Lupinus albus* peut être utilisé pour la production des produits laitiers spécialement le yaourt sans provoquer de changement majeur de la qualité sensorielle.

En terme de perspectives, ce travail mériterait d'être complété par plus de recherches sur

- Utilisation des *Lupinus albus* pour prolonger la durée de conservation des aliments
- l'effet thérapeutique de *Lupinus albus*.

Référence bibliographique



- **AOAC (Association of official analytical chemistry), 2002.** Ash of cheese. Official method 935.42, Chapter 33, 71 p.
- **Amiot , Britten M.(2002).** Sciences et technologie du lait. Manuel de transformation du . lait. Ed. Tec et Doc. p. 362-378
- **Anonyme 2009.** traite des vaches laitières : matériel, installation ,entretien. 1ere édition. France agricole, institut de l'élevage :554p.
- **Anonyme 1997.** Yaourts, laits fermentes. Le lait,INRA Edition,1997,77(3),pp321-358 « hal-00929530 ».
- **Arnoldi.A.(2005).** Optimised processes for preparing healthy and added value food ingredients from lupin kernels, the european protection-riche seeds legume. In proceedings of the final conference of european project. Milan, november 9-10.2005. Aracne 202 p.
- **ARNOLDI A.,GRECO S.(2011).**Nutritional and nutraceutical characteristics of lupin protein. Nutra Food ,10,(4),23-29.
- **AlianB.,Marie-Madeleine R .,Sebastien.(2007).**alimentation et sécurité et contrôle microbiologique.Educagri édition.208p.



- **Belkadi.F, Belmaaziz. S, 2015.** Effet des extraits de thym (*thymus vulgaris*) sur la qualité d'un lait fermenté alicament type yaourt étuvé au cours de la conservation.
- **Bergamaier D. (2002).** Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lb. rhamnosus* RW-9595M d'un milieu à base de perméat de lactosérum.
- **Berodier F., Lavanchy P., Zannoni M., Casals J., Herrero L. Adamo C.(2003).** Guide d'évaluation olfacto-gustative des fromages à pâte dure et semidure. /11/05 miguidef.doc. Version abrégée, 26p.
- **Besbes M.(2015)** .Effets comparés de deux associations lupin – blé et lupin – avoine sur le
profil lipidique et lipoprotéique, le contrôle glycémique et les statuts redox et inflammatoire, chez le rat rendu obèse ; option ; Nutrition, Intérêts et Risques sur la Santé. Thèse du doctorat. Université d'Oran1 .p 31.
- **BourgeoisC .M.,Larpen J.P.(1996).**Microbiologie alimentaire.Tom1 :aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliment.Ed ;Technique et documentation .Lavoisier,Paris .714p.

Référence bibliographique



- **CODEX ALIMENTARIUS, 1975.-Normes n°A 11(A).**- Rome :FAO/OMS.- 86p.
- **Corvi A, 1997.** Evénement, le yaourt, les laits fermentent. Tech-doc. Sepiac. Paris P14-17.



- **Deroissart, h. et luquet,F.M.(1993)** les bacteries lactique, lorica,1-10p.
- **Dupin h, cup j.l., Maleviak m.i, leynaud- rouaud c. Et Berthier a.m., 1992.** Alimentation et nutrition humaine. Ed : esf, paris, 1515p.



- **Elsamani M.O.,Habbani S.S.,Babiker E.E., Ahmed I.(2014).**Biochemical, microbial and sensory evaluation of white soft cheese made from cow and lupin milk, In LWT - Food Science and Technology,n°59,p.553-559.
- **Engedaw L.Y.(2012).**Potentiel de lupin (*Lupinus* spp. L.) pour usage humain et des aliments du bétail en Ethiopie. 1er EDN, Auflage, Koster, Berlin, Allemagne, ISBN-13:. 9783895747892, Pages: 198.



- **Fridot e., 2005.** Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, tec et doc, Lavoisier : 25(397 pages).



