

RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMARI de TIZI – OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des sciences agronomiques



Mémoire de fin de cycle

MASTER II

Domaine : Science de la nature et de la vie
Spécialité : Management de la qualité totale et sécurité des aliments.

Thème

*Contribution à la fabrication d'un
yaourt « à boire » à base d'un
complément : la poudre des pépins de
raisin « Vitis vinifera »*

Réalisé par :

M^{elle} YAHIMI Nawel.

M^{elle} FERADJI Melkhir.

Présenté devant le jury :

Président : Mr. RAHMOUNE MA. Maitre de conférences classe B

Promoteur : Mr. DJENANE Dj. Professeur

Co-promotrice: Mme MEDJKANE L. Directrice R&D

Examineurs : Mr SI TAYEB H. Maitre de conférences classe B

Melle CHOUGAR Vacataire

Promotion : 2016 - 2017

Remerciements

Nous tenons, en premier lieu, à rendre grâce à Dieu Tout Puissant de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail. Nous remercions, du fond du cœur, nos deux familles et ami(e)s respectifs, qui nous ont toujours soutenues, épaulées et qui ont cru en nous.

**Nous souhaitons vivement remercier et exprimer notre gratitude à :
Notre promoteur M' Djenane Dj. Professeur à la faculté des sciences biologique et agronomiques de l'UMMTO pour nous avoir orientés, dirigés. Et Mme MEDJKANE LYDIA Directrice de la recherche et développement à la SARL laiterie MATINALE (TIFRA LAIT) pour nous avoir reçus, guidés et consacré beaucoup de son temps précieux et pour toutes les connaissances qu'ils nous ont transmis.**

Nous ne manquerons pas de signaler l'accueil, la gentillesse, le respect de M^{elle} KRIM warda la responsable de la qualité qui nous a donné de l'aide pour répondre à nos questions et d'avoir accepté de partager avec nous son savoir-faire.

Nous remercions aussi tout le personnel de l'entreprise en générale qui nous ont facilité la réalisation de notre stage ;

Nos vifs remerciements et nos profondes reconnaissances à :

Mr RAHMOUNE MA, de nous avoir honoré en présidant le jury de soutenance.

Mr SI TAYEB H et Mlle CHOUGAR d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin, il nous est fort agréable d'exprimer nos remerciements les plus Sincères aux nombreuses personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la bonne réalisation de ce travail.

MILLE MERCI A TOUS...

NAWEL et MELKHIR

Dédicaces

Je rends grâce à Allah, le Clément, le tout Miséricordieux pour le courage qu'il m'a donné afin d'achever ce modeste travail et me retrouver devant les membres de jury.

Je dédie ce travail, en signe de gratitude, de reconnaissance et d'affection à :

Ma précieuse et adorable famille que je considère comme le plus beau cadeau que m'a offert le dieu... Mes très chers parents; MAMAN et PAPA merci à qui je dois toutes mes réussites. Aucune dédicace ne serait assez éloquente pour exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que je vous porte. Puisse Dieu, le Tout Puissant, vous préserver et vous accorder la pleine santé, bonheur et longue vie je vous aime très fort...

Mes très chers frères et sœurs, Younes, Hassina surtout Achour et Lyly pour leur aide, leur amour, leur écoute et soutien. je vous réserve toujours une place dans mon cœur.

A la mémoire de mes grands parents qui veilleront toujours sur moi.

A mon très cher fiancé REMDANE, merci pour ta patience, ton amour et soutien, tu es ce que j'ai de plus précieux... les expressions me manque pour te décrire ou te dire ce que tu représente pour moi, que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serin et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

Mes beaux parents, mon beau frère je vous estime éperdument et je suis fière que vous faite partie de ma vie.

A ma meilleure amie, et ma chère binôme NOUNOU qui a été toujours là pour moi, merci ma très chère pour ton amour, ta présence, ton écoute je t'aime très fort.

A la famille de ma chère amie sa maman, son père merci pour votre accueils et votre affection. A tous mes amis et camarades et tous ceux que j'ai connu au long de mon parcours.

MILLE MERCI A TOUS...

MELKHIR

Dédicaces

Je rends grâce à Allah, le Clément, le tout Miséricordieux pour le courage qu'il m'a donné afin d'achever ce modeste travail et me retrouver devant les membres de jury.

Je dédie ce travail, en signe de gratitude, de reconnaissance et d'affection à :

Ma précieuse et adorable famille que je considère comme le plus beau cadeau que m'a offert le dieu... Mes très chers parents; MAMAN et PAPA merci à qui je dois toutes mes réussites. Aucune dédicace ne serait assez éloquente pour exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que je vous porte. Puisse Dieu, le Tout Puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur je vous aime très fort...

Mes sœurs, pour leur amour, leur écoute et soutien samira, sabrina, ryma et ma grande sœur nadia et ses adorables fille yasmine et atinia

*Mes frères sofiane et samir qui m'ont toujours aidé et soutenu.
A la mémoire de mes grands parents qui veilleront toujours sur moi.*

A mon bienaimé JUBA, merci pour ta patience, ton amour tu es ce que j'ai de plus précieux... les expressions me manque pour te décrire ou te dire ce que tu représente pour moi, que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serin et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

A ma meilleure amie, et ma chère binôme MIMI qui a été toujours là pour moi, merci ma très chère pour ton amour, ta présence, ton écoute je t'aime très fort.

A la famille de ma chère amie sa maman, son père merci pour votre accueils et votre affection.

A tous mes amis et toute ma promotion 2016/2017 et tous ce qui j'ai connu au long de mon parcours.

MILLE MERCI A TOUS...

Nawel

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le yaourt

I.1. Définition, Réglementation, Historique.....2

I.2. Matières utilisées pour la fabrication du yaourt.....5

I.2.1. les bactéries caractéristiques du yaourt7

I.2.1.1. *Streptococcus thermophilus*.....7

I.2.1.2. *Lactobacillus bulgaricus*.....8

I.2.2. Intérêt et fonction des bactéries du yaourt.....9

I.2.2.1. Production d'acide lactique.....9

I.2.2.2. Activité protéolytique.....9

I.2.2.3. Activité aromatique.....10

I.2.2.4. Activité texturant(e).....10

I.2.3. Comportement associatifs des deux souches.....11

I.3. Diagramme de fabrication du yaourt13

I.4. la qualité du yaourt18

I.4.1. aspect physico-chimique.....18

I.4.2. aspect hygiénique.....18

I.4.3. défauts de fabrication.....18

I.5. valeurs nutritionnelles et thérapeutiques de yaourt.....20

Chapitre II : Poudre des pépins de raisin

II.1. Présentation22

II.2. Spécifications du produit.....	23
II.3. Données de sécurité.....	24
II.4. Les atouts de la poudre des pépins de raisin.....	26

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et Méthodes

▪ Présentation de l'organisme d'accueil	28
▪ Objectif du travail.....	31
▪ Démarches expérimentales.....	31

III.1. Matériels :

III.1.1. Matières premières.....	31
III.1.2. Appareillages utilisés au laboratoire de la laiterie MATINALE.....	33
III.1.3. Produits chimiques et réactifs.....	33
III.1.4. Diagramme de fabrication du yaourt brassé MATINALE	33

III.2. Méthodes d'analyses.....

III.2.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques :

➤ Pour la poudre des pépins de raisin (les propriétés physiques et chimiques) :.....	39
- Aspect	39
- Odeur	39
- Solubilité	39
- pH	39
- Densité	39
➤ Pour la matière première (poudre de lait la 0% et la 26%).....	39
- Mesure du pH	39
- Détermination de l'acidité	39
- Détermination de la densité	40
- Détermination de la matière grasse	40
- Détermination de l'extrait total (EST)	40
- Détermination de l'extrait sec dégraissé	41
- Test d'antibiotique	41
➤ Pour l'eau.....	41
- Mesure du pH	41
- Conductivité	41
- Dosage du chlore	41
- Titre alcalimétrique (TA)	41
- Titre hydrométrique (TH)	42
➤ Pour le sucre	42
➤ Pour l'arôme.....	42

➤ Pour le produit fini (Yaourt aromatisé + ppr).....	42
- Mesure du pH	42
- Détermination de l'acidité	43
- Détermination du taux de sucre	43
- Mesure de l'extrait sec total (EST)	43
III.2.2. Méthodes d'analyses microbiologiques	
III.2.2.1. Présentation de la qualité microbiologique.....	43
III.2.2.2. L'objectif du contrôle microbiologique.....	43
III.2.2.3. Analyses microbiologiques.....	44
➤ Pour la poudre de lait	
➤ Pour la poudre de pépins de raisin	
➤ Pour l'eau	
➤ Pour le sucre	
➤ Pour le produit fini (Yaourt aromatisé + ppr)	
III.2.3. Analyses sensorielles	
III.2.3.1. Les propriétés organoleptiques étudiées.....	49
III.2.3.2. Règles générales de la conduite de la dégustation.....	50
1. Sujet.....	50
2. L'environnement de la dégustation.....	50
3. Les échantillons.....	51
4. Déroulement des séances de dégustations.....	51
III.2.3.3. Recueil et traitement des résultats.....	51
▪ Evaluation économique du produit fini.....	51
Chapitre IV : Résultats et discussions :	
IV.1.1. Paramètres physico-chimiques des matières premières.....	52
IV.1.2. Paramètres physico-chimiques du produit fini (5 échantillon préparé).....	57
IV.1.3. Analyses microbiologiques des matières premières.....	60
IV.1.4. Analyses microbiologiques du produit fini (yaourt avec ppr).....	62
IV.1.5. Evaluation du test sensoriel des 5 échantillons préparé.....	63
Conclusion	65
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

Abs : absence

AFNOR : Agence Française de Normalisation

BCPL : bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol

BPH : bonnes pratiques d'hygiène

BPF : bonnes pratique de fabrication

CaCO₃: Carbonate de Calcium

CNIEL : Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière

CO₂: Dioxyde de Carbone

EDTA : Ethyle diamina tetrachloracétique de sodium

EPS : exopolysaccharide

ESD : Extrait Sec Dégraissé

EST : Extrait sec total

FAO : Food and Agriculture Organisation

FIL : Fédération Internationale Laitière

GAM : germes aérobie mésophile

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point

HPLC : chromatographie liquide sous haute pression

IAP : Indice d'Azote Protéique

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

Lb : *lactobacillus bulgaricus*

LDL : lipoprotéine de basse densité (mauvais cholestérol)

MG : matière grasse

mmol : millimole

NA : Norme Algérienne

ND : Non Déterminé

NF : Norme française

OGA : gélose à l'oxytétracycline glucose

OMS : Organisation Mondiale de Santé

OPC : Oligo ProanthoCyanidines

PCA : gélose Plat Count Agar

pH : potentiel d'hydrogène

ppd : dérivés protéique purifier

ppm : partie par million

ppr : poudre de pépin de raisin

Psnd : Protéines sériques non dénaturées

SARL : Société à responsabilité limitée

SFB : bouillon lactosé au sélinite de sodium

SM : Suspension Mère

St : *Streptococcus thermophilus*

TA : Titre Alcalimétrique

TH : Tire Hydrométrique

UFC: unité formant colonie

VRBL : gélose Violet Red Bile Lactose

WPNI : Whey Protein Nitrogen Index

Liste des figures

Figure N°01 : Observation au microscope électronique à balayage des bactéries du yaourt.

Figure N°02 : Interactions métaboliques de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* en culture mixte dans le lait.

Figure N°03 : Diagramme général de fabrication du yaourt

Figure N°04 : Organigramme de la SARL (la Matinale).

Figure N°05 : Diagramme de traitement de l'eau.

Figure N°06 : Diagramme de fabrication de la laiterie MATINALE

Liste des tableaux

Tableau N°01 :Réglementation concernant la qualité d'acide lactique ou le pH dans le yaourt

Tableau N°02 :Les différents types de poudre de lait selon la teneur en MG

Tableau N°03 :Les principaux défauts liés à la fabrication du yaourt.

Tableau N04 : Représentation simplifiée des germes recherchés.

Tableau N°05 : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait la 0% et la 26%.

Tableau N°06: Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau.

Tableau N°07 : Les résultats de taux de Brix effectués pour le sucre.

Tableau N°08 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'arôme

Tableau °N09 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.1 % de ppr.

Tableau °N10 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.2 % de ppr.

Tableau °N11 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.3 % de ppr.

Tableau °N12 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.4 % de ppr.

Tableau °N13 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.5 % de ppr.

Tableau N°14: Résultats d'analyse physico-chimique du yaourt fabriqué (yaourt avec la poudre des pépins de raisin).

Tableau N°15 : Résultats des analyses microbiologiques effectué pour ppr.

Tableau N°16 : Résultats des analyses microbiologiques effectué pour la poudre de lait.

Tableau N°17: Résultats des analyses microbiologiques effectué sur le sucre.

Tableau N°18: Résultats des analyses microbiologiques effectué sur l'eau.

Tableau N°19 : Résultats d'analyses microbiologiques des yaourts préparés.

Tableau N°20 : Composition des différents pots analysés.

Introduction

L'industrie laitière algérienne se distingue par un marché à potentiel de croissance élevé. La demande sans cesse grandissante en lait et produit dérivés (yaourt, fromage, glaces..) se justifie par la forte démographie, l'urbanisation et l'amélioration du pouvoir d'achat de la population.

Il est bien connu que le lait est un aliment à haute valeur nutritionnelle, très riche en protéines, lipides, glucide et surtout en oligo-éléments tel que le calcium. De ce fait il occupe une place incontournable dans la ration alimentaire humaine dans la plupart des pays ayant un niveau de vie bas, moyens ou élevé. **(Luquet, 1986)**. Chaque année l'Algérie importe environ 60% de sa consommation de lait en poudre (produits subventionnés par l'état algérien) **(FAO 2003)**.

Parmi les produits laitiers, le yaourt est très apprécié par le consommateur en raison de la gamme disponible ainsi que pour ses nombreuses propriétés, notamment sensorielles. L'engouement pour ce dérivé laitier encourage d'avantage les industriels à investir dans la création de yaourterie, notamment en Kabylie réputée comme bassin laitier.

Ces dernières années, la prise de conscience, concernant la sécurité alimentaire, s'est accentuée auprès des consommateurs, qui se montrent mieux informés et plus avertis à l'égard des aliments qu'ils achètent. Dans ce cadre, la dynamique actuelle du marché des denrées alimentaire oblige les industriels à formuler constamment de nouveaux produits tout en veillant à bien maîtriser sa qualité.

De ce fait notre travail s'inscrit dans ce contexte et porte sur l'incorporation de la poudre des pépins de raisins dans le yaourt. Cette nouveauté peut être une innovation intéressante qui nous permet d'avoir un produit fonctionnel ?

A l'évidence le raisin fait partie des aliments les plus bienfaisants qui existent ; Cependant, il faut savoir que les pépins sont plus nutritifs que le fruit en lui-même. Ils sont tout petits, mais contiennent de grandes propriétés.

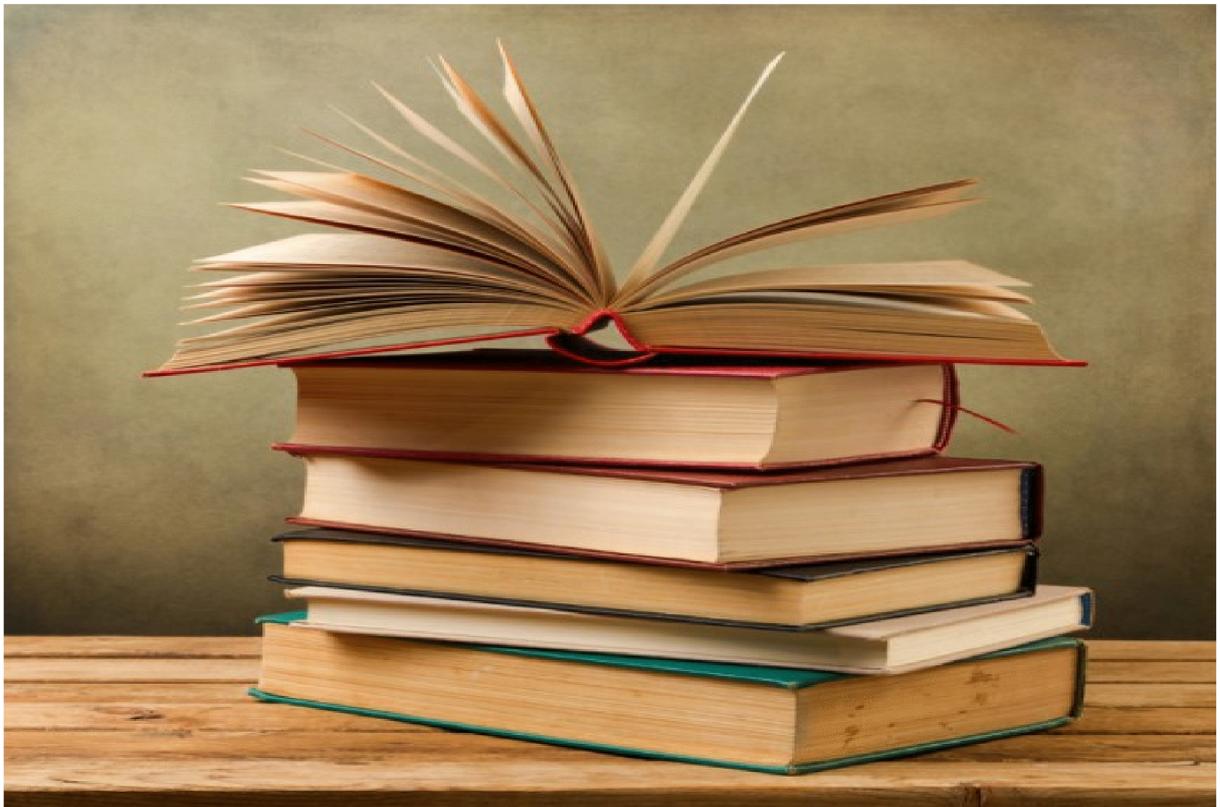
Une incorporation donc de la poudre des pépins de raisin dans le yaourt à pour objectifs :

- Valorisation des pépins de raisins et enrichissement du yaourt.
- Elaboration d'un nouveau produit de haute valeur nutritionnelle et thérapeutique.

Le présent travail s'articule comme suit :

- ✓ La première partie passe en revue la synthèse bibliographique.
- ✓ La deuxième partie est consacré à l'étude expérimentale et traite des matériels et des méthodes utilisés pour les analyses ainsi que les résultats obtenus et la discussion.

Partie bibliographique



Chapitre I

Généralités sur le yaourt



I.1. Définition, Historique, Réglementation :

Le yaourt est un lait fermenté. Selon la norme n° **A-11(a) de 1975 du *codex alimentarius***: « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de deux bactéries lactiques spécifiques : *Lactobacillus delbruekii* sous espèce *bulgaricus* et *Streptococcus salvarius* sous espèce *thermophilus*, à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de substances (lait en poudre, poudre de lait écrémé, les protéines lactosériques concentrées ou non, la caséine alimentaire...etc.) ». Les microorganismes du produit fini doivent être viables et abondant (**LAMONTAGNE, 2002**). Il occupe, comme la plupart des denrées alimentaires d'origine animale, une place importante dans l'alimentation de l'Homme.

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogurt) vient de « Yoghurmark », mot turc signifiant « épaissir » (**TAMIME et DEETH, 1980**).

