

Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Elaboration d'un yaourt brassé à base  
defigue sèche :Comparaison entre deux  
yaourts avec un taux de sucre différent.**

Présenté par :

**RAHMOUNE Kahina & YAKOUBEN Amel**

Soutenu le :**29/06/2019**

Devant le jury composé de :

M. BOUKHALFA Farid	MCB	Président
Mme MEDOUNI Sonia	MCB	Promotrice
Melle MERZOUK Hafida	MAA	Examinatrice

**Année universitaire : 2018 / 2019**

*Remerciements*

*Nous remercions :*

*Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage et la  
volonté Pour élaborer ce modeste travail.*

*Spécialement notre promotrice Mme MEDOUNI pour  
avoir*

*bien voulu diriger ce travail en nous faisant part de ses  
connaissances.*

*Nous exprimons également notre gratitude aux membres  
du jury, Mr BOUKHALFA*

*le présidente, et Mme MERZOUK*

*l'examinatrice, d'avoir accepté d'évaluer notre mémoire.*

*Nos sincères remerciements également à toutes les  
personnes qui nous ont aidé, conseillé, orienté et  
encouragé tout au long de la genèse de ce mémoire.*

*Nous remercions également toutes les personnes de  
l'unité SOUMMAM, en particulier les contrôleurs de  
laboratoire surtout M<sup>me</sup> DAOUD Karima.*

*Merci...*

*Dédicaces*

*Au nom du dieu le plus puissant*

*Je dédie ce travail à :*

*A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour*

*A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments  
difficiles*

*A mes très chers parents je les remercie d'autant que je ne  
remercie personne*

*A mon cher frère massinissa*

*A mes sœurs ziry et lyly*

*A toute ma famille sans exception*

*A tous les contrôleurs de laboratoire SOUMMAM*

*A tous mes ami(e)s (Meziane, Nassima, Amel, Thassadith,  
Fetta)*

*A ceux qui m'ont soutenu de loin et de près*

*A ma collègue Amel et sa famille*

*A toute la promotion QPSA*

*Sans oublier surtout mon encadreur*

*Mme MEDOUNI.S*

*Kahina*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à Dieux tout puissant, pour avoir guidé  
mes pats pour la réalisation de ce travail.*

*A mes chers parents pour leurs encouragements, patience,  
amour et leurs soutiens*

*A mes deux frères Amine et Ilas*

*A toute ma famille paternelle et maternelle surtout ma  
grand mère : Yema Khira que j'aime beaucoup*

*A mes copines de chambre qui m'ont soutenu et qui ont  
supporté ma folie*

*A tous les contrôleurs de laboratoire de SOUMMAM*

*A M<sup>me</sup> DAOUD Karima qui nous a trop aidé et elle été trop  
patiente et gentille*

*A tous mes collègues de la promotion*

*A ma binôme Kahina et toute sa famille*

*A mes cher Ami(es) Kahina, Celia, Dahninouche, Oussama,  
Zouzou ...*

*A mes cousines surtout Meriem*

*A mon encadreur D<sup>r</sup> MEDOUNI qui ne nous a pas oublier  
toute la période de stage et de travail*

*Sans oublier D<sup>r</sup> BOUKHALFA, je le remercie beaucoup pour  
son encouragement et soutient*

*Amel*

# Table des matières

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Liste des abréviations

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

## Synthèse bibliographique

### I. Généralités sur le yaourt

I.1. Historique .....	03
I.2. Définition du yaourt.....	03
I.3. Classification des yaourts.....	03
I.4. Etapes de fabrications.....	04
I.4.1. Réception et reconstitution du lait.....	04
I.4.2. Standardisation.....	04
I.4.3. Homogénéisation .....	04
I.4.4. Pasteurisation.....	04
I.4.5. Refroidissement .....	04
I.4.6. Ensemencement .....	05
I.4.7. Conditionnement et stockage .....	05
I.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques .....	05
I.6. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt .....	06
I.6.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	07
I.6.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	07
I.6.3. Comportement associatif des deux souches .....	07