- **Jansen.P.C.M.(2006).***Lupin Blanc* L. Dans: (Eds) Ressources végétales de l' Afrique tropicale, Brink, M. et G. Belay. PROTA, Wageningen, Pays - Bas.
- **Jean Guillaume,** Ils ont domestiqué plantes et animaux : Prélude à la civilisation, Éditions Quæ, 2010, 456 p.
- **JORA. N°35. 1998.** Arête interministériel de 23 juillet 1994. Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- **JORA .N°18.2011.**Décret exécutif n° 11-125 du Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de consommation humaine .



- **Habtie T. S., Admassu K.(2009).**Effets des méthodes de traitement sur certains phytochimiques présents dans les graines de*Lupinus albus* L. cultivées en Ethiopie. Ethiop. Pharm. J., 27: 91-102 .
- **Huyghe (1997).**whithe lupin(*lupinus albus* L)Field Crops Research.53,147-160.

Référence bibliographique



- ISO 13580.(Mai 2005).Yaourt – Détermination de la teneur totale en matières solides.



- **Getachew P.(2009).**Composition chimique et les effets de la transformation traditionnelle sur la composition nutritionnelle des gibto (*Lupinus albus* L.) cultivées dans, zone Gojam. M.Sc. Thèse, Université d' Addis - Abeba, Addis - Abeba, en Ethiopie.
- **Georges corrieu et Luquet FM. (2008).** Bactéries lactiques. De la génétique aux ferments.Ed : Lavoisier, Pp 549.
- **Ghalem.K,** 2014. L'effet de variation des doses de jus de citron sur la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt étuvé.
- **Gosta B. (1995).** Produits laitiers de culture. Manuel de transformation du lait. Edition : Téta pack processing systems AB. Suède 417p.
- **GRET(2010).** transformer les produits laitiers frais a la ferme Eddition : Educargri
- **Guyot P, 1992.** Les yaourts D.L.G. foods .Tec. P4-8-10-11.
- **Guiraud J.P.(2003)** microbiologie alimentaire . Edition Dunod. Paris.p. 136-139.



- **linnemann et A.R,&Dijkstra.S.,**Towardsustainable production of protein –rich foods :appaisal of eight crops for westenEurope.PArtI ;analysis ofthe primary links of the production chain. Critical Review of Food Science,Vol.86, n. 9,p.2725-2743.
- **Loones, A.,1989.** Modification de la composition du lait durant la fermentation les laits fermentés actualités de recherche.
- **Lounes A.1994.** lait fermentés par les bactéries lactique. In : 'bateries lactiques II'.volume II .Edition lorica. Saint George.pp135-153.
- **Leveau J-Y., 1993.** Microbiologie industrielle: les microorganisme d'intérêt industriel .Tec et Doc, Lavoisier, Paris :612p.
- **Luquet, F.M, 1990.** Les produits Laitairs Transformation et technologie. 2e édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tech-doc Apria Lavoisier. P2-85-206.



- **Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P.,** Les produits industriels laitiers. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. France, 2000.
- **Martinez-Villaluenga C., Frias J., Vidal-Valverde C. (2006a).** Graines de lupin fonctionnelles (*Lupinus albus* L. et *Lupinus luteus* L.) après extraction des α galactosides. Aliments Chemistry, 98: 291-299.
-

Référence bibliographique

- **Mechtoun.A, 2014.** Essai de fabrication d'un yaourt naturel aromatisé par un sirop de romarin.



- **NF : V 08-010 Mars (1996).** Microbiologie des aliments-Règles générales pour la préparation des dilutions en vue de l'examen microbiologique ; Analyse microbiologique tome 1 ; Méthodes horizontales. AFNOR 6eme ED. 67-75.NF V 08-050
- **NF: V08-057-1 Janvier 2004.**Microbiologie des aliments – Méthode de routine pour le dénombrement des Staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies à 37 °C –partie : technique avec confirmation des colonies
- **NF: V08-060 avril 2009.**Microbiologie des aliments – Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 °C
- **NF: V04-206 Janvier 1969.**Lait – Détermination de l'acidité titrable.
- **NF : V04-316 :1985.**Butter – Détermination of pH of the sérum – potentiometric method.
- **NF : T 90-014 Février 1952 .**Essais des eaux – Dosage des ions chlore.
- **Petit.E. (2012).**Lupins-avantages et potentiels leur portent préjudice. Biodiversité, 13: 54-64.