Depuis la domestication de la chèvre (environ 13000 ans), puis de la vache (4000 ans plus tard), le lait devient un important produit alimentaire pour l'Homme. Il est estimé que les premiers yogourts et produits laitiers fermentés datent d'environ 8000 ans, fabriqués totalement par hasard. En effet, les populations nomades transportaient le lait dans des sacs en peau de chèvre, une peau couverte de bactéries responsables de la fermentation du lait. Il a été constaté une différence de texture entre le lait cru et le même fermenté. Contrairement au lait cru qui périmait rapidement, ce nouveau produit était bien moins dangereux, du fait qu'il se conservait plus longtemps dans des conditions parfois difficiles. (**YILDIZ, 2010**).

Dans le sillage des découvertes de Louis Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux micro-organismes présents dans le lait. En 1902, Ris et Khoury, deux médecins français, isolent les bactéries présentes dans un lait fermenté égyptien. **METCHNIKOFF** (1845-1916) isole ensuite la bactérie spécifique du yaourt « le bacille bulgare », analyse l'action acidifiante du lait caillé et suggère une méthode de production sûre et régulière (**ROUSSEAU, 2005**).

Traditionnellement, c'est le yaourt nature et ferme qui constitue l'essentiel des productions du lait fermenté. Dans les années 1960-1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits. Actuellement, ils sont majoritaires sur le marché.

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante dans la commercialisation des laits fermentés. En outre, le développement commercial des

produits probiotiques est important et correspond à une demande du consommateur (BRULE, 2003).

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

a. Dénomination du produit :

Elle varie selon les langues, mais les termes les plus utilisés sont <<yoghurt>> ou <<yoghurt>> ou <<yaourt>>.

b. Type de produit :

Ils sont définis souvent en fonction de leur teneur en matière grasse ou de l'adjonction éventuelle d'ingrédients (yoghourt partiellement écrémé, yoghurt écrémé le yoghurt sucré et yoghurt nature).

c. Le type de ferment utilisé :

Selon la FIL et de nombreux pays, la dénomination (yaourt) nécessite l'utilisation obligatoire et exclusive des deux ferments caractéristiques *Streptococcus thermophilus* (cocci gram positif anaérobie facultatif non mobile, résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minute) et *Lactobacillus delbrueckii* Sous-espèce *bulgaricus* (des bacilles gramme positif immobile asporulés, thermophile, T° optimale de croissance environnant 42°C). (Luquet et Carrieu, 2005)

d. La quantité des ferments contenue dans le produit fini :

Selon la FIL la quantité de ferments vivants, égale 10^7 bactérie/g rapportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation.

e. La viabilité de la flore lactique :

Flore viable pendant toute la durée de vie.

f. Ingrédient lactière

Lait pasteurisé, congelé, écrémé, concentré, en poudre, crème, caséine...etc

g. Ingrédient non lactière :

Une multitude d'ingrédients peut être incorporé dans le yaourt, par exemple des fruits sous différentes formes (purée, jus, pulpe, sirop etc.), Des céréales, de légumes ou de sucre. La quantité des ingrédients non laitiers est fixée par le codex alimentarius, la FIL et la plupart des pays à moins de 30% en poids de produit fini.

g.1. Le pH :

La **FIL** préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6 à 15% certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6 (**tableau .01**)

Organisme / pays	Norme
FIL	0.7% en poids exprimé en tant qu'acide
France, Portugal, Italie	Acide lactique libre > 0.7%
Espagne	pH <4.6
Pays-Bas	pH <4.5
Belgique	< 0.7% exprimé en acide lactique
Pologne	3.9 < pH < 4.6
Tunisie	0.8% d'acide lactique
États-Unis	pH ≥ 3.8
Canada	Acidité < 0.9% exprimé en acide lactique

Tableau 01 : Réglementation concernant la qualité d'acide lactique ou le pH dans le yaourt (**Luquet et Carrieu, 2005**)

g.2 Taux de matière grasse :

Il doit être minimum, inférieur à 3% (m/m) dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0.5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0.5% dans les yaourts écrémés.

g.3 Teneur en protéines :

Elle est égale à 2,8% dans le produit fini,

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

g.3.1 yaourts fermes :

Dont la fermentation a lieu en pots, ce sont généralement des yaourts nature ou aromatisés

g.3.2 yaourts brassés :

Dont la fermentation a lieu en cuves avant le conditionnement, ce sont généralement des yaourts brassés nature ou aux fruits

Les yaourts et les produits fermentés frais identifiés comme aliments bénéfiques pour la santé, sont aujourd'hui des produits de grande consommation, ainsi selon une enquête du

Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL), la production de yaourts et d'autres laits fermentés ne cessent de croître et elle est parvenue à 1 435 993 tonnes en 2002. (**Paci Kora.2004**).

I.3. Matières utilisées pour la fabrication du yaourt :**➤ Lait en poudre : (Lait totalement déshydraté)**

Constitué essentiellement de matière sèche du lait et d'une très faible quantité d'eau (de 2 à 5%), ce lait se présente sous l'aspect d'une poudre de couleur blanche ou légèrement crème, homogène, d'odeur et de saveur fraîche, cette poudre peut provenir de lait entier, demi-écrémé ou écrémé (allégé).

Poudre de lait à l'avantage de pouvoir se stocker et se transporter aisément pour être utilisée via la recombinaison comme matière première pour la production de divers produits (de fromages, de laits fermentés, de crèmes glacées ...etc.).

Il n'a pas besoin d'être stocké en réfrigérateur (mais il doit cependant rester parfaitement sec).

Tableau N°02 : Les différents types de poudre de lait selon la teneur en MG (GEMRCN, 2009).

Type de lait en poudre MG	Poudre de lait riche en matières grasses	Poudre de lait entier	Poudre de lait partiellement écrémé	Poudre de lait écrémé
Teneur en MG (%)	$MG \geq 42$	$26 \leq MG \leq 42$	$1,5 \leq MG \leq 26$	$MG \leq 1,5$

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

Les poudres ayant été préparées avec un traitement thermique bas (low heat, WPNI égal ou supérieur à 6) contiennent une faible quantité de protéines dénaturées et sont utilisées dans des produits où les propriétés de solubilité, de gélification et d'émulsion sont recherchées. Il s'agit des poudres de meilleure qualité convenant aussi bien à la préparation du lait de consommation que celui destiné à la fromagerie ainsi qu'à la fortification du yaourt (NOZINCK, 1982 ; MODLER, 1985).

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

Enfin, les poudres « high – heat » (WPNI inférieur à 1,5) sont hautement dénaturées et peu solubles. Ce type de poudre trouve une utilisation dans les produits structurés (boulangerie, biscuiterie, et confiserie) (MODLER, 1985 ; CAMPBELL et PAVLASEK, 1987).

En plus de l'intensité du traitement thermique suivi, il y a lieu de signaler que la qualité de la poudre du lait peut varier aussi selon le type de séchage subi qui peut être fait sur cylindres (procédé Hatmaker) ou par atomisation.

- **Eau :** Pour reconstituer un liquide proche du lait originel, il suffit de rajouter la bonne quantité d'eau.

L'eau utilisée pour reconstituer le lait doit être de bonne qualité (bactériologique et chimique).

Si elle a circulé dans des tuyauteries en plomb, surtout si elle est naturellement acide, l'eau du robinet peut se charger de plomb; une telle eau ne doit pas être utilisée pour reconstituer du lait, sauf si elle a été filtrée par un système permettant d'en retirer les métaux lourds (filtre à charbon activé bien utilisé, et dont le charbon est régulièrement renouvelé). Dans les autres cas, le matin ou après une période sans utilisation d'eau, il est recommandé de laisser couler un peu l'eau du robinet avant de l'utiliser pour des usages alimentaires ou comme boisson.

- **Sucre** : le lait est additionné de sucre avant la fermentation à hauteur de 5 à 10 %.

Le

sucre est généralement constitué de saccharose cristallin.

- **Arôme** : Un arôme culinaire (alimentaire) est un produit chimique obtenu par distillation et extraction, et est le reflet concentré des produits originaux dont il tire leur saveur et rehausse et exalte naturellement le goût de toute préparation de nature chimique, ils ont pour rôles d'apporter des saveurs différentes et appréciées par le consommateur.

- **Les ferments lactiques** : sont des ferments acidifiants composés d'un mélange de bactéries lactiques (*Lactobacillus* et *Streptococcus*). Leur utilité principale réside en leur production d'acide lactique à partir du lactose du lait. L'acidité ainsi générée limite la croissance d'autres microorganismes pathogènes.

I.2.1. les bactéries caractéristiques du yaourt :

I.2.1.1. *Streptococcus thermophilus* :

Streptococcus salivarius subsp thermophilus qui apporte au yaourt son acidité, c'est une bactérie micro-aérophile mésophile ; un cocci à Gram positif anaérobie facultatif, non mobile, qui croît de façon optimale entre 42°C et 45°C.

Elle est thermorésistante, pouvant survivre à des barèmes thermiques de 65°C / 30' (min) ou bien 74°C / 15''(s). Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposés en chaînes de longueurs variables ou par paires. Moins acidifiant que *Lactobacillus*, il donne un caillé doux et fin. Son métabolisme est du type homofermentaire (**Lamoureux, 2000**).

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

I.2.1.2. *Lactobacillus bulgaricus* :

Qui développe les arômes, c'est une bactérie micro aérophile mésophile; un bacille à Gram positif, immobile, asporulé. Qui se développe de façon optimale entre 47°C et 50°C. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. Elle a un pouvoir acidifiant important et permet d'obtenir un caillé de saveur acide, très exigeante en calcium et en Magnésium.

Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-Teyssset et al, 2000).

Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucres par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenter les pentoses (Marty-Teyssset et al, 2000).

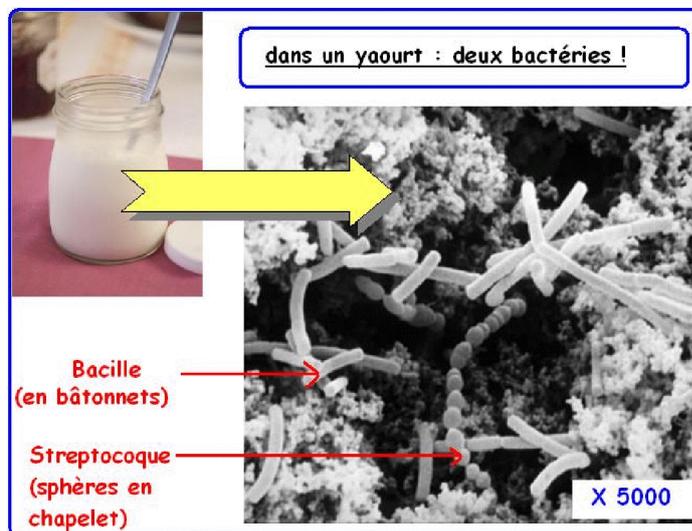


Figure N°01. Observation au microscope électronique à balayage des bactéries du yaourt.

Ces deux bactéries lactiques 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 microaérophiles. **(Doleyres, 2003)**.

I.2.2. Intérêt et fonction des bactéries du yaourt :

I.2.2.1. Production d'acide lactique :

Est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien **(SCHMIDT et al, 1994)**. Le métabolisme est du type homofermentaire (production exclusif de l'acide lactique). L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g/l}$ d'acide lactique). Elle se situe entre 100 et 130 °D **(LOONES, 1994)**.

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

- Il aide à déstabiliser les micelles de caséines, ce qui conduit à la formation du gel ;
- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique, comme il contribue à la saveur

et l'aromatisation du yaourt **(TAMIME et ROBINSON, 1999 ; SINGH et al, 2006)** ;

- Intervient comme inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes indésirables

(LEORY et al, 2002).

I.2.2.2. Activité protéolytique :

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fraction protéique du lait constituée de caséine et de protéines sériques, leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distinctes : les protéases et les peptidases.

Lb. bulgaricus possède des protéases localisées, pour l'essentiel, au niveau de la paroi cellulaire **(Marshall, 1987)**. Cette activité protéasique permet d'hydrolyser la caséine en polypeptide.

St. thermophilus est considéré comme ayant une faible activité endopeptidasique. Elle dégrade les polypeptides par son activité exopeptidasique en acides aminés libres.

I.2.2.3. Activité aromatique

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui intervient dans la formation de ces composés dans une fermentation de type hétérofermentaire. Parmi ceux-ci, l'acide lactique confère au yaourt son goût acidulé. L'acétaldéhyde, qui provient en grande partie de la thréonine, joue un rôle essentiel dans ces caractéristiques organoleptiques recherchées. La concentration optimale de ce métabolite est estimée à environ 10 ppm. Sa production, due principalement au lactobacille, est augmentée lorsque ce dernier est en association avec le streptocoque qui en élabore de faibles quantités.

L'acétaldéhyde peut provenir :

- du pyruvate, soit par action du pyruvate décarboxylase ou par action du pyruvate déshydrogénase (appelée aussi pyruvate formate lyase) ;
- de la Thréonine par l'action de la Thréonine aldolase.

Le diacétyle contribue à donner un goût délicat qui est dû à la transformation de l'acide citrique et, secondairement, du lactose par certaines souches de streptocoques.

D'autres composés (acétone, acétoïne, etc.) contribuent à l'équilibre et à la finesse de la saveur. Ceci résulte d'un choix avisé des souches, de leur capacité à produire dans un juste rapport les composés aromatiques et du maintien de ce rapport au cours de la conservation des levains et de la fabrication (ANONYME, 1995).

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

I.2.2.4. Activité texturant(e) :

La texture et l'onctuosité constituent, pour le consommateur, d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent, à partir du glucose, des polysaccharides qui, en formant des filaments, limitent l'altération du gel par les traitements mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt.

L'augmentation de la viscosité du yaourt est en général attribuée à la production d'exopolysaccharide (EPS) qui, selon une étude portant sur plusieurs souches serait essentiellement composé de rhamnose, arabinose, et mannose (SCHMIDT et al, 1994).

Il est couramment admis que la production des EPS est le résultat de l'action exercée par *St. thermophilus*. Mais d'après TAMIME (1999), *Lb. bulgaricus* possède une aptitude à produire des EPS composés de galactose, glucose, rhamnose à des rapports de 4/1/1.

I.2.3. Comportement associatifs des deux souches :

Dans le yaourt *S. thermophilus* et *L. bulgaricus* se développent en association, dans laquelle l'interaction est souvent positive. Cette interaction est appelée « protocoopération », car elle est indispensable à la survie des deux ferments. En effet, la production d'acide formique, d'acide pyruvique et du CO₂ par *Streptococcus thermophilus* favorise la croissance de *Lactobacillus bulgaricus*, en augmentant ainsi son activité protéolytique.

Par contre, *Lactobacillus bulgaricus* produit des peptides et des acides aminés qui stimulent la croissance de *Streptococcus thermophilus* (BEAL et SODINI, 2003).

Ces bactéries, par leur activité acidifiante, ont un effet bénéfique du point de vue qualité hygiénique du produit. En parallèle, elles engendrent des produits secondaires qui contribuent à la qualité organoleptique du yaourt. D'un point de vue nutritionnel, l'activité fermentaire de ses espèces lactiques favorise une solubilisation de différents constituants du lait, améliorant ainsi leur biodisponibilité (COURTIN et al., 2002 ; NGOUNOU et al., 2003).

La figure N°02 résume cette coopération ayant à la fois un intérêt d'ordre technologique et nutritionnel.

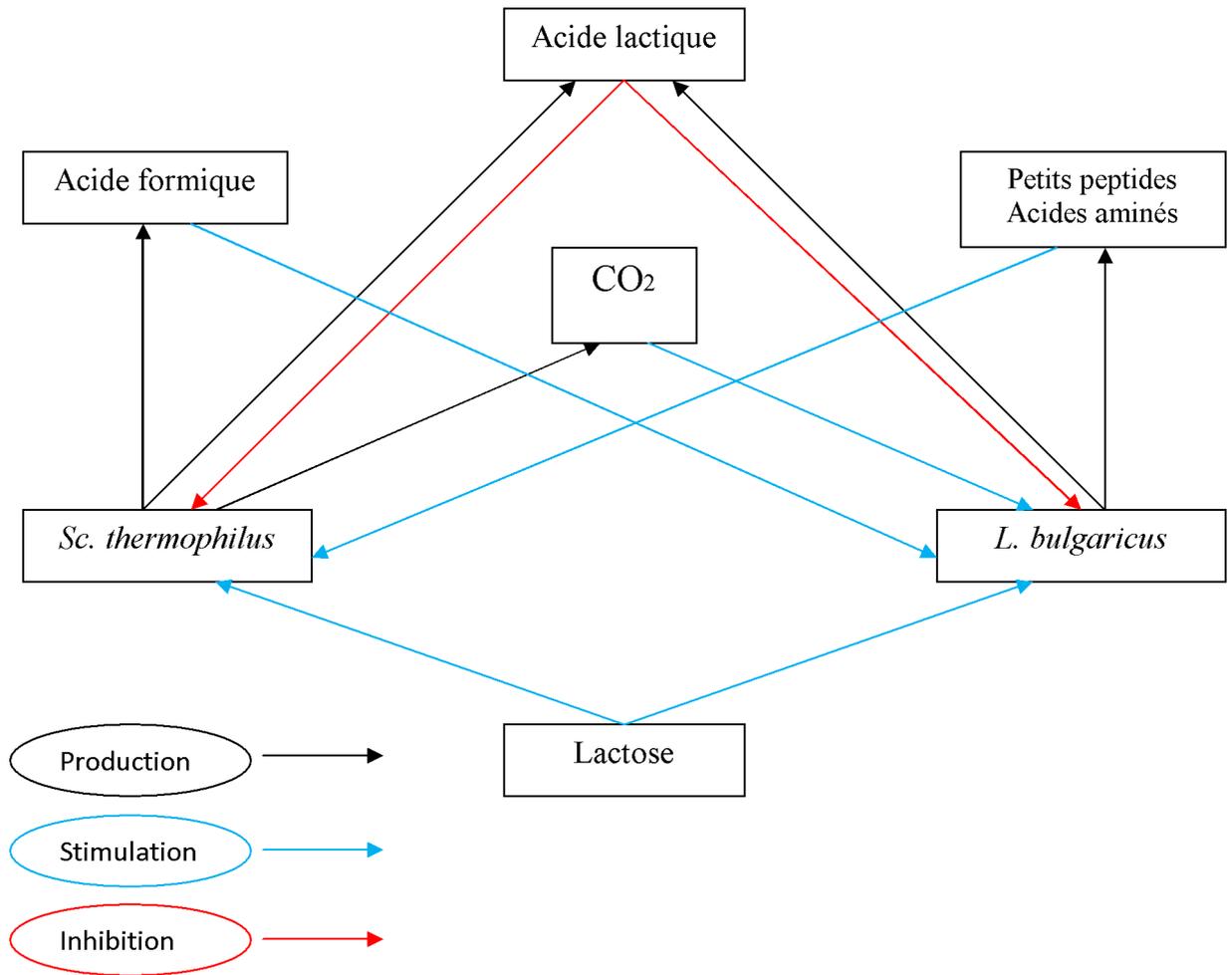


Figure N° 02 : Interactions métaboliques de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* en culture mixte dans le lait (JEANTET *et al*, 2008).

I.3. Diagramme de fabrication du yaourt :

❖ Préparation et traitement du lait :

La matière première utilisée dans la fabrication du yaourt peut être soit du lait frais, soit du lait reconstitué à partir du lait en poudre ou encore un mélange. Dans tous les cas, elle doit être de bonne qualité microbiologique, exempte d'antibiotiques ou d'autres inhibiteurs (**GOSTA, 1995**).