### II. Généralités sur la figue sèche

II.1. Habitat et description géographique .....	08
II.2. Description botanique.....	09
II.3. Classification taxonomique.....	09
II.4. Maturité et période optimale de récolte des figes.....	10
II.5. Usage et propriétés.....	10
II.6. Figue sèche.....	10

II.7. Composition chimique et valeur énergétique.....	10
II.8. Effets thérapeutiques de la figue .....	11

## **Partie expérimentale**

### **I. Matériel et méthodes**

I.1. Matériel végétal.....	12
I.2. Elaboration du yaourt .....	12
I.3. Analyses physico-chimiques.....	14
I.3.1. Mesure du pH .....	14
I.3.2. Détermination de l'acidité Dornic.....	15
I.3.3. Détermination du Brix.....	15
I.3.4. Détermination de la matière grasse (méthode de GERBER).....	16
I.3.5. Détermination de l'extrait sec total.....	16
I.3.6. Mesure du taux d'humidité.....	17
I.3.7. Détermination de la masse volumique.....	17
I.3.8. Test d'antibiotique.....	17
I.3.9. Test d'ébullition.....	17
I.3.10. Test de fermentation.....	18
I.4. Evaluation des paramètres microbiologiques .....	18
I.4.1. Dénombrement des germes totaux .....	18
I.4.2. Recherche des coliformes totaux .....	18
I.4.3. Recherche des coliformes fécaux (coliformes thermo tolérants).....	19
I.4.4. Dénombrement des levures et moisissures .....	19
I.4.5. Recherche des salmonelles .....	20
I.4.6. Dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs .....	21
I.4.7. Recherche des germes acidifiants .....	21
I.4.8. Spores totales et thermorésistantes.....	22
I.4.9. La flore lactique.....	22
I.5. Analyses sensorielles.....	23

## **II. Résultats et discussion**

I. Analyses physico-chimiques.....	24
I.1. Matières premières .....	24
I.2. Produit fini.....	25

II. Analyses microbiologiques .....	28
II.1. Matières premières .....	28
II.2. Produit fini .....	31
III. Analyses sensorielles.....	33
III.1. Caractérisation du produit.....	33
III.1.1 Pouvoir discriminant par descripteur.....	33
III.1.2. Coefficients des modèles.....	33
III.2. Moyennes ajustées par produit.....	35
III.3. Analyse en composantes principales (ACP).....	35
III.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).....	36
III.5. Cartographie de préférence .....	37
Conclusion.....	38

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## **Résumé**

## Liste des tableaux

Numéro du tableau	Titre	La page
<b>Tableau I</b>	Composition et valeur nutritive de la figue sèche	11
<b>Tableau II</b>	Différentes analyses effectuées pour chaque échantillon	14
<b>Tableau III</b>	Prises d'essai, ensemencement et expression des résultats	21
<b>Tableau IV</b>	Paramètres physico-chimique de la matière première	24
<b>Tableau V</b>	Le Brix des différents échantillons	27
<b>Tableau VI</b>	Taux d'EST des deux produits	27
<b>Tableau VII</b>	La teneur en MG et MP des deux produits	28
<b>Tableau VIII</b>	Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait	29
<b>Tableau IX</b>	Résultats microbiologiques de sucre blanc	29
<b>Tableau X</b>	Résultats microbiologique de l'amidon	30
<b>Tableau XI</b>	Résultats microbiologiques du lait cru	30
<b>Tableau XII</b>	Résultats microbiologiques de la préparation à la figue sèche	31
<b>Tableau XIII</b>	Analyses microbiologiques du yaourt à la figue sèche	32
<b>Tableau XIV</b>	Moyennes ajustées par produit.	35