- **PasaskevopoulouA.,provatidou E., Tsotsio D., kiosseoglou V.,2010 .** rheology and baking performance of Wheat flour-lupinprotein in isolate blends. Food Research Internationne, 43,1009-1016.
- **Penchev P.I. (2010).** Etude des procédés d'extraction et de purification des produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pression. Thèse de doctorat. Université de Toulouse (France).



- **Sbabou L. (2009).**diversité génétique de lupin au Maroc et étude du développement racinaire de lupin blanc sous stress abiotique par des approches de génomique fonctionnelle, Génomique et Biotechnologie. Université Mohamed V-AGDAL Rabat .P.07.
- **Seydi M,** Le lait fermenté type yaourt ou yoghourt : EISMV/ HIDAOA. 2002, p5.



- **TAMIME A.Y. and ROBINSON R.K. (1999).** Yogurt science and technology. 2nd Ed. Cambridge :woodhead Publishing.

Référence bibliographique

- **Tizazu H., Emire S.A.(2010).**Composition chimique, propriétés physico – chimiques et fonctionnelles de lupin (*Lupinus albus* graines) cultivées en Ethiopie. Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev. , 10: 3029-3046.



- **Vernier ,Q., Barthelemy, f.et rahe,I,1996.** La fabrication de yaourt syndifrais 1-13p
- **Vignola C. (2002).** Sciences et technologie du lait transformation du lait.(Ed). presses Internationales Polytechnique. Canada.600p.



- **Yorgancilar M., Babaoglu M., Hakki E.E., Atalay E.(2009).**Détermination de la relation entre les anciens lupin du monde (*Lupinus* sp.) Des espèces en utilisant des marqueurs RAPD et ISSR. Afr. . J. Biotechnol, 8: 3524-3530.
- **Yeheyis L., Kijora C., clin M., Peters K.J., 2011.**Effet d'une méthode de traitement traditionnelle sur la composition chimique de lupin blanc (local *Lupinu + salbus* graines L.) dans le nord-ouest de l' Ethiopie. Z. Naturforsch. C, 66: 403-408.

Annexe 01:les appareillages

- ✓ Acidimètre
- ✓ Balance de précision
- ✓ Bain marie
- ✓ Bec benzène
- ✓ Béchers.
- ✓ Burette à robinet graduée
- ✓ Butyromètre « GERBER ».
- ✓ Butyromètre de VAN GULIK
- ✓ Capsule de cellulose
- ✓ Capsule cylindrique en acier.
- ✓ Centrifugeuse à 1200 tr/mn
- ✓ Creuset
- ✓ Dessiccateur
- ✓ Distillateur
- ✓ Etuve bien ventilée munie d'un système de réglage thermostatique permettant d'obtenir une température de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Fioles jaugées
- ✓ Four à moufle
- ✓ Lactodensimètre
- ✓ Pipette Pasteur.
- ✓ Pipette graduée de 10ml et 11 ml
- ✓ pH mètre .
- ✓ Plaque chauffante
- ✓ Réfrigérateur (température 2 à 5°C).

Annexe 02 :

Fiche de dégustation

Produit : Yaourt étuvé

Nom :

prénom :

âge :

Sexe :

F

Fumeur :

O

M

Paramètres Produit Formulé	Arome	Texture	Gout	Odeur	Couleur
produit 01					
produit 02					
produit 03					
produit 04					
produit 05					