Le lait est pasteurisé à 92°C, pendant 5 min. il y a destruction des germes pathogènes et des formes végétatives mais pas des formes sporulées (mais comme il s'agit d'un produit à pH presque acide, les spores ne peuvent pas pousser ici). Enfin on refroidit le yaourt à 45°C, qui est la température optimale pour la croissance des bactéries.

❖ Standardisation du mélange :

Afin de remédier aux variations naturelles de la composition du lait qui sont dues aux variations saisonnières ou de race, la standardisation améliore la qualité du yaourt en tenant compte de : la teneur en matière grasse, la teneur en protéine, la teneur en sucre.

La consistance et la viscosité du yaourt sont pour une grande partie sous la dépendance de la matière sèche du lait. La matière grasse confère de l'onctuosité, masque l'acidité et améliore la saveur, les protéines améliorent la texture, la viscosité, l'élasticité, et la fermeté du produit.

Le lait ainsi standardisé en matière grasse, enrichi en protéines, éventuellement sucré, constitue le « mix de fabrication » (**BEAL ET SODINI, 2003**).

❖ Homogénéisation :

L'homogénéisation est un traitement industriel (à des pressions de 250 atmosphère) employé principalement pour :

a. Stabiliser l'émulsion de la matière grasse du lait afin d'éviter la séparation de la crème par gravité, évitant ainsi une montée de la crème à la surface durant la fermentation (**CAROLE et VIGNOLA, 2002**).

b. Améliore, la consistance et la blancheur du lait (**CAROLE et VIGNOLA, 2002**).

De cela on conclue que l'homogénéisation a principalement des effets sur deux composantes du lait : les matières grasses et les protéines.

Pour des raisons hygiéniques et pour éviter une recontamination du lait, l'étape d'homogénéisation est généralement positionnée avant le traitement thermique du mix (**TAMIME et al, 2006**).

❖ Traitement thermique :

Le lait subi un traitement thermique de 90°C à 95°C pendant 3 à 5 minutes (**MAHAUTER et al, 2000**). Ce traitement utilisé varie d'un industriel à un autre, la meilleure consistance est obtenue en utilisant une combinaison temps-température légèrement inférieure à celle qui provoque la dénaturation complète des protéines solubles.

Ce traitement a pour but de:

- ✓ Détruire les germes pathogènes et indésirables ainsi que d'inactiver de nombreuses enzymes.
- ✓ Créer des conditions favorables au développement des bactéries lactiques, par la dégradation partielle des protéines du petit-lait en acides aminés qui stimulent l'activité des ferments et par l'inactivation des inhibiteurs de croissances tels que les lactoperoxydases ainsi que l'expulsion de l'oxygène à partir du lait qui sont bénéfiques pour la croissance des ferments (**BRITZ et ROBINSON, 2008 ; LEE et LUCEY, 2010**).
- ✓ Il a également un effet sur la conformation tridimensionnelle des protéines, induisant la modification de leurs propriétés fonctionnelles. Il dénature la majorité des protéines du lactosérum (85%) qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines.
- ✓ Enfin, il modifie les équilibres salins, en entraînant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité et de la quantité d'eau liée (**MAHAUT et al, 2000**). Au niveau rhéologique, ces modifications se traduisent par une augmentation de la fermeté du coagulum acidifié et une réduction de l'expulsion du sérum au cours du stockage (**JENSEN, 1985**).

❖ Refroidissement :

Le lait pasteurisé est amené à la température avoisinant les 43°C (optimal pour le développement symbiotique des bactéries lactiques) pour l'inoculation et incubation des ferments lactiques thermophiles (**CAROLE et VIGNOLA, 2002**).

❖ Ensemencement :

Consiste en l'inoculation des deux germes spécifiques du yaourt : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*, dont le rapport est de 1/2 (yaourt nature) jusqu'à 1/10 (yaourt aux fruits). L'ensemencement du lait doit se faire à un taux suffisamment élevé, pour avoir l'assurance d'une acidification correcte et il doit être homogène, c'est-à-

dire que l'on doit avoir une répartition des germes bonne et régulière dans le lait (LUQUET, 1985).

Les deux espèces bactériennes vivent en symbiose. Lors de leur croissance, elles dégradent le lactose en acide lactique, entraînant une baisse du pH et la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles (LUQUET, 1985 ; MAHAUT *et al.*, 2000). En outre, ces bactéries produisent des composés carbonylés volatils (l'acétaldéhyde, le di acétyle, l'acétoïne, l'acétate d'éthyle) et des exo polysaccharides qui participent, respectivement, à l'élaboration de l'arôme et de la texture des yaourts (LAMONTAGNE, 2002).

❖ Incorporation d'ingrédients :

Selon (BEAL et SODINI, 2003) l'addition des différents ingrédients intervient avant la fermentation pour le yaourt ferme (arômes, colorants).

❖ Fermentation :

C'est la phase d'incubation, elle correspond au développement de l'acidité dans le yaourt. Cette phase se déroule à une température optimale de 42 à 43°C et sa durée dépend de l'activité des cultures, du taux d'ensemencement et de la vitesse de refroidissement (BOUDIER, 1990). Au cours de cette étape une partie du lactose est fermentée en acide lactique, ce dernier entraîne une diminution du pH du lait conduisant à une déminéralisation de la micelle de caséine. Cette déminéralisation provoque une déstabilisation de la micelle de caséine ce qui aboutit à la coagulation. Le caillé obtenu dans ces conditions doit être ferme, lisse et sans exsudation de sérum. Selon (MAHAUT *et al.*, 2000) l'acidification dépend de la température et de la durée d'incubation. Les pots sont maintenus dans l'étuve jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0,75 (au minimum) à 1% environ d'acide lactique, soit 75 à 100° Dornic.

Selon le type du yaourt produit, ferme ou brassé, la fermentation se déroule respectivement dans des pots ou dans des tanks de fermentation dont la forme, la taille et l'instrumentation varie (BEAL et SODINI, 2003).

La durée de l'étuvage dépend de l'activité des cultures, du taux d'ensemencement et de la vitesse de refroidissement (BOUDIER, 1990).

❖ Arrêt de fermentation :

Lorsque l'acidité du yaourt atteint son seuil 70 à 80°D, il est nécessaire d'arrêter l'acidification en inhibant le développement des bactéries lactiques, ceci est réalisé par un

abaissement considérable de la température (choc thermique) ; c'est la phase dite de refroidissement qui s'effectue dans des chambres fortement ventilées (0 à 3°C/2h).

❖ **Conditionnement :**

C'est la phase la plus ultime de la fabrication. Les yaourts étuvés sont conditionnés dans des pots en plastiques bien fermés et étiquetés.

Le remplissage et dosage des pots s'effectuent sous protection bactériologique avec air filtré, et la fermeture des pots sera par thermo-scillage avec l'impression et le marquage de la date de fabrication, la date limite de consommation, le numéro du lot, le poids...etc. (LUQUET, 1990).

❖ **Conservation et stockage :**

Le yaourt est conservé au froid, à une température ne devant pas dépasser 8°C pendant 24 jours au plus. Dans ces conditions, les bactéries du yaourt ne se multiplient pas mais conservent néanmoins une activité métabolique (HERMIER *et al.*, 1996). Lorsqu'un récipient est ouvert, il convient de consommer son contenu rapidement pour éviter l'installation de moisissures favorisées par l'acidité (TREMOLIERE *et al.*, 1984).

❖ **Commercialisation :**

Pendant la phase de commercialisation, les yaourts doivent être maintenus dans la chaîne du froid entre 4 et 8°C (transportés dans des camions frigorifiques et présentés pour le client à l'intérieur des réfrigérateurs...). Durant cette période, les bactéries lactiques ne se multiplient pas mais continuent toutefois à produire de l'acide lactique et donc à augmenter la saveur acide du produit

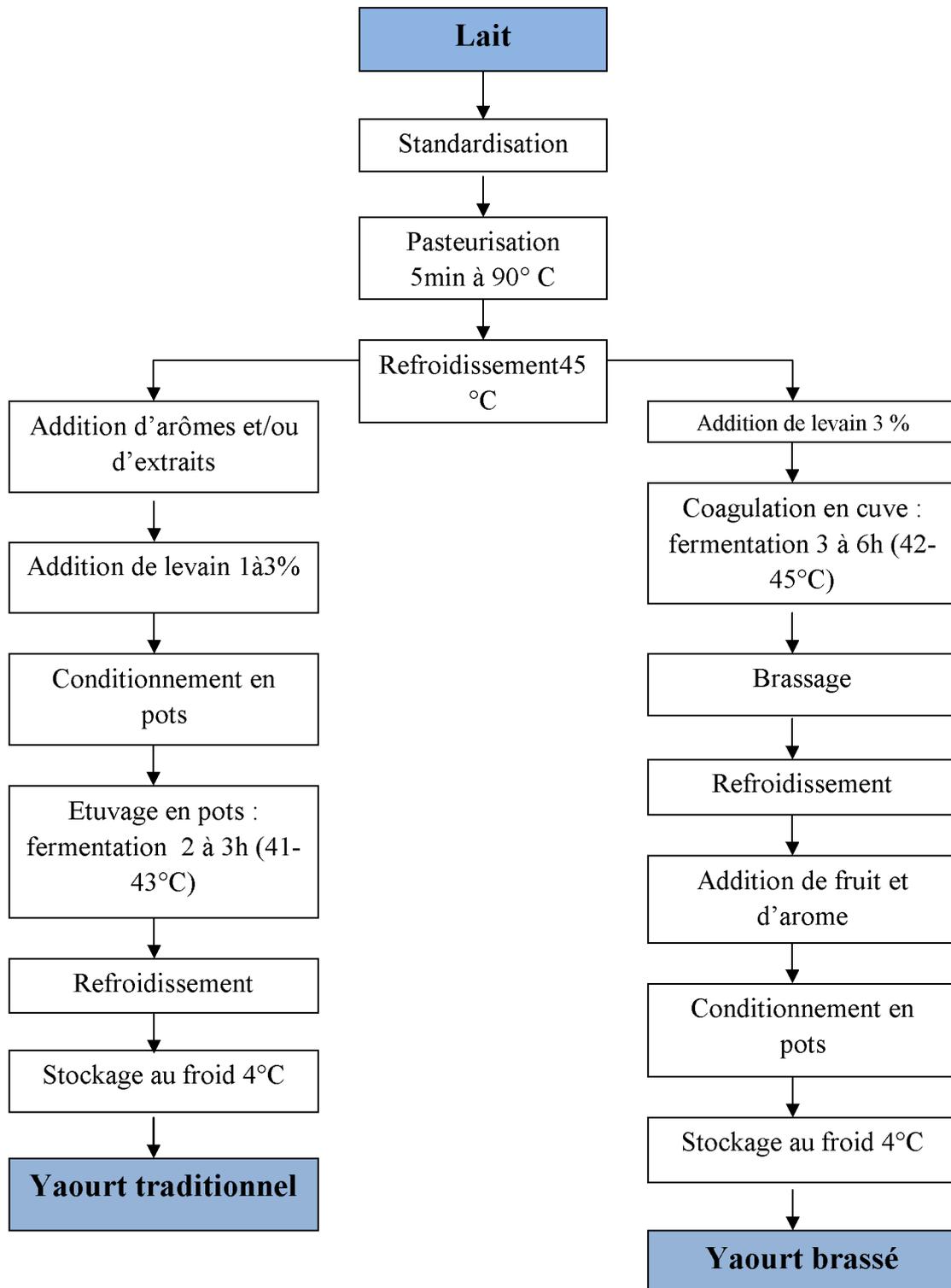


Figure N° 03 : Diagramme général de fabrication du yaourt (VIERLING, 1999).

I.4. La qualité du yaourt :

I.4.1. aspect physico-chimique :

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- Couleur franche et uniforme ;
- Goût franc et parfum caractéristique ;
- Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé)

(**Tamime & Robinson, 2007**).

I.4.2. Aspect hygiénique :

Selon la **norme nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel**, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène.

Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables.

Les levures et les moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement. (**Larpen et Bourgeois, 1989**).

I.4.3. Défauts de fabrication :

Selon (**JEANTET *et al*, 2008**), les principaux défauts observés au cours de la fabrication du yaourt sont résumés dans le tableau N° 03.

Tableau N°03 : les principaux défauts liés à la fabrication du yaourt.

	La nature du défaut	La cause du défaut
Défaut de goût	Forte acidité	Une forte acidité peut résulter d'un refroidissement lent ou d'une mauvaise fermentation, soit par une durée d'incubation prolongée ou un taux d'ensemencement élevé.
	Faible acidité	Le manque d'acidité est dû à une mauvaise activité des levains, suite à un taux d'ensemencement trop faible, une incubation trop courte et/ou à basse température, ainsi qu'à la présence de bactériophages dans le lait.
	Goût amer (amertume)	L'amertume est due à une forte activité protéolytique des bactéries lactiques au cours de la fermentation, par hydrolyse des protéines du lait conduisant à la libération de peptides amers. En plus de la cause citée ci-dessus, un yaourt contaminé par des germes protéolytiques ainsi qu'une mauvaise conservation du produit peuvent entraîner l'apparition d'amertume.
	Goût de cuit	Le goût de cuit est lié à un traitement thermique (pasteurisation) sévère du lait. Ce traitement favorise le phénomène du brunissement non enzymatique (réaction de Maillard).
	Goût de rance (rancidité)	L'apparition du goût de rance est due à l'oxydation des acides gras libres issus de l'activité lipolytique des germes de contamination.
	Défaut d'apparence	Production de gaz
Colonies en surface		La contamination du lait par des levures ou des moisissures engendre un défaut d'apparence sur le produit fini par un développement des colonies en surface.
Défaut de texture	Le déculottage	Ce défaut peut être dû à l'agitation ou à la vibration pendant le transport dans la chambre froide pour le yaourt ferme.
	Texture sableuse	Le yaourt peut apparaître sableux suite à un poudrage trop fort.

I.5. Valeurs nutritionnelles et thérapeutiques du yaourt :

- **Les yaourts sont la meilleure source de calcium :**

Le **Programme National Nutrition Santé** recommande de consommer 3 produits laitiers par jour, et de miser sur leur variété pour équilibrer nos apports en calcium, matières grasses et sel. On considère qu'un pot de yaourt correspond à un produit laitier.

Les yaourts s'imposent comme la meilleure source de **calcium** de notre alimentation. Leur calcium est particulièrement bien absorbé et assimilé par l'organisme. Cette biodisponibilité est renforcée par la présence de **protéines** et de **phosphore**.

Le calcium est nécessaire à la **minéralisation des os** et des **dents** tout au long de la vie. Il intervient également dans de nombreux processus vitaux : contraction musculaire, coagulation sanguine, pression artérielle, transmission de l'influx nerveux, fonctions hormonales, activité enzymatique, renouvellement cellulaire.

- **Ils offrent aussi un apport en protéines de qualité**, dont la valeur biologique est comparable à celle des protéines de la viande
- **La vitamine B12 est indispensable à l'organisme.**

Elle intervient dans la croissance, la division cellulaire, l'équilibre du système nerveux, la synthèse des protéines, la formation des globules rouges, le métabolisme des glucides et des lipides... Les viandes et les poissons constituant la première source de vitamine B12, les végétariens sont particulièrement exposés au risque de déficience. La consommation régulière de produits laitiers offrant de bonnes teneurs en vitamine B12 permet d'assurer une meilleure couverture des besoins de l'organisme.

- **Participent à la prévention de l'ostéoporose,**

Des maladies cardiovasculaires, du cancer du côlon et de l'obésité. En effet, les produits laitiers semblent jouer un rôle dans la gestion du surpoids et dans l'apparition du syndrome métabolique. Des études épidémiologiques indiquent que la consommation de 3 produits laitiers par jour est associée à une diminution de l'incidence du syndrome métabolique de l'ordre de 30 %.

- **Effet hypocholestérolémiant :**

Le taux élevé de cholestérol dans le plasma est souvent associé à l'apparition de maladies cardio-vasculaires. L'effet des bactéries lactique sur le métabolisme du cholestérol est controversé. Plusieurs études rapportent que le taux de cholestérol sérique diminue suite à la consommation de produits laitiers fermentés, malgré un apport

alimentaire en cholestérol. L'une des hypothèses proposées, pour expliquer cette diminution est l'absorption du cholestérol par les bactéries lactiques (**Drouault et Corthier, 2001**).

- **Stimulation du système immunitaire :**

Les bactéries lactiques présentent une action stimulante sur le système immunitaire de l'hôte en agissant sur les cellules impliquées dans l'immunité spécifique ou non spécifique (**Marteau et al., 1994**).

- De plus, les bactéries lactiques (ou ferments lactiques) auraient des effets bénéfiques sur la santé intestinale.

Elles favoriseraient de plus la digestion du lactose. Plusieurs études suggèrent que les individus souffrant d'intolérance au lactose toléreraient mieux le yaourt que le lait.

Le yaourt reste, un produit couramment recommandé par les médecins et les pharmaciens lors d'un traitement antibiotique afin de reconstituer la flore intestinale et éviter les diarrhées médicamenteuses.

Chapitre II

Poudre des pépins de raisin



II.1. Présentation :

Le terme « **raisin** » est apparu dans la langue française en 1200 sous la forme première de « resin ». Il dérive du latin populaire *racimus*, qui signifie « grappe de baies ».

Le raisin est le fruit de l'énergie par excellence car il contient de nombreux sucres facilement assimilables (glucose et fructose), des vitamines C et B, des sels minéraux et des oligo-éléments tels le calcium, le potassium, le fer ou encore le magnésium. Puisqu'il possède tout ce que la nature a de meilleur à nous donner, les bienfaits du raisin ne sont plus à prouver. Le raisin blanc et le raisin noir ont d'autres bienfaits : un rôle très bénéfique sur le fonctionnement du système nerveux et musculaire.

Fruit du tonus, le raisin est indiqué pour tous ceux dont les besoins énergétiques sont importants, comme les enfants en pleine croissance ou les sportifs. En cure, à l'automne, les bienfaits du raisin blanc et du raisin noir permettent ainsi de mieux résister à tous les petits maux de l'hiver.

Le raisin est l'un des fruits les plus riches en glucides avec la figue fraîche et la banane

▪ **Raisin noir :**

Très riche en polyphénols, puissants antioxydants, le raisin possède des vertus protectrices qui agissent à différents niveaux. Il protège le système cardio-vasculaire en freinant son vieillissement, il limite la formation du mauvais cholestérol, et améliore la résistance des vaisseaux sanguins.

Si le raisin est bon pour la santé, c'est notamment à cause des polyphénols qui sont présents en plus grande quantité dans le **raisin noir** principalement dans les pépins.

Lorsque nous mangeons ce fruit si bénéfique qu'est le raisin, **nous avons tendance à jeter les pépins et à ne consommer que la chair.**

Cependant, il faut savoir que les pépins sont plus nutritifs que le fruit en lui-même. Ils sont tout petits, mais contiennent de grandes propriétés.

Les pépins de raisin font partie des aliments les plus bienfaisants qui existent.

Ils nous permettent de prendre soin de notre santé et de notre beauté, de guérir différentes maladies, de perdre du poids, etc.

II.2. Spécifications du produit :

Nom du produit : polyphénols de raisin

Nom botanique : *Vitis vinifera*

Description :

Concentré d'extrait polyphénolique obtenu par macération des pépins de raisin frais

- **Aspect:** marron clair
- **Odeur:** Caractéristique
- **Stabilité thermique des polyphénols:** il doit être préservé dans un endroit sec et frais couvert et protégé de tout contact avec l'air et de la lumière pour éviter son oxydation.
- **solubilité:** soluble dans des solutions aqueuses et hydroalcooliques

Analyses	Spécification	Unités	méthodes
%polyphénols	>80	g/100g	Folin–Ciocalteu
Monomères/OPC	>6	g/100g	HPLC/ (int zones)
Proanthocyanidines	>45	g/100g	Phloroglucinol

Microbiologie

Aérobies mésophile	<10	ufc/g	PNT-M-001
Levures et moisissures	<10	ufc/g	PNT-M-002
E. coli	<10	ufc/g	PNT-M-004
Salmonella spp	Absence	(abs/prés)/25g	PNT-M-009-D
Aflatoxines	<1	ppd	PNT-Q-122
Pesticides	Absence	mg/kg	
Sulfites	<10	ppm	(E-220)
Plomb/mercure / cadmium	<1	Ppm	ASS

II.3. Donnés de sécurité :**II.3.1-Identification de la préparation et de fabricant :**

Produit : extrait polyphénolique de pépin de raisin

Fabricant : output trade s.l

Provenance : Ronda fort roig.num 13 17007 Girona, Espagne.

Téléphone : 93 490 33 10 fax : 933398263

Téléphone d'urgence : contacter avec son hôpital local (département de désintoxication)

II.3.2-Composition/information sur les ingrédients :

-Extrait atomisée de pépin de raisin

-Additif : aucun

-les pépins représentent 3 à 6 % du poids total du raisin, voici la composition grossière, pour cents grammes :

- Eau : 25 à 45 g ;
- Matières glucidiques : 34 à 36 g ;
- Huile : 13 à 20 g ;
- Tanin : 4 à 6 g ;
- Matières minérales : 2 à 4 g ;
- Acides gras : 1 g.

II.3.3-Identification des risques :

-Les risques les plus importants pour l'homme et son environnement :

Aucun n'est connu

II.3.4-Premiers secours :

En cas de contact avec les yeux laver immédiatement avec des gouttes pour les yeux en cas d'ingestion accidentel consulter un médecin.

II.3.5-Mesures à prendre en cas d'incendie :

Normalement non inflammable mais en condition de chaleur extrême consommé toutes les mesures standard (habituelles) pour lutter contre le feu : l'eau, l'eau pulvériser, CO2

II.3.6-Mesures en cas de fuite accidentelle :

-En poussières (poudre) : nettoyer/ balayer (purifier)

-En solution : dilué avec beaucoup d'eau et jeter aux égaux.

II.3.7-Manipulation et stockage :

-Stocker dans un lieu frais et sec utiliser les moyens de manipulation adaptée pour minimiser les libérations de poussières

II.3.8-Contrôle d'exposition/protection personnels :

-Les lunettes de protection son nécessaire si les méthodes de manipulation causent l'émission de poussières ou projections (liquide).

-Pour de bonnes mesures d'hygiène utiliser des gants imperméables, vêtements appropriés lors de l'utilisation du produit afin d'éviter tout contact prolongé avec la peau.

II.3.9- Les propriétés physiques et chimiques :

- **Aspect:** poudre de couleur marron (brun).

- **Odeur:** Caractéristique.

- **Soluble dans l'eau:** si

-**pH :** non applicable

- **Densité apparente :** 0.35g/ml

II.3.10- La stabilité et la réactivité :

Stable en conditions normales d'utilisation.

II.3.11- Informations sur la toxicité :

-Les effets sur la santé sont limités à une irritation des yeux et de l'aggravation des troubles pulmonaires qui existent en cas d'inhalation excessive (poudre)

- Le produit ne provoque aucun effet chronique connu comme: effets mutagènes sensibilisation cancérigènes qui inhibent la fertilité.

Il a mis en évidence l'effet inhibiteur sur la mutagenèse Tanin.

II.3.12- Informations sur l'effet écologique :

-Sous sa forme de produit commercial est un extrait végétal naturel constitué principalement de polyphénols naturels riches en tannins.

-Le produit est biodégradable et ne s'accumule pas dans le sol

- Aucune toxicité pour le milieu aquatique.

II.3.13- Elimination :

Dans sa forme initiale, le produit a une importance de la demande chimique en oxygène et doit être dilué soigneusement avant de verser dans les égouts ou les cours d'eau.

II.3.14- Informations relatives au transport :

Non classé comme substance dangereuse pour la préparation.

II.3.15- informations réglementaires :

-Le produit est considéré comme un complément alimentaire.

II.3.16- Informations supplémentaires:

Les informations figurant sur cette fiche de données de sécurité sont considérés comme véridiques et exacts. Cependant, l'exactitude et l'exhaustivité de ces informations ainsi que toutes les réglementations sont donnés sans garanties. Les conditions d'utilisation étant hors du contrôle de notre opérateur de la société, à l'utilisateur de déterminer les Conditions d'utilisation en toute sécurité de cette préparation.

II.4. Les atouts de la poudre des pépins de raisin :

Le raisin est un fruit noble dont maintenant sa culture est répandue sur tout le territoire Algérien. Il est utilisés pour divers usages notamment pour : la fabrication du vin, comme produit de table, huile végétale riche en oméga 6. Ces dernières années, on le trouve aussi introduit dans des yaourts. De ce fait l'idée de valorisé le pépin de raisin qui semble un déchet a vu le jour chez les producteur de yaourt à base de complément qui est la poudre des pépins de raisin.

Les pépins de raisin pourraient bien avoir de nombreuses vertus thérapeutiques, nombre d'entre elles ayant d'ailleurs été constatées scientifiquement lors d'études menées entre autres sur des animaux.

Les pépins que contiennent les grains de raisin permettent d'**élaborer une huile végétale sans cholestérol** à partir de leur pressage à froid. Elle est réputée pour sa richesse en oméga 6, des acides gras essentiels. On y trouve des phytonutriments, des hydrates de carbone, des vitamines, des minéraux, des lipides et des protéines.

La principale caractéristique du pépin de raisin est d'afficher un **taux non négligeable de resvératrol aux vertus antioxydantes et anti-inflammatoires**.

C'est à différents niveaux que le pépin de raisin pourrait agir sur l'organisme, voici les vertus thérapeutiques qu'on lui prête :

- Il est actif contre certains cancers (notamment le cancer de la peau) car il combat les radicaux libres et atténue les méfaits des UV sur la peau.

- Il est bénéfique pour maintenir les capacités cognitives car il est susceptible de limiter la formation de plaques cérébrales que l'on retrouve, par exemple, chez les patients souffrant de la maladie d'Alzheimer.
- Le pépin de raisin a une action favorable pour les personnes présentant une dégénérescence musculaire : les pépins de raisin améliorent l'irrigation de la rétine.
- Il favorise la cicatrisation de plaies dermiques lorsqu'il est utilisé en application cutanée.
- Il se montre efficace en cas d'athérosclérose, il permet de faire baisser la tension artérielle, protège les vaisseaux sanguins et favorise la circulation du sang.
- Il aide également à lutter contre le syndrome métabolique, celui-ci entraînant obésité, résistance à l'insuline, excès de LDL (mauvais cholestérol), maladies cardiovasculaires.
- Le pépin de raisin aurait une action antioxydante supérieure à celle du bêta-carotène et des vitamines C et E.
- Il réduit le vieillissement cutané et maintient la beauté des cheveux.
- On peut d'autre part **bénéficier des vertus des pépins de raisin en le prenant comme un complément alimentaire** : l'extrait de pépins de raisin est commercialisé par exemple sous forme de comprimés.



Partie expérimentale

Chapitre III

Matériels et Méthodes

▪ **Présentation de l'organisme d'accueil :**

De création relativement récente 2003 la laiterie LA MATINALE est une SARL implantée à la sortie Est de TIZI-OUZOU sur une surface de 6000 m², dont 1000 m² sont couvertes, elle comprend un effectif de 82 personnes assurant le fonctionnement de l'unité 24h/24h avec une capacité de production totale qui peut atteindre les 90 000 L/jour pour satisfaire la demande de plus en plus sur les produits laitiers.

elle est spécialisée dans la fabrication et la commercialisation d'une gamme variée de produits dont : lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé à 1.5 % de matières grasses, lait de vache pasteurisé à 2.8%, l'ben à base de poudre de lait (26% et 0% MG), l'ben a base de lait de vache, raïb a base de poudre de lait, raïb a base de lait de vache et des yaourts avec différents arômes (vanille, fraise, fruits des bois, pêche-abricot et ananas récemment ajouté à leurs gamme).

Les produits laitiers fabriqués par LA MATINALE sont destinés à la consommation humaine, à froid pour le l'ben le raïb et réchauffé pour les différents laits pasteurisés. Ces produits peuvent être consommés par toutes les catégories de personnes. Ils sont particulièrement recommandés aux enfants, aux jeunes, aux femmes enceintes et aux personnes âgées. Ses produit son livrer à travers tout le territoire national.

La MATINALE de Tizi-Ouzou a mis en œuvre en **2013** la méthode **HACCP** (Hazard Analysis Critical Control Point ou points de control critique pour l'analyse des dangers), cette dernière respectes les exigences du codex alimentarius, notamment celles énoncées dans « le code d'usage international recommandé – principe généraux d'hygiènes alimentaire (**CAC/RCP1-1969, Rev.4 -2003**) et son annexe relative à l'analyse des dangers – points critiques pour leur maîtrise (**HACCP**)et lignes directrices pour son application », ainsi qu'elle respecte les textes légaux et réglementaire Nationaux.

Dans ce cadre, la direction s'est engagée à mettre en œuvre tous les moyens nécessaire afin d'assurer la conformité aux exigences légales de sécurité alimentaire et aux autres prescriptions légales. Elle s'engage aussi à utiliser un personnel compétent formé pour le travail du lait et des produits laitiers, et des équipements et une infrastructure adéquate et conformes à la législation en vigueur. La matinale a déjà mis en place une équipe chargée de mettre en place et d'entretenir le système de gestion de la sécurité alimentaire. Elle s'engage à permettre l'exécution des contrôles des points critiques définis

lors de l'étude HACCP et à mettre en place l'action corrective résultant de contrôles ayant montré un déplacement des limites définies dans cette même étude.

La matinale a procédé à un diagnostic, dégagé des recommandations et un plan d'action dans le but de faciliter la mise en œuvre de la démarche HACCP. Elle a ensuite installé son équipe HACCP. Les BPH et BPF (bonnes pratiques d'hygiène, bonnes pratiques de fabrication) et les instructions y afférentes sont mises en place. Les procédures et instructions sont validées par l'équipe HACCP, ce qui permettra à cette dernière de mettre en place un plan HACCP efficace.

L'organigramme de la SARL «**LA MATINALE**» où notre stage a été réalisé est illustré dans la figure N° 04.

▪ Objectif du travail :

L'intérêt de notre étude est de voir la possibilité d'incorporation de la poudre de pépin de raisin dans la préparation du yaourt et évaluer les propriétés physico-chimique, microbiologique et sensorielle de yaourt obtenu.

▪ Démarches expérimentales :

La partie expérimentale est réalisée en 5 étapes :

1-Analyses physico-chimique et microbiologique des matières premières (poudre de lait la 0% et la 26%, l'eau, le sucre, l'arôme, la poudre des pépins de raisin).

2-Préparation du yaourt on ajoutant la poudre des pépins de raisin avec de différentes concentrations (0.1% ,0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%), à fin d'estimer la meilleure concentration.

3-Détermination de caractérisation physico-chimique et microbiologique des yaourts obtenus.

4-Réalisation d'un test de dégustation pour déterminer l'acceptabilité de nos produit par le consommateur, et s'ils peuvent rivaliser avec les produits de marché.

5-Enfin, évaluation de prix de produit obtenu.

III.1. Matériels :**III.1.1. Matières premières :****❖ Lait en poudre :**

C'est un mélange de deux poudres de lait (poudre de lait écrémé 0% MG, et la poudre de lait entier 26% MG), importer des pays d'Europe.

❖ L'eau :

Eau traiter par la javellisation, la filtration et la stérilisation a la lumière UV.

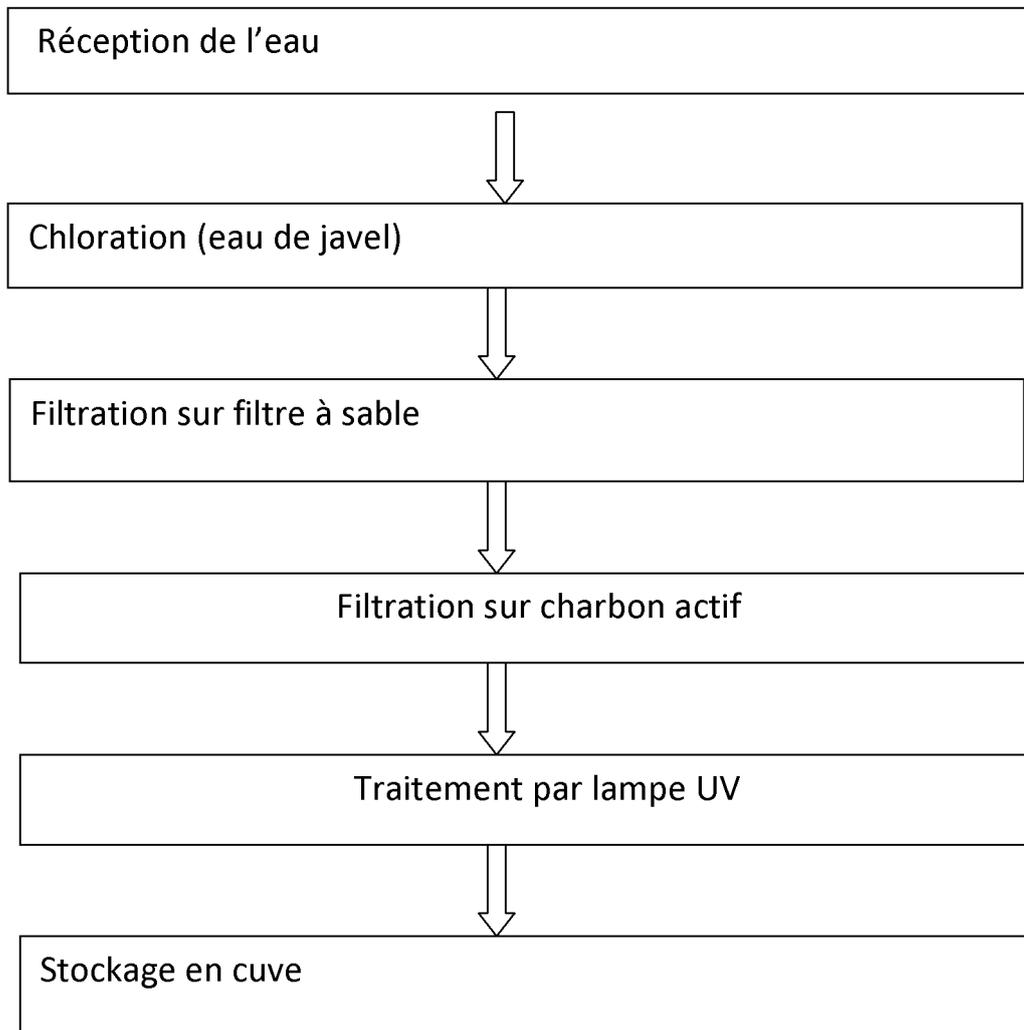


Figure N°05: Diagramme de traitement de l'eau.

❖ **Le sucre :** utilisé est de saccharose (sucre blanc sous forme de grain) de la marque Civitale. Il est ajouté avant le traitement thermique et l'homogénéisation.

❖ **Les ferments :**

Les cultures thermophiles utilisés pour la fabrication du yaourt sont représentés par *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus Bulgaricus* à l'état lyophilisé, de couleur blanc cassé à légèrement rouge ou brun sous forme granulat.

❖ **L'arôme** : est sous forme liquide importer de l'Allemagne, ajouté avant la fermentation. Celui de notre expérience est de saveur vanille.

❖ **Poudre des pépins de raisin** : utilisée c'est un extrait atomisé (déshydraté) des pépins de raisin

III.1.2.Appareillage utilisés au laboratoire de MATINALE :

Le matériel utilisé (appareils, petits matériels) pour nos différentes analyses est représenté dans l'**annexe 1**

III.1.3.Produits chimiques et réactifs :

Les réactifs et les milieux de cultures sont représentés dans l'**annexe 2**

III.1.4. Diagramme de fabrication du yaourt brassé MATINALE :

III.1.4.1. Réception et stockage des matières premières :

La matière première utilisée est obtenue à partir du mélange de deux poudres de lait (poudre de lait écrémé 0% MG, et la poudre de lait entier 26% MG), ainsi que le sucre conditionnés dans des sacs de 25 Kg ou 50 Kg en plastique couverts de papier, ces matières premières sont acheminées par des camions à l'unité, réceptionnées, puis stockées en superposition sur des palettes dans un hangar.

III.1.4.2. Procédure de reconstitution :

Les matières premières (poudre de lait écrémée, poudre de lait entier et sucre) sont déstockées et acheminées vers la laiterie où se trouve la salle de reconstitution.

Un ouvrier chargé de l'ouverture des sacs manuellement avec un couteau et de leurs versement dans un tri blinder tout en respectant les doses nécessaires de chacun. L'eau arrive tangentiellement dans la turbine et entraîne la poudre vers le tank de reconstitution, permettant une meilleure dissolution et une bonne mouillabilité de la poudre. Au niveau du tank de reconstitution, le mélange (poudre-eau) subit une agitation dans un circuit fermé durant 20 à 30 min afin d'assurer une bonne homogénéité.



III.1.4.3. Homogénéisation :

Après passage par les filtres le mélange est acheminé par la tuyauterie dans la cuve de reconstitution munie d'un agitateur afin de bien homogénéiser le mélange qui va être stocké. Cette étape permet la réhydratation du mélange.

**III.1.4.4. La pasteurisation :**

Le mélange réhydraté est entraîné vers le pasteurisateur. La pasteurisation est réalisée suivant le barème suivant 90 °C pendant 8 secondes. À la sortie du pasteurisateur le lait sort à une température de 42 à 45°C.



III.1.4.5. Fermentation en cuve :

A la sortie du pasteurisateur, le lait est refroidi à 4 – 6°C puis acheminé vers une cuve de stockage et maintenu à la même température, par la suite le lait est transféré vers l'atelier de fabrication du yaourt à travers la tuyauterie par poussée (avec l'eau).

A ce stade, il y'aura ajout d'ingrédients tel que les arômes et l'ensemencement avec des ferments thermophiles. Le laitensemencé est maintenu en cuve 3 à 6h à 42-45°C (selon l'activité des ferments) jusqu'à obtention de l'acidité voulu. La maturation permet une modification sollicitée au niveau de la texture, du goût et de la composition, et elle est assurée par l'ensemencement du ferment lactique directement dans les tanks de maturation.

**III.1.4.6. Brassage du coagulum et refroidissement :**

Une fois la fermentation est achevée on procède par la suite au découpage et au brassage du caillé pour le rendre onctueux, ce traitement ce fait par précautions pour ne pas induire des transformations indésirables.

Le mélange est pompé à la destination d'un échangeur à plaque ou il sera refroidi à $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$, il passe ensuite à travers d'un filtre pour éliminer tous les grumeaux formés durant la fermentation.