0 : très mauvais

1 : passable

2 : moyen

3 : assez bon

4 : bon

5 : excellent Le dégustateur

Annexe 04: les photos de quelques appareils



Dissicateur



PH-mètre



Acidimètre



Centrifugeuse



Bain marie

Dilution

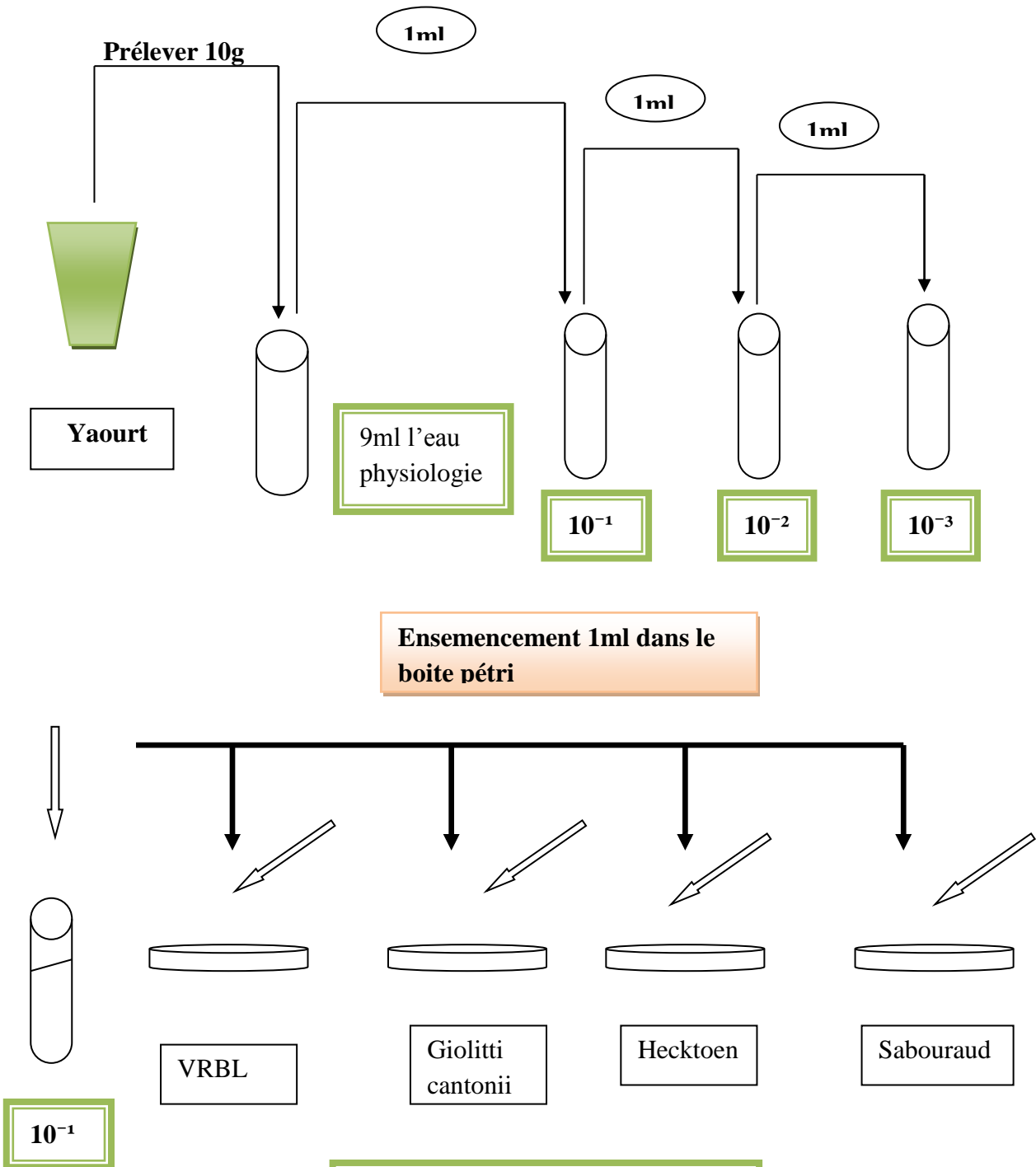


Figure 15. Diagramme de dilution

NB : Même principe pour les autres dilutions (10⁻², 10⁻³)