Ces trois étapes (pompage, filtration, refroidissement) ont pour but de brasser le produit et le stocké dans les tanks tampons jusqu'à son soutirage pour le conditionnement.

III.1.4.7. Conditionnement et mise en bouteilles :

Le conditionnement ce fait par une machine fermée qui fait tourner les bouteilles et les remplir, les bouteilles une fois pleines, passe sous une lampe UV pour la stérilisation.

Ensuite, des opercules couvrant les bouteilles sont déposés et une pression avec température est appliquée pour assurer le scellage de ceux-ci. A la sortie de la conditionneuse les bouteille sont datées et mise en caisses.

III.1.4.8. Commercialisation :

Préparés selon une technologie rigoureuse et dans des conditions hygiéniques strictes le produit va être transférer vers la chambre froide maintenu à une température ne dépassant pas 4°C. Ce produit peut se conserver environ 3 semaines jusqu'à la vente aux consommateurs. Les distributeurs sont dotés des camions frigorifiques pour assurer le maintien de la chaine du froid

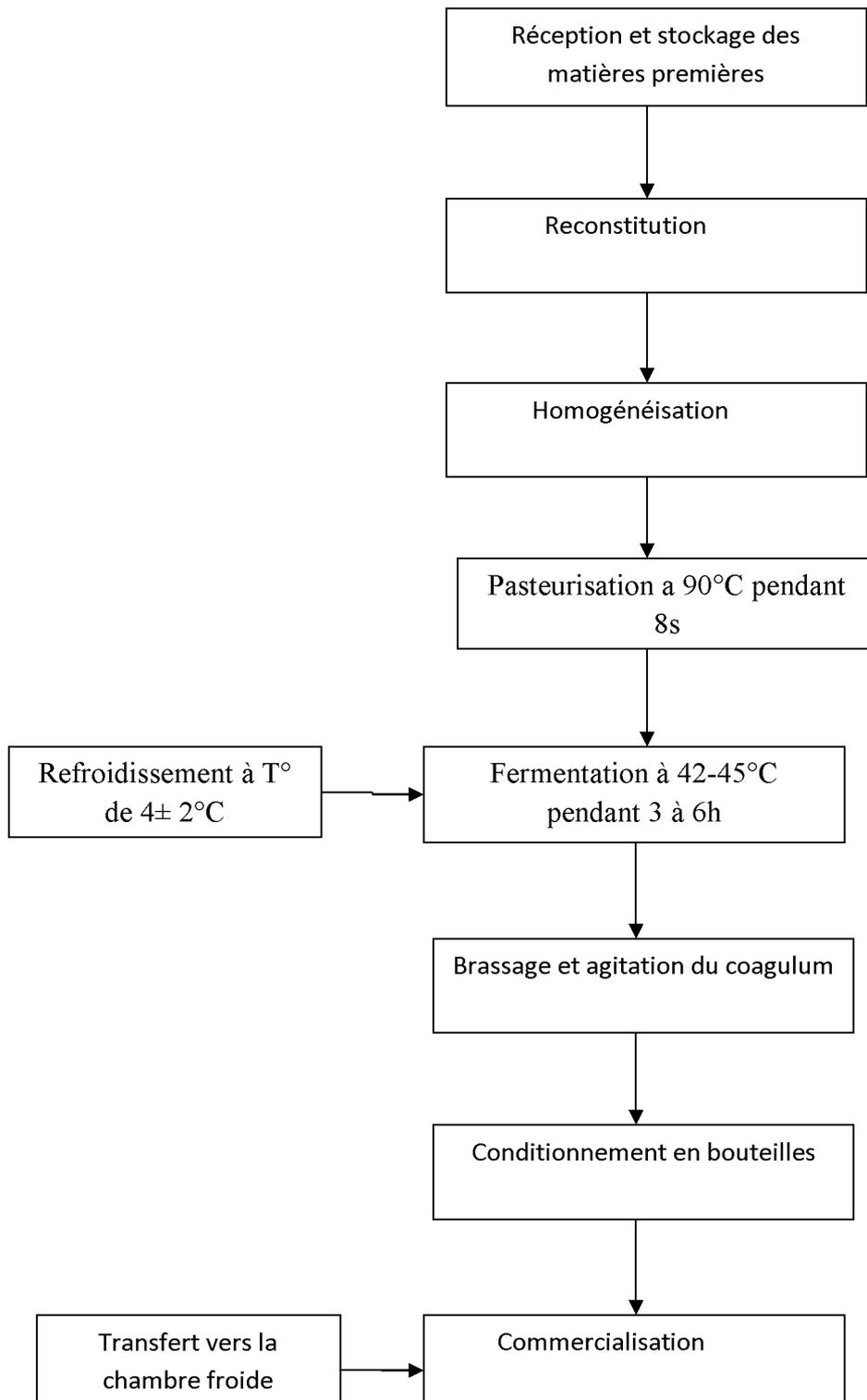


Figure N° 06 : Diagramme de fabrication de la laiterie MATINALE

III.2.Méthodes d'analyses :

Des analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles ont été réalisées afin de contrôler la qualité des matières premières destinées à la fabrication du yaourt, ainsi que les produits finis obtenus. Nous avons effectué ses analyses au niveau du laboratoire de physicochimie et de microbiologie de la laiterie «LA MATINALE».

Le prélèvement d'un échantillon est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif, et obtenu sans modifier les caractéristiques de ce dernier.

Le prélèvement des différents échantillons se fait par la méthode suivante :

- Pour la poudre de lait et le sucre c'est la même méthode ; le prélèvement se fait à partir des sacs à l'aide d'une louche rincer avec de l'eau distiller sur place et bien essuyer avec du papier absorbant, puis verser la dose voulue a l'intérieure d'un sac stérile et le refermer pour éviter toute contamination.
- La poudre des pépins de raisin se fait à l'aide d'une spatule bien stérile.
- Le prélèvement à partir d'un robinet, il est indispensable d'attendre que l'eau en stagnation soit éliminée. En pratique, il convient d'ouvrir le robinet à débit maximum pendant 5 à 10 secondes puis de le ramener à un débit moyen pendant 2 minutes pour ensuite remplir la bouteille sans la refermer.
- Pour l'analyse bactériologique, on doit se laver très soigneusement les mains et les avant-bras, les rincer à l'alcool, laisser sécher, faire flamber le robinet, laisser couler 3à 5 minutes avant de faire le prélèvement. Ensuite faire flamber rapidement le bord du flacon, une fois rempli, le flacon doit être de nouveau flambé au niveau du goulot pour le renfermer. **(RODIER J., 1996)**
- Le prélèvement des échantillons du yaourt aromatisé se fait on prenant au hasard des échantillons à partir de différents lots.

III.2.1.Méthodes d'analyses physico-chimiques

➤ Pour la poudre des pépins de raisin

- Aspect :

À examiner par une simple analyse visuelle :

- Couleur dominante du produit
- Homogénéité de l'aspect : Aspect uniforme à la surface du yaourt
- Lisse : Evaluer la présence de grumeaux ou d'une poudre fine.

- Odeur :

L'odeur a été évaluée par une simple sensation.

- Solubilité :

La solubilité est la quantité (exprimée en (g) ou bien en (mole) par (litre) ou par (kg) de solvant) de composé que l'on cherche à dissoudre dans un solvant donné.

Dans ce même principe nous avons effectués un simple test dont nous avons préparé un bécher contenant une masse de la substance à examiner qui correspond à la poudre des pépins de raisin ; Ce test est effectué dans l'eau.

- pH : non applicable

- Densité :

Ce paramètre a été relevé de la fiche des données de sécurité des pépins de raisin

➤ Pour la matière première (poudre de lait 0% et 26%)

- Mesure du pH :

Le principe consiste à la mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence réunies en un système d'électrodes combiné (technique potentiométrique).

Le pH est déterminé directement en utilisant un pH/mètre électronique et ce après avoir plongé l'électrode dans un bêcheur contenant une suspension de poudre de lait à analyser (solution à 10% de poudre de lait dans de l'eau déminéralisée). La valeur affichée sur l'appareil à 20°C est le pH du produit. (**Voir annexe 3**).

- Détermination de l'acidité titrable :

L'acidité titrable du lait ou du produit laitier est la quantité d'acide lactique libérée par transformation de lactose en acide lactique en présence de bactéries lactiques.

Le principe est basé sur le titrage de l'acide lactique par une solution alcaline (NaOH:N/9) en présence d'un indicateur de couleur qui est la phénolphtaléine indiquant la limite de neutralisation par changement de couleur (**voir annexe 4**). Le résultat est exprimé en degré Dornic : **1°D correspond à 0.1 g d'acide lactique dans un litre de lait.**

- **Détermination de la densité :**

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau. (**pointurier,2003**).

Elle se détermine en moyen d'un aéromètre spécialement adapté que l'on appelle thermo-lactodensimètre ; muni d'une échelle de densité graduée de 1020 à 1038 et d'un thermomètre. (**voir annexe 5**).

- **Détermination de la teneur en matière grasse (MG) : (*Methode acido-butyrométrique de GERBER*).**

C'est une technique conventionnelle qui, lorsqu'elle est appliquée à un lait, donne une teneur en matières grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100ml de lait.

Consiste à doser la teneur en matières grasse par l'acide sulfurique, sous l'influence de la force centrifuge et grasse à l'ajout de l'alcool isoamylique (la matière grasse se sépare des autres constituants). (**Voir annexe 6**).

- **Détermination de l'extrait sec total (EST) :**

L'extrait sec total (EST) est le taux (quantité) de la matière sèche contenue dans un litre du produit obtenue après dessiccation de celui-ci. (**Voir annexe 7**).



- **Détermination de l'extrait sec dégraissé : (AFNOR, 1986)**

L'extrait sec dégraissé est l'extrait sec total privé de la matière grasse.

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

- **Test d'antibiotiques :**

C'est un test rapide qui permet de détecter simultanément en une seule opération la présence des résidus de deux familles d'antibiotiques, la β lactanine et la tetracycline dans un échantillon de lait. **(Voir annexe 8).**

➤ **Pour l'eau :**

- **Mesure du pH :**

La mesure du pH est effectuée par un pH-mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.

- **Conductivité :**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargé électriquement. Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre à électrodes constituées de deux lames carrées de 1 cm de côté en platine. On émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser. **(Voir annexe 9).**

- **Dosage de chlore:**

Le risque de trouvé du chlore libre dans les eaux de surface est très limités dans la mesure où cette molécule est très réactive. Le chlore libre peut se combiner à des substances organique pour former des formes halogénées (chloroformes,...). Une quantité d'eau suffisantes dans un flacon spéciale qui vient avec l'appareille mesurant le chlore et on lit directement sur l'appareille.

- **Titre alcalimétrique (TA) :**

La mesure de TA permet de déterminer la teneur en carbonate. Cette mesure est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minérale dilué en présence d'un indicateur coloré (phénol phtaléine «pp»). **(Voir annexe 10).**

- **Titre hydrométrique (TH) Dosage de la dureté total (Titre hydrométrique TH):**

C'est la détermination de la dureté de l'eau qui est due essentiellement aux ions Ca^{++} et Mg^{++} . Cette méthode consiste au titrage des ions de calcium et de magnésium en présence d'un indicateur coloré le noir eriochromate. (**Voire annexe 11**).

➤ **Pour le sucre :**

L'échelle de Brix sert à mesurer en **degrés Brix (°B ou °Bx)** la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble. Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré.

L'appareil utilisé pour la mesure est un réfractomètre.

Le réfractomètre utilise un faisceau de lumière polarisé qui est dévié différemment suivant la nature du milieu dans lequel il se propage. Suivant la teneur de la dose de sucre, la déviation de la lumière par l'échantillon varie et indique par une délimitation colorée (dans le cas d'un réfractomètre non électronique) le degré Brix.

Dans ce même principe nous avons dissous de différentes concentrations de sucre (5g, 10g, 20g) dans 100ml d'eau physiologique.

➤ **Pour l'arôme :**

Le pH est mesuré selon le même protocole suivi pour la poudre de lait.

- **La conductivité :**

Prendre un échantillon de l'arôme dans un bécher propre ; introduire l'électrode du conductimètre dans l'arôme jusqu'à ses orifices, et tapoter l'électrode jusqu'à ce que la lecture soit stable ; le résultat est lu directement sur l'afficheur, il est exprimé en micro siemens/cm.

➤ **Pour le produit fini (yaourt aromatisé + ppr) :**

Pour chaque paramètre analysé on n'a effectués trois répétitions.

- **Mesure du pH :**

La mesure du pH nous renseigne sur le degré de fraîcheur du produit, elle nous permet aussi de suivre la croissance des bactéries lactiques dans leur milieu de culture (**De Marigny et al., 1994**).Après étalonnage dans des solutions tampons (pH 7), l'électrode du

pH-mètre est plongée dans le yaourt contenu dans un bécher. La valeur du pH est obtenue de la même manière que précédemment par simple lecture sur l'écran du pH-mètre préalablement étalonné et à une température de 20°C.

- **Détermination de l'acidité :**

L'acidité totale représente la somme des acides organiques et minéraux ; elle est exprimée en fonction de l'acide dominant, cette mesure est importante dans l'évaluation de la saveur des aliments. **(De Marigny et al., 19994). (Voir annexe 12).**

- **Détermination du taux de sucre :**

Le dosage des sucres présent dans un yaourt est déterminé à l'aide d'un réfractomètre qui mesure l'angle limite de réfraction et qui déduit ensuite l'indice de réfraction du yaourt.

- **Mesure de l'extrait sec total (EST) :**

L'EST du yaourt est obtenu de la même manière que celui effectué sur la poudre de lait.

III.2.2. Méthodes d'analyse microbiologique :

III.2.2.1. Présentation de la qualité microbiologique :

Les analyses microbiologiques sont indispensables voire obligatoires pour apprécier la qualité microbiologique d'un produit alimentaire.

La maîtrise de la qualité microbiologique (hygiénique obligatoire et marchande souhaitée par le fabricant mais aussi le consommateur) passe par un ensemble de démarches qui vont du contrôle des matières premières brutes, en cours de transformation ou de l'aliment fini, aux bonnes pratiques de fabrications en passant par l'identification des principaux points critiques du système de production /Distribution, le plus souvent par une démarche HACCP.

III.2.2.2. Objectif du contrôle microbiologique :

Ces analyses permettent de détecter les microorganismes existant dans les produits alimentaires notamment les pathogènes afin de garantir pour le consommateur, une sécurité hygiénique et un niveau appréciable de qualité organoleptique. Ces analyses se font toujours dans de meilleures conditions d'asepsie **(Bosgiraud, 2003)**. Dans ce cas, la mise en évidence d'une bactérie végétative serait une preuve d'une mauvaise qualité de la matière première.

III.2.2.3. Analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques réalisées sur nos échantillons de yaourt correspondent à la recherche et au dénombrement des germes représentés dans le tableau suivant :

Tableau N04 : Représentation simplifiée des germes recherchés.

Germes recherchés	Milieux Utilisés	Type d'ensemencement	T°C d'incubation	Durée d'incubation
Coliformes Totaux	VRBL	En profondeur	37°C	24h
Coliformes Fécaux	VRBL	En profondeur	44°C	24h
Staphylococcus aureus	Baird Parker	En surface	37°C	24 /48h
Salmonelles	SFB	En surface	37°C	72h
Levures et moisissures	OGA	En surface	25°C	3 à 5 jours
Germe aérobie mésophile	PCA	En profondeur	30 °C 22 et 37 °C	72 h

- **préparation de la suspension mère :**

Prendre 25g de la matière à analyser, les introduire dans 225ml d'eau physiologique, cet dernière ne doit pas induire de variation quantitative dans la flore microbienne présente, elle doit assurer la survie de tous les microorganismes sans favoriser leur multiplications (**Bourgois et al., 1990**). Cette suspension est homogénéisé et constitue la suspension mère (SM) qui correspond à la dilution 1 /10.

Pour l'eau puisqu'elle est liquide, nous l'avons considéré elle-même comme solution mère.

- **Préparation des dilutions décimales :**

En vue de faciliter le dénombrement ; les dilutions décimales sont effectuées (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , voire parfois jusqu'à 10^{-5}), on procède comme suite :

Les manipulations se font dans des zones stériles près du bec benzène, ou dans une hôte microbiologique.

-A l'aide d'une pipette de 10ml, on prélève 9ml d'eau physiologique que l'on introduit dans une série de 5 tubes stériles.

-Puis on prélève aseptiquement 1ml du produit à analyser (yaourt), que l'on introduit dans le premier tube contenant 9ml d'eau physiologique, et on obtient la dilution de 1 /10 ou 10^{-1} .

-On procède de la même manière jusqu'à obtention de la dilution 10^{-5} ; puis on ensemence sur les différents milieux de culture.

- **Microorganismes recherchés :**

- **Recherche et dénombrement des coliformes Totaux (CT) et coliformes Fécaux (CF) (J.O.R.A) : (Poudre de lait la 0% et la 26% ,ppr, l'eau, sucre, produit fini).**

Les coliformes sont des entérobactéries fermentant le lactose (avec production de gaz) à 30°C. Les bactéries correspondantes appartiennent aux genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Enterobacter*. On entend par le terme coliformes thermotolérants (ou coliforme fécaux), l'ensemble des coliformes fermentant le lactose (avec production de gaz) à 44°C. (Joffin C. et Joffin J.N. 1999).

Selon la définition **ISO**, les coliformes sont des bacilles à gram-, non sporulés, oxydase, aérobies ou anaérobies facultatives, leur présence dans les aliments traduit une contamination fécale par le manque d'hygiène (**Bourgeois et al., 1996**).

Les coliformes présentent des risques d'infection pour le consommateur et ils ont des conséquences technologiques négatives : fermentation des sucres avec production de gaz, d'acide et d'autres substances visqueuses à saveur souvent désagréable. C'est pour cela qu'on devrait s'assurer que leur nombre dans le produit alimentaire ne dépasse pas les normes.

Le dénombrement des coliformes Totaux (CT) et coliformes Fécaux (CF) peut s'effectuer soit par colimétrie (milieu liquide sur bouillon lactosé bilié au vert brillant), soit sur milieu solide : VRBL ou Gélose désoxycholatée lactosée 1‰ renfermant une faible teneur en sels biliaries et en citrate suffisante pour inhiber la croissance de la majeure partie de la flore Gram⁺ tout en préservant le développement des coliformes (**Joffin et Leyral, 2001**). (Voir annexe 13).

- **Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* (J.O.R.A, 1998) : (produit fini ; yaourt avec ppr).**

Les staphylocoques appartiennent à la famille des micrococcaceae, ce sont des microorganismes de forme sphérique à ovoïde se divisant en plusieurs plans et formant des paquets et des amas plus ou moins régulier, ils sont immobiles, à Gram positif, aéro-anaérobies facultatifs, à coagulase et catalase positifs, non sporulés et leurs colonies sont souvent pigmentés (**Lébres, 2002**). C'est un germe mésophile dont la température optimale de croissance est entre 30 et 35°C et le pH optimal est entre 7 et 7,5.

Le pouvoir pathogène de staphylococcus aureus est dû à des toxines (hémolysines, leucocidines et entérotoxines) causant des intoxications alimentaires. Donc leur recherche permet de savoir si le produit alimentaire présente un risque ou non pour le consommateur (**Guiraud, 1998**).

La présence de staphylococcus dans le yaourt est la conséquence de négligences des mesures d'hygiène du manipulateur. En effet, ils sont très répandus dans la nature. Ce sont des commensaux excréments fréquents dans la peau et des cavités naturelles de l'homme et des animaux. (**Pilet et al., 1978**). (Voir annexe 14).

- **Recherche et dénombrement des salmonelles (AFNOR, 1973) :(Poudre des pépins de raisin).**

Ce sont des bacilles a gram négatif, anaérobies facultatifs, habituellement mobiles grâce à des flagelles péritriches ; mais des mutations immobiles, non sporogènes, catalase positive, oxydase négative (**Multon, 1992 ; Bourgeois, 1996**). Leur température optimale de croissances est de 35/37°C mais peuvent supporter des variations importantes (inférieur à 10°C jusqu'à 45°C). Elles sont détruites à 72°C pendant 15 secondes dans le lait (**Bourgeois, 1996**).

Cependant, les salmonelles figurent parmi les bactéries responsables de toxico-infections alimentaires. Pour cela la norme n'exige aucune tolérance dans le produit (0 germes par gramme).

La recherche des salmonelles a pour but de voir si le produit est dangereux ou pas à la consommation car ce sont des bactéries pathogènes provoquant chez l'homme des gastroentérites (**Joffin, 1999**). La recherche des salmonelles se fait en trois étapes : pré-enrichissement, enrichissement et isolement.

Selon **Alais, (1984)**, leur présence dans le yaourt peut avoir des origines variées, les manipulateurs et principalement les eaux polluées. (**Voir annexe 15**).

- **Recherche et dénombrement des levures et moisissures (J.O.R.A, 1998) : (poudre de lait, sucre, produit fini).**

Les levures et moisissures sont des champignons microscopiques dont la présence dans les produits alimentaire n'est pas souhaitée. En effet, ils provoquent des accidents organoleptiques tels que : l'altération du goût, gonflement, la mauvaise présentation et la diminution de la durée de conservation des produits (**Guiraud et Galzy, 1980**).

a) Les levures :

Se présentent sous une forme unicellulaire, et se multiplient par bourgeonnement formant des spores d'origine sexuées (**Bourgeois et Mescle, 1988**). D'un point de vue hygiénique, il n'est pas nécessaire de rechercher des levures dans les produits alimentaires, par contre d'un point de vue technologique, elles peuvent causer des altérations importantes dans une fabrication rendant celle-ci incommercialisable (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

b) Moisissures :

Ce sont des micromycètes saprophytes, se développant au dépend du substrat inerte ou en voie de décomposition. Ce sont des champignons filamenteux (**Bourgeois et Mescle, 1988**). Certains d'entre eux sont toxigènes et libèrent dans l'aliment des mycotoxines qui représente un grave danger du point de vue sanitaire (**Guiraud et Galzy, 1980**).

Le dénombrement est réalisé sur le milieu gélose Sabouraud au chloramphénicol ou sur le milieu OGA à l'oxytétracycline, ces milieux permettent la croissance des levures et des moisissures. (**Voir annexe 16**).

- **Recherche et dénombrement de la flore totale aérobies mésophiles :**

La flore mésophiles aérobies totale correspond à un bon nombre de microorganismes qui se développe à T° ambiante. Le dénombrement permet d'évalué le nombre d'UFC (Unité formant colonie) visible à 30°C. (**Voir annexe 17**).

Ces analyses effectuées pour chaque ingrédient sont illustré dans les photos suivantes :



III.2.3. Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle peut être définie comme l'ensemble des méthodes permettant d'évaluer les caractéristiques d'un produit en faisant intervenir les organes de sens de l'être humain. Ces organes de sens sont classiquement regroupé en cinq modalités : la vision, le tactile, l'odorat, le gout et l'audition (**Danzart et Siermann, 2000**). L'analyse sensorielle demeure aujourd'hui une approche indispensable à l'évaluation de la qualité d'un produit

alimentaire. Etroitement associée à la caractérisation des propriétés physico-chimiques, elle peut être un outil d'aide à la maîtrise de la qualité et la formulation des produits transformés.

L'objectif :

L'objectif visé de cette analyse est de déterminer les propriétés organoleptiques de notre produit préparé avec de différentes doses (0.1%,0.2%,0.3%,0.4%,0.5%) et la préférence du consommateur. Au cours de ce test, nous nous sommes intéressés à l'aspect visuel, olfactifs et les sensations en bouches perçues lors de la consommation du produit à savoir : aspect, texture, couleur, goût, odeur, et arôme, taux de sucre.

Un yaourt est jugé sur sa saveur (goût, arôme), son acidité, sa consistance (épaisse, liquide), sa texture (absence de grumeaux), son homogénéité (absence de bulbes de gaz et exsudation de sérum), son apparence et sa couleur (MALONGA ,1985).

III.2.3.1. Propriétés organoleptiques étudiées :

Les caractères organoleptiques peuvent être décrits comme suit :

- ❖ **L'aspect :** ensemble des propriétés visibles d'une substance ou d'un objet (ISO 5492, 1992).
- ❖ **Texture :** ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit (ISO 5492, 1992). Les sensations qui se manifestent lors de cette perception sont celle de toucher et de kinesthésie. Elles sont perçues d'abord par l'intermédiaire de la main et en second lieu dans la bouche. (CHEFTEL H. et CHEFTEL J.C., 1980)
- ❖ **Couleur :** perception par l'organe de vision (l'œil), elle représente un aspect important et déterminant d'un produit, car elle contribue au choix du consommateur vis-à-vis des produits alimentaires qu'il consomme. La couleur d'un aliment peut être due aux constituants de ce dernier donc naturelle, ou des colorants alimentaires autorisés à additionnés.
- ❖ **L'odeur et l'arôme:** elles sont perceptibles par l'organe olfactif : l'odeur en flairant certaines substances volatiles, l'arôme par voie retro-nasales lors de la dégustation (AFNOR, 1992). Dans un produit alimentaire, de nombreux composés d'arômes sont présents, mais pour qu'ils participent à l'arôme du produit, il faut que leur quantité soit supérieure à leur seuil de perception. Ce seuil est défini comme la

quantité la plus basse de stimulus qui peut être perçue (**MARSHALL, 1987**) et varie d'un individu à l'autre.

Par ailleurs, de nombreuses notes aromatiques supplémentaires peuvent être apportées au yaourt par ajout de composés d'arômes et de préparation de fruits.

- ❖ **Le goût ou saveur** : sensation perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles (**AFNOR, 1992**). le yaourt est caractérisé par une saveur acide (**MARSHALL, 1987**) due à la présence d'acide lactique, produit par les bactéries lactiques au cours de la fermentation. Il y'a aussi d'autres saveurs du yaourt mais moins intenses.

III.2.3.2. Règles générales de la conduite de la dégustation :

L'évaluation sensorielle demande toujours de faire appel à plusieurs sujets pour conduire à des résultats significatifs.

1. Sujet :

Le groupe des dégustateurs ayant participé à notre analyse est composé de 05 personnes. D'après **Nicod, (1998)**, ces sujets sont choisis selon les critères suivants :

- ✓ Ils doivent être volontaires et motivés.
- ✓ Ils ne doivent présenter aucune aversion vis-à-vis du produit à évaluer ;
- ✓ Ils ne doivent pas fumer au moins deux heures avant le test ;
- ✓ Les sujets malades ne sont pas concernés, donc la prise de médicament est contre-indiquée ;
- ✓ Ils doivent avoir une bonne vision des couleurs ;
- ✓ L'honnêteté des dégustateurs est un critère très important.

2. Environnement de la dégustation (local d'évaluation sensorielle) :

L'implantation du local d'évaluation sensorielle doit permettre d'éliminer tous les biais causés par un environnement peu favorable (bruit, mauvais éclairage, influence des autres dégustateurs...etc) (**NF V09-105, 1995**).

Les séances de dégustation ont été réalisées au niveau du laboratoire de physico-chimie de la laiterie Matinale ou la plupart des conditions sont réunies, c'est-à-dire :

- ✓ Local plaisant, convenablement éclairé, tout en restant neutre ;
- ✓ Les couleurs murales claires, unies, créant une atmosphère détendue ;

- ✓ Le local (murs et sol) est facile à nettoyer ;
- ✓ Il se trouve éloigné de toute source de bruit ;
- ✓ Il est également à l'abri des odeurs ;
- ✓ Les conditions atmosphériques de la salle d'évaluation sensorielle peuvent assurer au dégustateur un certain confort, puisque la température est de $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ (température recommandée).

3. Les échantillons :

- ✓ Tous les échantillons sont enlevés du réfrigérateur 1 h avant le début de la séance de dégustation ;
- ✓ La gamme d'échantillon est servie à une température allant de 10 à 12°C ;
- ✓ Chaque yaourt est présenté dans un contenant plastique de 40g et codé par un chiffre pour garder l'anonymat ;
- ✓ Les échantillons sont présentés dans un ordre différent d'un sujet à un autre.

4. Déroulement de la séance de dégustation :

- ✓ Dans le but d'obtenir une meilleure sensibilité des dégustateurs, la séance de travail est organisée entre 9 heures et 11 h ;
- ✓ Pour garder la sensibilité constante, les dégustateurs se rinceront la bouche avec soin du début de la séance et après chaque dégustation ;
- ✓ Afin d'éviter les phénomènes de saturations, des petites quantités de chaque échantillon suffisent pour évaluer les paramètres recherchés ;
- ✓ Toutes les épreuves se sont déroulées en notre présence pour donner plus d'explications, ainsi que pour s'assurer du bon déroulement de la séance.

III.2.3.3. Recueil et traitement des résultats :

- Le recueil des résultats est effectué sur une fiche. (**Annexe 18**).
- Les résultats obtenus du test sensoriel seront traités par une analyse de la variance à un critère de classification pour tous les paramètres analysés.
 - **Evaluation économique du produit fini :**

L'estimation du prix du produit fini est présentée dans (**l'annexe 19**).

Chapitre IV

Résultats et discussions

IV.1.1. Paramètre physico-chimiques des matières premières :**➤ Pour la poudre des pépins de raisin :**

L'examen organoleptique de la poudre de pépin de raisin consiste en des tests olfactif et gustatif complétés par une description de l'aspect et de la couleur de la poudre :

- Aspect :

C'est une poudre fine de couleur marron, absence de grumeaux.

Nous avons remarqués qu'après quelques jours de la préparation du yaourt, la poudre du pépin de raisin forme un dépôt au fond du contenu. De ce fait il est préférable de bien agiter le produit avant sa consommation.

- Odeur :

La poudre étudiée présente une odeur caractéristique (originale).

- Solubilité :

Après avoir mélangé la poudre dans l'eau, nous avons remarqué que la poudre est soluble dans ce dernier ; mais faut bien agiter à l'aide d'un agitateur thermique pour avoir un bon résultat.

- **pH** :Est non applicable

- Densité :

La poudre de pépin de raisin présente une densité de 1035 est qui répond à la norme <1038.

➤ Pour la matière première (poudre de lait la 0% et la 26%) :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre de lait sont résumés dans le tableau N°04.

Tableau N°05: Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait la 0% et la 26%.

Paramètres		E1	E2	E3	Moyenne	Norme
pH (20°C)		6.81	6.77	6.76	6.78±0.0004	[6.6-6.8]
Acidité (°D)		15.5	16.5	16	16±0.16	[16-21]
MG (g/l)	0%	/	/	/	0	<1.5
	26%	/	/	/	26	[15-26]
EST (g/l)		97.17	97.21	97.27	97.21±1.007	97
ESD (g/l)		72.17	71.71	71.27	71.71±0.13	[70-72]
Densité (g/l)		1.033	1.032	1.032	1.032±0.21	[1.028-1.034]
Test antibiotique		Négatif				

Les résultats des analyses physico-chimiques effectués sur la poudre de lait (la 0% et la 26%) sont conformes aux normes **J.O.R.A.** Ceci explique que la poudre de lait utilisé pour la fabrication du yaourt est de bonne qualité, et que les conditions de conservation sont respectées (T°, lumière, humidité). (**Tremolieres et al., 1984**).

- **pH :**

La mesure du pH des denrées alimentaires est très importante, toute modifications de ce paramètres suspecte une multiplication microbienne et par conséquent une difficulté de conservation de l'aliment et une perte de ses caractéristique organoleptiques (**Clinquart,1999**).

Les résultats trouvés pour ce paramètre montrent que le pH de la poudre de lait utilisé est voisin de la neutralité variant de 6.76 à 6.81 donc il est conforme à la norme recommandé, ce qui nous renseigne qu'avant le séchage, le lait utilisé était stable et frais et que les conditions de stockage ont été respectées

- **l'acidité :**

L'acidité du lait utilisé dans notre étude varie entre 15.5 et 15.5°D (g d'acide lactique /litre de lait). Ces résultats sont conformes aux normes du **J.O.R.A** variant entre 16 et 180 °D.

- **densité :**

La détermination de la densité constitue un élément d'appréciation de la qualité en cas de fraude (**Veisseyre, 1995**). La densité est sous la dépendance de deux facteurs principaux, la teneur en matière sèche et celle de la matière grasse(**Lemens, 1985**).

La densité de la poudre de lait utilisée oscille autour de 1.032 et 1.034. Ces résultats sont conformes aux normes établies par J.O.R.A N°69, 1993 variant entre 1.032 et 1.034. Cela confirme la teneur de la poudre en MG, et explique sa bonne reconstitution.

- **La matière grasse :**

La poudre de lait utilisé dans la fabrication du yaourt que ce soit pour la 0% ou la 26% ont toute les deux des teneurs en matières grasse qui correspond parfaitement à ceux de la norme **J.O.R.A**. (<1.5 pour la 0% ET pour la 26% variant entre 15 et 26). Le respect des normes en ce qui concerne la MG permet d'éviter le goût de rance du lait et le développement des germes lipolytiques (**Cheftel, 1986**).

- **L'extrait sec total (EST) :**

L'extrait sec total ou la matière sèche représente l'ensemble des substances dissoutes. Ce critère est important pour juger la valeur alimentaire (**Benamara et Agougou, 2003**). Selon **Luquet, (1990)**, l'extrait sec du lait est un facteur déterminant de la qualité il conditionne la consistance et la viscosité du produit fini. La teneur élevée en matière grasse permet une meilleure fermeté (**Casalis, 1975**). La poudre de lait utilisée a une teneur en extrait sec comparable à celle donnée par le J.O.R.A N°69, 1993. Cette conformité renseigne sur la bonne reconstitution de cette poudre lors de son analyse.

- **L'extrait sec dégraissé :**

Les teneurs en extrait sec dégraissé du lait reconstitué varient de 72.17 à 71.71. Elles sont conformes aux normes établies par FIL-AFNOR variant de 70 à 72g/100g. Ces résultats justifient les teneurs en EST et en MG trouvés.

- **Test d'antibiotique :**

Pour le test d'antibiotique le résultat est négatif.

- **Pour l'eau :**

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau sont indiqués dans le tableau N°06.

Tableau N°06: résultats des analyses physico-chimiques de l'eau.

Paramètres	L'eau	Normes
pH	7.34	[6.5-7.5]
Conductivité (µS/cm)	520	/
Taux de chlore (ppm)	3	Absence
TA (°F)	0	Absence
TH (mg/l)	14.5	[10-17]

D'après les résultats obtenus, nous remarquons une absence totale de taux de chlore et le TA dans l'eau ce qui est conforme aux normes établie par la réglementation algérienne.

L'inconvénient majeur des chlorures dans les eaux de consommation est la saveur désagréable qu'ils donnent à l'eau.

Les eaux usées sont généralement plus riche en chlorures que les eaux potables. C'est pourquoi une augmentation de la teneur en Cl⁻ dans l'eau potable peut parfois être signe d'infiltration des eaux usées.

La réglementation algérienne ne tolère pas la présence du chlore dans les eaux de distributions traitée.

Les eaux carbonatées en présence de calcium et de magnésium augmentent la dureté de l'eau ; une eau alcaline et dure est à éviter dans les IAA.

- **pH :**

Bien que pH n'ait habituellement aucun impact direct sur des consommateurs, il est un des plus importantes paramètres opérationnels de qualité de l'eau. Une attention particulière à la mesure du pH est nécessaire car il a une influence sur la corrosion qui peut contaminer l'eau potable et comme conséquence défavorable : effets sur son goût et aspect (OMS, 2004).

La réglementation algérienne indique un pH qui doit être supérieur ou égale à 6,5 et inférieur ou égale à 7,5.

La mesure pour notre eau donne une valeur de pH de 7.34

Cette valeur reste dans les normes.

- **Conductivité :**

La conductivité électrique est un moyen important permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau. Sa mesure est précise, rapide et donne une idée approximativement de la minéralisation globale.

Sa variation est liée à la nature des sels dissous et leur concentration.

Notre échantillon présente une valeur égale à 520 μ S/cm. Ceci est conforme aux normes.

- **Titre hydrométrique (TH) :**

La dureté totale est définie par la présence des cations métalliques bivalents, qu'on considère habituellement comme la teneur en sels de calcium et de magnésium.

La valeur trouvée pour notre échantillon est de 14.5 mg/l. cette valeur est comprise entre 10 et 17 mg/l.

Donc on peut dire que l'eau étudiée est moyennement douce.

- **Pour le sucre :**

Les résultats de taux de Brix effectués pour le sucre sont indiqués dans le **tableau N°07**

Paramètres	E1 (5g)	E2 (10g)	E3 (20g)
Taux de Brix (°B)	4	9.8	19.7

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué que le taux de Brix est respecté.

- **Pour l'arôme :**

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'arôme sont regroupés dans le **tableau N°08**

Paramètres	pH	Conductivité
Vanille	6 (24°C)	26.4 μ S

D'après le tableau N°08 les valeurs du pH et de la conductivité sont conformes, elles sont respectivement de 6 et 26.4.

IV.1.2. Paramètres physico-chimique du produit fini (yaourt aromatisé + ppr) :

Les paramètres physico-chimiques recherchés du produit fini à différentes doses de ppr ont donné des résultats qui sont illustrés dans les tableaux suivants :

Tableau °N9 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.1 % de ppr.

Yaourt 0.1% ppr produit	E1	E2	E3	Moyenne
pH	4.04	4.03	4.03	4.03±0.00005
Acidité (°D)	70	70.2	71	70.4±0.28
EST	115	115.1	115.2	115±0.015
Taux de sucre (°B)	15.3	15.3	15.3	15.3

Tableau °N10 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une Concentration de 0.2 % de ppr.

Yaourt 0.2% ppr produit	E1	E2	E3	Moyenne
pH	4.02	4.02	4.03	4.02±0.00005
Acidité (°D)	71	70	72	71±1
EST	115.40	115.70	115.71	115.60±0.111
Taux de sucre (°B)	15.1	15.1	15.1	15.1

Tableau °N11 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.3 % de ppr.

Yaourt 0.3% ppr produit	E1	E2	E3	Moyenne
pH	4.00	4.01	4.02	4.01±0.0001
Acidité (°D)	73	74	73	73.3±0.335
EST	115	115.50	115.70	115.40±0.13
Taux de sucre (°B)	15	15	15	15

Tableau °N12 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.4 % de ppr.

Yaourt 0.4% ppr produit	E1	E2	E3	Moyenne
pH	4.01	3.80	4	3.99±0.0183
Acidité (°D)	75	75	75.50	75.1±0.09
EST	115.3	115.4	115.6	115.4±0.025
Taux de sucre (°B)	15	15	15	15

Tableau °N13 : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini avec une concentration de 0.5 % de ppr.

Yaourt 0.5% ppr produit	E1	E2	E3	Moyenne
pH	4.02	3.99	3.90	3.97±0.0039
Acidité (°D)	75	75	75.50	75.1±0.09
EST	115.5	115.4	115.39	115.43±0.0037
Taux de sucre (°B)	15	15	15	15

Tableau N°14: résultats d'analyse physico-chimique du yaourt fabriqué (yaourt avec différentes concentrations de la poudre des pépins de raisin).

Produit paramètre	E1 0.1%	E2 0.2%	E3 0.3%	E4 0.4%	E5 0.5%	Normes	Références
pH	4.03±0.0005	4.02±0.0005	4.01±0.0001	3.99±0.0183	3.97±0.0039	3.39 à 5.68	J.O.R.A (1998).
Acidité (°D)	70.4±0.28	71±1	73.3±0.335	75.1±0.09	75.1±0.09	Min 60°D	NA 678
EST (%)	115±0.015	115.60±0.111	115.40±0.13	115.4±0.025	115.43±0.0037	Max 115 à 116	Dessiccation NA 666
Taux de sucre (degré Brix)	15.3	15.1	15	15	15	>10	ND

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les valeurs des paramètres mesurés se rapprochent toutes des normes adoptées par **J.O.R.A (1986)**.

- **pH du yaourt :**

La valeur du pH obtenu pour les yaourts fabriqués varie entre 3.97 et 4.03, ces valeurs sont conformes aux normes **J.O.R.A (1986)**, et s'accorde parfaitement avec ceux cités par **JIMOH et KOLABO (2007)**, c'est-à-dire, valeur de pH comprise entre 3.39 et 5.68. Cette conformité explique que le taux d'ensemencement et le temps d'incubation étaient respectés pour avoir le pH préconisé.

- **L'acidité du yaourt :**

Les valeurs d'acidité trouvées pour les yaourts analysés sont comprise entre 70.4°D et 75.1°D, elle sont dans les limites de tolérance de la **Norme Algérienne**. Une bonne acidité indique la fraîcheur du produit ainsi que la bonne maîtrise du processus de fabrication. Les bonnes valeurs de l'acidité laissent penser au respect du taux d'ensemencement et aussi la présence de tous les facteurs favorable (hygiène, T°...).

- **L'EST du yaourt :**

Les valeurs de l'EST obtenu pour le yaourt fabriqué sont conforme aux normes, cela indique que l'incorporation de la poudre des pépins de raisin dans le yaourt n'influence pas sur la matière sèche de ce dernier.

- **Taux de sucre :**

La teneur en sucre du yaourt fabriqué répond aux normes. Notant que la poudre des pépins de raisin influence légèrement sur le gout mais cela ne veut pas dire qu'elle modifie la quantité de sucre.

- ❖ D'après nos résultats nous avons constatés que la concentration 0.5% de poudre des pépins de raisin correspond parfaitement aux valeurs du témoin (pH : 4, 78°D, EST : 115, 15°B), ce qui répond aux normes.

IV.1.3. Analyses microbiologiques des matières premières :

- **Poudre des pépins de raisin :**

Les résultats des analyses microbiologiques sont rapportés dans le tableau N°15

Tableau N°15 : résultats des analyses microbiologiques effectués pour ppr

germes recherchés produit	<i>Escherichia coli</i>	GAM à 30° C	moisissures	Salmonelle NA 2688
ppr	0	2 ufc/g	1	Abs
Normes J.O.R.A (1998) UFC/ml	10	10 ⁵	10 ³	Absence

- Poudre de lait (0% et 26%) :

Les résultats des analyses microbiologiques sont rapportés dans le tableau N°16

Tableau N°16: résultats des analyses microbiologiques effectués pour la poudre de lait.

Germes cherchés produit		Coliformes	Levures et moisissures	Germes aérobie à 30°C
Poudre de lait	0%	0	0	50 ufc/ml
	26%	0	0	840 ufc/ml
Normes J.O.R.A (1998) UFC/ml		1	<10	2.10 ⁵

- Le sucre :

Les résultats des analyses microbiologiques sont donnés dans le tableau N°17

Tableau N°17: résultats des analyses microbiologiques effectué sur le sucre.

Germes recherchés Produit	Coliformes (Germes acidifiants)	Levures et moisissures	GAM à 30°C NF 2696
Sucre	1	0	5 ufc/ml
Normes J.O.R.A (1998) UFC/ml	5	1	20

- **L'eau :**

Les résultats des analyses microbiologiques sont donnés dans le tableau N°18

Tableau N°18: résultats des analyses microbiologiques effectué sur l'eau.

Germes recherchés Produit	Coliformes totaux à 37°C	Germe aérobie à 22°C	Germe aérobie à 37 °C	streptocoques
Eau	0	0	0	Abs
Norme J.O.R.A (1998) UFC/ml	<10	<10 ²	20	Absence

Les résultats des analyses microbiologiques des matières premières (ppr, poudre de lait, eau, sucre) montrent clairement dans les tableaux précédent leurs parfaite conformité aux normes.

L'absence de ces flores microbiennes est due au bon respect des règles d'hygiène lors de la collecte, la manipulation et leur stockage.

IV.1.4. Analyse microbiologiques du produit fini (yaourt ppr).

Les résultats des analyses microbiologiques des yaourts préparés sont présentés dans le tableau N°19.

Tableau N°19 : résultats d'analyses microbiologiques des yaourts préparés

Germes recherchés Produit	Coliforme totaux NA 2691	Coliforme fécaux NA 2691	Staphylococcus aureus NA 2696	Levures NA 5911	Moisissures NA 5911
Yaourt + ppr	0	0	0	1	Abs
Normes J.O.R.A (1998) UFC/ml	10	1	10	<10 ²	Absence

Il ressort du tableau N°13 que les coliformes totaux et fécaux (bactéries indicatrices de contamination fécale) sont totalement absents dans le yaourt préparé, ce qui est conforme aux normes établies par **J.O.R.A. N°35, 1998**. Ce qui explique le bon respect des règles d'hygiènes.

Staphylococcus aureus est également absent dans le produit obtenu, ce qui est conforme aux normes de J.O.R.A. l'absence de *S.aureus* dans le yaourt est la conséquence du respect des mesures d'hygiènes du manipulateur. En effet, cette bactérie pathogène est très répandue dans la nature. Elle est fréquente dans la peau et les cavités naturelles de l'homme et des animaux (**PILET et al., 1978**).

Quant aux levures et moisissures, les résultats obtenus indiquent leur absence, elles sont conformes aux normes **de J.O.R.A (1998)**, ceci est dû aux bonnes pratiques d'hygiènes et aux traitements thermique appliqués. Ces résultats reflètent la qualité de la matière première utilisée lors de la préparation du yaourt et la bonne qualité microbiologique du produit fini.

IV.1.5. Evaluation du test sensoriel des 5 échantillons préparé :

Nous avons effectué une comparaison entre six pots de yaourt : cinq additionner de différentes concentrations de la poudre des pépins de raisin et un yaourt aromatisé de la laiterie MATINALE (OYA).

Tableau N°20 : composition des différents pots analysés.

pots	Compositions
Pot N°1	Yaourt aromatisé + 0.1 % de ppr dans 100 ml
Pot N°2	Yaourt aromatisé + 0.2 % de ppr dans 100 ml.
Pot N°3	Yaourt aromatisé + 0.3 % de ppr dans 100 ml
Pot N°4	Yaourt aromatisé + 0.4 % de ppr dans 100 ml
Pot N°5	Yaourt aromatisé + 0.5% de ppr dans 100 ml
Pot N°6	Yaourt aromatisé de la laiterie MATINALE (OYA).

Notre analyse sensorielle montre que les opinions diffèrent d'un dégustateur à un autre, en considérant les paramètres mesurés pour chaque pot. Les résultats des fiches d'appréciation ont montrés que la majorité des dégustateurs sont intéressés par le pot N°5 du point de vu organoleptique et qui présente un aspect homogène, couleur agréable, texture visqueuse moyennement liquide et une saveur agréable avec une sensation plaisante de présence de petite particules en bouche

Comparativement au pot N°6 (témoin), le pot N°5 validé présente les mêmes critères (aspect, texture). Concernant la couleur ; elle est agréable (marron claire pigmenté) ce qui signifie que l'incorporation de la poudre des pépins de raisin donne un très beau visuel appréciable par le consommateur. Du point de vu goût ; il est moins sucré ce qui explique l'astringence de la poudre.

L'acceptabilité du produit élaboré par le consommateur était notre objectif, d'après les résultats obtenus, ce but a été atteint.

Néanmoins, nos résultats obtenus ne sont pas significatifs car les règles d'ordre pratique n'ont pas été entièrement suivies, à savoir :

- Le panel de dégustation n'a pas été formé
- Le choix du local n'a pas pu bannir toute les influences extérieures (bruit, température, odeur).

Conclusion

Ce travail a pour objectif de valoriser le pépin de raisin par son incorporation comme poudre dans un yaourt afin d'avoir un produit fortifier, fonctionnel enrichi en polyphénols ces derniers sont des substances chimiques très répandues dans le règne végétale possédant des propriétés antioxydante souvent exploitée dans l'industrie alimentaire.

L'ensemble des analyses physico-chimiques et microbiologiques montrent la conformité de nos produits aux normes, c'est-à-dire notre yaourt est d'une bonne qualité physico-chimique et microbiologique satisfaisante (absence de germes pathogènes).

Ceci confirme le contrôle rigoureux de tous les produits contribuant à la production du yaourt, ainsi que le respect du processus de fabrication.

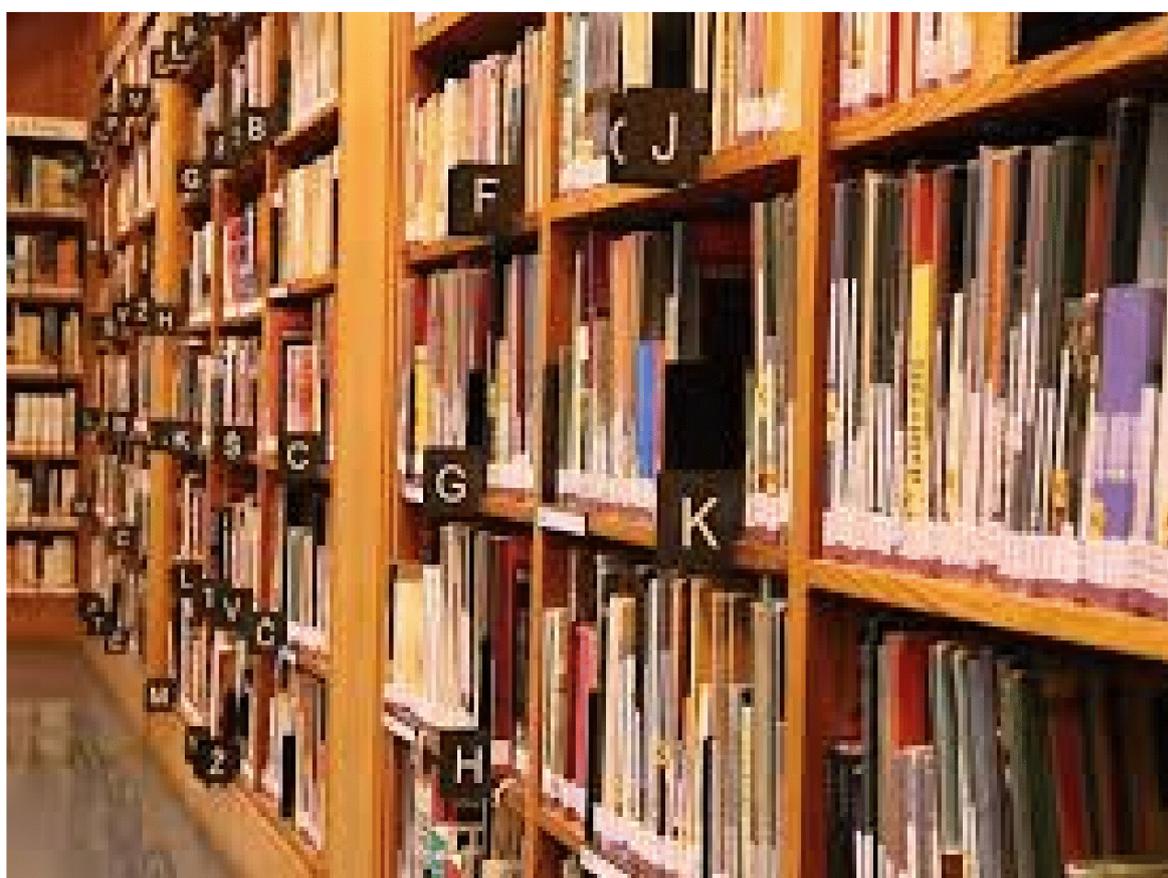
De plus, l'analyse sensorielle établie par un ensemble de dégustateur sur les yaourts produit avec des doses différentes de la poudre des pépins de raisin (0.1%,...,0.5%), exprime d'une manière générale une qualité satisfaisante. on note aussi que grâce à cette analyse on a remarqué que la poudre influence légèrement sur l'aspect, en lui donnant une couleur marron clair pigmenté ce qui est apprécié par les consommateurs. Du côté arôme la poudre n'apporte aucun changement que ce soit le yaourt nature ou aromatisé additionner de la poudre (goût et odeur caractéristique). De ce fait on peut dire que l'apport de colorant artificiel habituellement additionner dans les yaourts n'est plus nécessaire.

Une approche économique consistant en une estimation du prix du yaourt est faite comme complément à notre étude, donc nous pouvons conclure qu'il est possible de produire un yaourt coloré et fortifier, à forte valeur ajoutée par utilisation comme ingrédient naturelle la poudre des pépins de raisin, connue pour ses bienfaits nutritionnels et thérapeutiques avec un prix un peu plus cher par rapport au marché nationale, Cela mérite car c'est un produit santé, sain et naturelle.

Références bibliographiques



Références bibliographiques





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

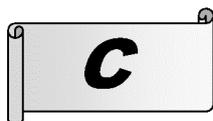
Afnor. (1986). Recueil des normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyses.



Beal C et Sodini I. (2003). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire. Paris, 16p

Bergamaier D. (2002). Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de lactobacillus rhamnosus RW2959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Canada.

Brule G. (2003). Évolutions technologiques au sein de la filière laitière – Impact sur la qualité des Produits. Rapport Commun de l'Académie des Technologies et de l'académie d'Agriculture de France.



Casalis. (1975). Facteurs technologiques influençant la consistance, l'arôme et le gout. Revue : industrie alimentaire et agricole n° 11, pp, 1253-1962.

Clinquart, A. (1999). Les techniques de conservation des aliments, Université de liège, Faculté de Médecine vétérinaire (ULg).

Codex Alimentarius, 1975.-Normes n°A 11(A).-Rome :

FAO/OMS.- 86p.

Courtin P., Monnet M. and Rulf. (2002). Cell2 wall proteinases PrtS and Prt B have a different role in streptococcus thermophilus/ Lactobacillus bulgaricus mixed cultures in milk. Microbiology, 148, 3413 23421.



De Marigny, Y., Juillard V., Deschamps, N. et Richard, J. (1994). Comparaison sur le plan pratique de 3 modèles de la cinétique d'abaissement du pH du lait cultivé par *Lactococcus lactis*. Le lait, 74 :23-32.

Doleyres Y. (2003). Production en conteneur du ferment lactique probiotique par la technologie des cellules immobilisées. Thèse Doctorat. Université de Laval. Québec. 167 pages.



Hermier J., Lenoir J. et Weberf. (1992). Les groupes d'intérêt laitier. Ed. CEPIL, Paris.



Gemrcn. (2009). Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition. Spécification technique de l'achat public : Lait et produits laitiers. Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi, France.



Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G. (2008). Les produits laitiers. 2^{ème} Ed., Lavoisier, 978-2-7430-1032-4.

Jensen R.G. (1985). Handbook of milk composition. Food science and technology.

J.O.R.A, N° 35 du 27 mai 1998. Arrêté interministériel du 24 janvier relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, P 9-17-21.

Journal Officiel. (1998) norme nationale N°35.



Lamontagne M. (2002). Produits laitiers fermentés. In : Vignola C L. Science et technologie du lait : transformation du lait. Edition: Presse internationale, polytechniques, Montréal, pp .401-469

Lamoureux L. (2000).Exploitation de l'activité β 2 galactosidase de culture de bifidobacteries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Mémoire de maitrise, Université de Laval, Canada.

Lemens. (1985). Le lait de chèvre, propriétés physico-chimiques, nutritionnelles In « lait et produit laitiers, vache, chèvre, brebis ». Coord LUQUET, F.M., Ed. Tec et Doc. LAVOISIER. Paris, p. 349-369.

Leory F., Degeest B. and DeVuyst L. (2002).A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods. International Journal of Food Microbiology, 73, 2512259.

Luquet. (1990). Les et produit laitiers : technologie et transformation ; tome 2. Tec et Doc : Lavoisier-Paris.

Luquet., F.M, Carrieu, G. (2005) : bactéries lactiques et probiotiques. Collections sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris, 307p.

Luquet. (1985).Lait et produits laitiers : transformation et technologie. Ed. techniques et documentation. Lavoisier.633.

Luquet F M. (1990) : Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre. Les produits laitiers Transformation et technologie. Edition : Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 2, 633p.



Mahaut M., Jeantet R., Scharck P. et Brul G. (2000). Les produits industriels laitiers. Ed, techniques et documentation, Lavoisier, Paris. 26240.

Marty-Teyssset C. DelaTorre F. and Garel J-R. (2000).Increased production of hydrogen peroxide by lactobacillus delbruekiisspbulgaricus upon aeration: involvement. Applied and EnvironmentalMicrobiology, 66(1), 2622267.



Ngounou C., Ndjouenkeu R., Mbofung F. et Noubi I. (2003).Mise en évidence de la biodisponibilité de calcium et du magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolées du lait caillé du Zébu. Journal of Food Engineering, 57, 3012307.

Noznick P.P. (1982). Dairy Ingredients in food.Bulletin de la Fédération Internationale de Laiterie, 142, 60266.



OMS 2004: WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004. « Acceptability aspects » chap 10 dans « Guidelines for Drinking-water Quality », Vol1, p.488-493, third Edition, Geneva.



PaciKora, E. (2004). Interactions physicochimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la flaveur? Thèse de doctorat de l'institut national agronomique de Paris-Grignon, sciences des aliments, 258p.

Pilet M.F et al. (1978). Bactéries lactiques. Dans : manuel de bactériologie alimentaires. Surta et al., Ed. Polytechnica. Paris, pp : 235-260.



Rasic, J.L.j., J.A. Kurmann. (1978): Yogurt. Scientific Grounds, Technology,

Manufacturing and Preparations. Copenhagen, Denmark: Technical Publishing Dairy House, pp 26–99, 297–301.

Rodier J. (2009). L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition: DTJNOD. Paris.

Rosseau. (2005). la fabrication du yaourt. Les connaissances. INRA. 9 pages.



Tamime A.Y. and Robinson R.K. (1999). Yogurt science and technology. 2nd Ed. Cambridge :woodheadPublishing.

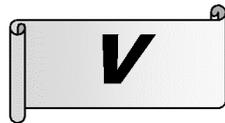
Trémolières, Y.S., Jacquat, R., et Depin, H. (1984). Manuel d'alimentation humaine. Edition ESF. Tome 2 : pp 176-185.

Tremolieres J., SERVILLE Y., JAQUET R. et DUPIN H. (1984). Manuel d'alimentation humaine. Volume 2. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris.

Tamime (A.Y.), Deeth (H.C.). (1980). Yoghurt: Technology and Biochemistry. J. Food Prot., 43,939-977.

Tamime, A. Y., R. K. Robinson. (2007): Tamime and Robinson's Yoghurt. Science and technology. Third edition. Woodhead Publishing, CRC Press 791 pages.

Tamime A.Y., Skriver A. et Nilsson L.E. (2006). Starter Cultures. In: Fermented Milks. Dairy Science and Technology Consultant Ayr, UK. by Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing company.



Vierling E. (2008). Aliments et boissons : Technologies et aspects réglementaires. Ed. Doin éditeurs, 3^{ème} Ed.

Vignola C.L. (2002). Science et technologie du lait. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.



Yakhlef H., Madanit., Ghozlanef. et Bir B. (2010). Rôle du matériel animal et de l'environnement dans l'orientation des systèmes d'élevages bovins en Algérie ; in : « la filière lait en Algérie ». Communication aux 8^{èmes} Journées des Sciences Vétérinaires ,18 et 19 avril. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.

Yildiz F. (2010). Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products. 454 p.

Références électronique :

Fabrication des yaourts et des laits fermentés, Les techniques de l'ingénieur, vol. f6315.

<http://genie-alimentaire.com/spip.php?article50#cVRw49SJGGgEH3Bu.99>

<https://alimentation.ooreka.fr/astuce/voir/567333/pepins-de-raisin>

<http://www.nutri-naturel.com/farines-sans-gluten/227-farine-de-pepins-de-raisin-bio-400g-3760087360752.html>

Annexe 1 : Appareillage petit matériel**Tableau :** Présentation des appareils et matériels utilisés pour les différentes analyses

Appareillage	Petit matériels
<ul style="list-style-type: none"> • Agitateur magnétique • Autoclave • Balance analytique • Bain marie • Bec bunzen • Butyromètre • Centrifugeuse • Dessiccateur • Etuve • Ph mètre • Plaque chauffante • Réfrigérant • Thermomètre • Thermo lactodensimètre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Barreaux magnétique • Burette graduées • Boite de pétri • Capsules • Eprovettes graduées • Erlen Meyer • Fioles coniques • Fioles coniques jaugées • Flacons (250 ml) • Pipettes graduées • Pipettes pasteur • Spatules • Tubes à essaies.

Annexe 2 : Produits chimiques et réactifs**Tableau :** Listes des réactifs et milieux de cultures

Réactifs	Milieux de cultures
<ul style="list-style-type: none"> • Acide sulfurique pur (H₂SO₄) • Acide ascorbique pur • Alcool • Bleu de méthylène • BSA • EDTA • Eau distillée • Ethanol 95° • formol • phénolphtaléine 	<ul style="list-style-type: none"> • Baird parker • Hektoene • PCA • VRBL • BCPL • Rothe • OGA

Analyse de la matière première (poudre de lait) :**Annexe 3: Détermination du pH du lait :**

- Etalonner le pH-mètre à température de mesure, en utilisant une solution tampon de pH exactement connu ;
- Prendre comme prise d'essai une suspension de poudre de lait à analyser (solution à 10% de poudre de lait dans de l'eau déminéralisée) ;
- Introduire les électrodes et effectuer la lecture directement sur le pH-mètre à la température de $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Annexe 4 : Détermination de l'acidité titrable :➤ Solution :

Les réactifs doivent être de qualité analytique, l'eau utilisée doit être distillée ou de qualité équivalente

- Solution de phénolphtaléine à **1%**.
- Solution titré d'hydroxyde de sodium **1 /9N**.

➤ Appareillage :

Matériels courant de laboratoire et notamment

- Pipette a lait de **10ml**.
- Acidimètre gradué en **0.1ml** permettant d'apprécier la demi-division.

➤ Mode opératoire :

- Dans un bêcher, introduire 10ml de l'échantillon (lait reconstitué à 10%) à l'aide d'une pipette.
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine (solution à 1%).
- Titré avec la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début d'un virage au rose pâle perceptible. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration persiste pendant une dizaine de secondes.
- Noter le volume de NaOH utilisé pour la titration.

➤ Expression des résultats :

L'acidité exprimée en degré Dornic est donné par la relation suivante :

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

V : chute de burette ou volume de la soude

N.B : (0.1mlde NaOH(N/9) correspond à 1mg d'acide lactique dans 10 ml du lait soit 0.1g /l).

Annexe 5 : détermination de la densité :

➤ Mode opératoire :

- Bien mélanger le lait en évitant d'y incorporé des bulles d'air et de transvaser avec précaution dans une éprouvette de 250ml propre et sèche.
- Plonger doucement le densimètre en lui imprimant un mouvement de rotation. Après stabilisation, faire la lecture au bord supérieur du ménisque d'affleurement du lait avec la tige de l'appareil.

➤ Expression des résultats :

La valeur est indiquée par le lactodensimètre ; après stabilisation, faire la lecture au bord supérieur du ménisque d'affleurement du lait avec la tige de l'appareil. Ce lactodensimètre comprend un thermomètre permettant d'indiquer au même' temps la température de notre lait.

➤ Correction de la densité :

- Pour faire la correction, il suffit de savoir qu'un degré de température modifie la densité de 0.0002 degré densimétrique de part et d'autre de la température de référence.

➤ Remarque :

- Si la température du lait est voisine de 20°C, la valeur de sa densité sera égale à celle lue sur le lactodensimètre.
- Si elle est inférieure à 20°C : on soustrait à la valeur indiquée « 1 » (densité du lait sera égale à : valeur lue – 1).
- Si par contre, la température est supérieure à 20°C ; dans ce cas-là, on ajoute « 1 ». (la densité = valeur lue + 1).
- La densité doit toujours être prise au moins 3 heures après la traite en raison de la présence de gaz dissous qu'il est préférable de laisser s'échapper.

Annexe 6 : Détermination de la matière grasse :

➤ Mode opératoire :

Introduire dans le butyromètre de GERBER :

- 10 ml d'acide sulfurique à 91% ;
- 11 ml de lait préalablement homogénéisé, en ayant soin de procéder très lentement, la pipette inclinée à 45°C, en évitant en particulier de provoquer des remous ;
- 1 ml d'alcool iso amylique (3-methylbutanol \geq 98.5 %) sans mouiller le col du butyromètre ;
- Boucher soigneusement le butyromètre ;
- Agiter les butyromètres en les tenant par la panse avec un chiffon car la température s'élève considérablement (80°C°). Jusqu'à disparition complète des grumeaux ;
- Placer les tubes opposés deux à deux dans la centrifugeuse qui effectue 1200tr /min, et lancer pendant 3 à 5 minutes la centrifugation ;
- Récupérer avec précaution les butyromètres.

➤ Lecture :

Retirer le butyromètre en le tenant verticalement, pointe en air. On distingue nettement deux phases dont la supérieure contient la MG.

On ajuste l'interface sur une graduation basse de l'échelle de préférence de zéro et on lit la différence entre la graduation supérieure et la graduation inférieure en manipulant avec précaution le bouchon. Le résultat est exprimé en g /l.

➤ Remarque :

La lecture doit être effectuée en moins de 10 secondes sur un butyromètre dans lequel les phases sont parfaitement séparées.

Annexe 7: Détermination de l'EST :

➤ Mode opératoire :

- Introduire 10 mg (10ml) de l'échantillon à analyser (poudre de lait) dans une capsule tarée. (trois capsules sont utilisées pour le même échantillon).
- Les capsules sont ensuite introduites dans l'étuve à 103°C pendant 5 heures.
- Faire sortir l'échantillon et l'introduire dans un dessiccateur jusqu'à refroidissement puis effectuer la pesé.

➤ Expression des résultats :

Après une nouvelle pesée, on obtient par soustraction l'extrait sec total par la formule suivante :

$$\text{EST} = \text{P2} - \text{P1}$$

P1 : poids de la capsule avant étuvage.

P2 : poids de la capsule après étuvage.

Annexe 8 : Test d'antibiotiques :

➤ Mode opératoire :

On utilise un test rapide basé sur une réaction immunologique et la migration chromatographique.

- Pipeter environ 0.2ml de lait avec une seringue dans le flacon contenant le réactif.
- Mélanger et incuber à 47°C pendant 3mn
- Placer une bandelette dans le tube préalablement incubé
- Après 2mn, retirer la bandelette et interpréter les résultats.

Annexe 9 : conductivité de l'eau :

➤ Mode opératoire:

- D'une façon générale, opérer avec la verrerie rigoureusement propre ; et rincer avant usage de l'eau distillée;
- Ajuster l'appareil à zéro.
- Ajuster la température de l'eau de l'air sur l'appareil;
- Rincer plusieurs fois l'électrode de platine, d'abord avec de l'eau distillée puis en le plongeant dans un récipient contenant de l'eau à analyser, en prenant soin que l'électrode soit complètement émergé;
- Rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure;

➤ Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en micro Siemens par centimètre ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

Annexe 10 : titre alcalimétrique de l'eau :➤ Mode opératoire :

- Introduire de 50ml d'eau à analyser dans un bécher.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de «pp» ; deux cas peuvent être envisagés :

- ✓ **Absence** de la coloration rose : **TA= 0°F** ;
- ✓ **Apparition** d'une coloration **rose** : **TA= 0°F** l'eau est alcaline, dans ce cas procéder à une titration par l'**acide sulfurique (N/2)** jusqu'à la disparition complète de la couleur rose.

Méthode de calcul :

TA est exprimé en degrés Français selon la formule suivante :

$$\text{TA (5°F)} = V.5$$

V : volume en ml **H2SO4** utilisé pour le titrage en ml.

Annexe 11 : Titre hydrométrique :➤ **Mode opératoire :**

- Rincer l'éprouvette avec l'eau à analyser et remplir jusqu'à 5 ml ;
- Ajouter 1-2 gouttes d'indicateur et agiter
 - ❖ En présence de dureté **supérieure à 3 ppm CaCO₃** l'eau devient **rouge** ;
 - ❖ Si la dureté est absente l'eau devient **bleue** ;
 - ❖ En présence d'environ :
 - ✓ **1 ppm** de CaCO₃ l'eau devient **violette** ;
 - ✓ **2 ppm** de CaCO₃ l'eau devient **grise** ;
 - ✓ **3 ppm** de CaCO₃ l'eau devient **rosâtre** ;
 - ❖ Ajouter goutte à goutte la solution de titrage en agitant le contenu après chaque adjonction ;
 - ❖ Compter les gouttes jusqu'à changement de couleur, le rouge virant au bleu

Chaque goutte employée correspond à **1 degré** de dureté française. En cas d'une eau avec peu de dureté ; remplir l'éprouvette jusqu'à **10ml** et ajouter **2-4 gouttes** d'indicateur.

Chaque goutte de solution titrant employée correspond en ce cas à **0.5 degré** de dureté française.

➤ **Expression des résultats :**

La dureté s'exprime normalement en équivalent de carbonate de calcium (CaCO_3), mais s'exprime encore parfois en degré hydrotimétrique français ($^\circ\text{H}$ ou $^\circ\text{f}$).

Un degré français équivaut à 10mg de CaCO_3 .

Il existe aussi des degrés allemands ($1^\circ\text{f}=0.56^\circ\text{allmand}$) et des degrés anglais ($1^\circ\text{f}=0.70^\circ\text{anglais}$).

Un degré hydrotimétrique correspond à une concentration en ion Ca^{2+} et Mg^{2+} de l'ordre de 0.1 mmol/l

Dureté en $^\circ\text{TH}$	Dureté en mg/l CaCO_3	Qualification de l'eau
0-5	0-30	Très douce
5-10	31-60	Douce
10-15	61-120	Moyennement douce
15-30	121-180	Dure
Supérieur à 30	>180	Très dure

Analyse du produit fini (yaourt avec et sans la ppr) :

Annexe 12 : l'acidité :

➤ Mode opératoire :

- Dans un bécher contenant 10g de yaourt, est immergée l'électrode du pH-mètre.
- Puis le contenu du bécher est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium $1/9\text{N}$ jusqu'au pH de 8.30.

➤ Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en degré Dornic ($^\circ\text{D}$) où 1°D correspond à 0.1g/l d'acide lactique.

Analyse microbiologique :**Annexe 13 : Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux (CT) et Coliformes Fécaux (CF) :**

- Milieu de culture : milieu VRBL
- Mode opératoire :
 - A partir des dilutions décimales et de la suspension mère, porter aseptiquement 1ml dans deux boîtes de pétris vides et stériles préparer à cet usage et numérotés.
 - Compléter ensuite avec environ 15ml de la gélose VRBL fondue puis refroidie préalablement à la température (45±1°C)
 - Faire des mouvements circulaires de va et vient en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, laisser refroidir sur pailleasse, puis faire couler une deuxième couche de la même gélose (≈ 4ml) et laisser encore solidifier.
- Incubation : incubation des boîtes de pétri se fait « couvercle en bas ».

Les boîtes seront incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures pour les Coliforme Totaux et à 44°C pendant 24 à 48 heures pour les Coliformes Fécaux.

- Lecture :
 - Les Coliformes Totaux apparaissent en masse sous formes de petites colonies rouge fluorescentes d'un diamètre de 0.5 mm.
 - Les Coliformes Fécaux apparaissent sous formes de petites colonies violacées.
- Interprétation :

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par « ml » ou « g » de produit selon la formule suivante : $X = N.1/D.1/V$

X : Nombre de germes par ml ou g de produit V : Volume de l'inoculum en ml

D : Facteur de dilution de la dilution considérée. N : Nombre de colonie

Annexe 14 : Recherche et dénombrement des staphylococcusaureus :

- Milieu de culture : Baird Parker
- Mode opératoire :
 - Transférer à l'aide d'une pipette stériles deux gouttes de la dilution décimale 10^{-1} à la surface de la gélose Baird Parker.
 - Etaler soigneusement l'inoculum à la surface de la gélose en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte.
- Incubation : les boîtes seront incubées à 37°C pendant 48 heures.
- Lecture :

La présence de **S aureus** se traduit par l'apparition de colonies entourées d'un halo jaune translucide à centre noir, brillantes, de 1.5mm de diamètre.

- Interprétation :

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par « ml » ou « g » de produit.

Annexe 15: Recherche et dénombrement des salmonelles :

La recherche des salmonelles s'effectue en deux étapes successives dans des conditions d'asepsies, ces étapes sont résumées comme suit :

- Enrichissement :

Prélever 1 ml de l'échantillon et l'ensemencer dans 10 ml du milieu SFB ?

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 heures.

- Lecture :

La présence de salmonelles se traduit par d'un trouble d'une couleur rouge dans le milieu de culture.

- Isolement :

A partir du milieu SFB ensemencer par stries, une boîte de pétri contenant la gélose Hecktoen (milieu préalablement coulé en boîte de pétri à raison de 15 à 18 ml, puis séché) en utilisant une anse de platine.

➤ Lecture :

Les salmonelles se présente sous forme de colonies d'une couleur bleu verdâtre avec ou sans centre noir.

➤ Interprétation :

Les résultats sont exprimés par la présence ou par l'absence de germes.

Annexe 16 : recherche et dénombrement des levures et moisissures :

➤ **Mode opératoire :**

- Etaler 02 gouttes de la solution mère et/ou dilutions décimales en surface sur milieu OGA, à l'aide d'une pipette stérile.
- L'incubation se fait à 30 °C pendant 5 jours.

➤ **Lecture :**

Les colonies de levures sont bombées, brillante et rondes, alors que celles des moisissures sont présentent sous forme filamenteux.

Annexe 17 : recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles :

➤ **Mode opératoire :**

- A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml de la solution mère et de chaque dilution dans des boites de pétri vides et stériles ;
- Ajouter ensuite 15 ml environ du milieu PCA ;
- Incuber à 37°C pendant 72 heures.

➤ **Lecture :**

Les colonies du germe se présentent sous forme de colonies lenticulaires en masse, le dénombrement est effectuer sur des boites contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300.

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par « ml » ou en « g » de produit selon la formule suivante :

$$X = n.1/d/v$$

X : nombre de germes par ml ou par g de produit. **V** : volume de l'inoculum.

N : nombre de colonies.

D : facteur de dilution.

Annexe 18 : recueil et traitement des résultats.***Fiche d'appréciation pour test de dégustation d'un nouveau produit***

Date :

Identité du membre de jury :

Nom et prénom : âge :

Niveau d'étude ou profession :

Caractère d'appréciation :

Le produit :

paramètre	Aspect : -Homogène -Marbre -Rugueux.	Couleur : Agréable Normale Top clair Trop foncée	Texture : -visqueuse, liquide. -Filante. -Présence de particules.	Gout : -Saveur agréable, pur, frais. -Neutre -Amer -Sucré -Désagréable
pots	Critère représentatif	critère représentatif	Critère représentatif	Critère représentatif
Pot N°1				
Pot N°2				
PotN°3				
Pot N°4				
Pot N°5				

Observation ou suggestion du dégustateur :

Note définitive : bon passable mauvais

Avis personnel :

.....
.....
.....***Merci pour votre coopération.***

Annexe 19 :

Le produit : yaourt aromatisé vanille avec la poudre des pépins de raisin

La quantité obtenue : 5 bouteille de 165g /ml chacune.

Calcule des frais entrant dans la fabrication :

RECETTE yaourt aromatisé VANILLE+PEPINS DE RAISIN			
	Quantités g/165g	prix DA/Kg	prix DA/165g
poudre de lait	18,15	320	5,808
Sucre	18,15	82	1,4883
arome vanille	0,25	1948,05	0,4870125
poudre pépins de raisins	1	2008	2,008
ferments lactiques	0,066	4685,66	0,30925356
Emballage	1	5,91	5,91
charges d'exploitation (employés, électricité, gaz...)	1	5	5
		prix HT	21,01056606
		prix TTC (avec la TVA)	25,00257361
		prix de vente	30
		marge	4,997426389

Résumé

La présente étude se situe dans la perspective de valorisation des pépins de raisin peu apprécié par les consommateurs en essayant de mettre au point un yaourt additionné de poudre des pépins de raisin. Cette innovation permettrait d'élargir la gamme des produits existants sur le marché du yaourt.

Les analyses physico-chimiques, microbiologiques effectués sur les matières premières ainsi que le produit fini (ppr, poudre de lait, eau, sucre, yaourt avec la poudre de pépin de raisin), ont révélé leur conformité aux normes du J.O.R.A, ce qui indique une bonne maîtrise du processus de fabrication.

Pour une meilleure appréciation de notre produit une analyse sensorielle a été réalisée grâce à un staff de dégustateurs qui a permis de ressortir un classement de préférence.

Enfin, pour mieux situer notre produit par rapport au yaourt commercialisés tout en tenant compte des coûts des matières premières, une estimation de son prix a été faite.

Mots clés : yaourt, poudre des pépins de raisin, qualité, contribution.

Summary

The present study places in the perspective of valuation grape seeds little appreciated by consumers when trying to develop a yogurt adding grape seed powder. This innovation would broaden the range of existing products on the yoghurt market.

The physico-chemical, microbiological analyzes carried out on the raw materials as well as the finished product (ppr, milk powder, water, sugar, yoghurt with grape seed powder) revealed their compliance with JORA standards, a good mastery of the manufacturing process.

For a better appreciation of our product a sensory analysis was carried out thanks to a staff of tasters who allowed to highlight a classification of preference.

Finally, in order to better situate our product in relation to the yogurt marketed while taking into account the costs of the raw materials, an estimation of its price was made.

Key words: yogurt, grape seed powder, quality, contribution.