## Liste des figures

Numéro de la figure	Le titre	La page
Figure 1	Schéma illustrant les interactions de <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	8
Figure 2	Coupe longitudinale de la figue	9
Figure 3	Photographie des feuilles et des fruits séchés (figus carica)	9
Figure 4	Photographies de la figue sèche	12
Figure 5	Diagramme de fabrication du yaourt a base de la figue sèche	13
Figure 6	Photographie d'un pH mètre	15
Figure 7	Photographie d'un refractomètre	15
Figure 8	Photographie d'un dessiccateur	16
Figure 9	Evolution du pH dans le yaourt à base de figue sèche en fonction du temps de conservation à 6 °C	25
Figure 10	Acidité Dornic du produit fini (B et C)	26
Figure 11	Suivi de la viabilité de la bactérie lactique <i>Lactobacillus bulgaricus</i> jusqu'à J+21	32
Figure 12	Suivi de la viabilité de la bactérie lactique <i>Streptococcus thermophilus</i> jusqu'à J+21	32
Figure 13	Pouvoir discriminant par descripteur	34
Figure 14	Coefficients des modèles des échantillons de yaourt	34
Figure 15	Corrélations entre les variables et les facteurs	36
Figure 16	Profil des différentes classes créées	37
Figure 17	Courbe a niveau et carte des préférences	37

## Liste de l'abréviation

**°B** : Degré Brix

**°D** : Degré Dornique

**ATB** : Antibiotique

**EST** : Extrait sec totale

**J<sup>+</sup>** : jour +.

**M17**: Milieu de tarzaghi

**MG** : Matière grasse

**MRS** : Milieu de Man Rogosa et Sharpe

**NaOH** : Hydroxyde de sodium

**PCA** : Plate Count Agar (gélose).

**pH** : potentiel d'hydrogène

**UFC** : unité formant colonie.

**VF** : Viande foie

**VRBG** : Milieu Glucosé biliée au cristal violet et au rouge neutre.

**VRBL** : Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

**YGC** : Yeast extract, Glucose, Chloramphenicol

# *Introduction*

### Introduction

On entend par industrie agro-alimentaire, l'ensemble des industries de transformation des matières premières, d'origine végétale ou animale, en produits destinés à l'alimentation humaine ou animale (Bernade et Leclercq, 2005).

L'industrie laitière algérienne se distingue par un marché à potentiel de croissance élevé. La demande sans cesse grandissante en lait et produits dérivés (fromages, yaourt, beurre, glaces...) se justifie par la forte démographie, l'urbanisation et l'amélioration du pouvoir d'achat de la population. Bien que la fabrication et la consommation des laits fermentés remonte à la plus haute antiquité, les progrès réalisés dans l'élaboration, la standardisation et la diversification des yaourts correspondent pour la plupart aux efforts de recherche entrepris au cours du dernier siècle (Makhlouf, 2015).

Afin d'atteindre des apports adéquats en calcium, nécessaires au développement et au maintien de la qualité osseuse chez les enfants et les adultes, le PNNS (Programme national de nutrition et de santé) recommande la consommation quotidienne de produits laitiers (Ginderet Hébel, 2017).

L'Algérie est parmi les pays méditerranéens producteurs de figues. C'est un patrimoine qui est représenté par de nombreuses variétés. Leurs caractéristiques est fondamentale pour leurs valorisations. ( Boukhalifa, 2018)

L'ajout d'agents sucrants augmente ainsi la palatabilité et l'appréciation du lait fermenté et serait donc en faveur d'une consommation plus régulière de ce type de produits. En même temps, au-delà d'une certaine quantité de sucres ajoutés, ce comportement peut diminuer l'intérêt nutritionnel du yaourt ainsi composé (Saint-Eve et al., 2017).

Dans la perspective de contribuer à la valorisation d'un fruit d'origine local *Ficus carica* et au développement d'un nouveau produit, nous proposons ici la formulation d'un yaourt à base de figue sèche. Ainsi, les objectifs de notre travail sont :

- (1) Préparer deux yaourts brassés à base de figue sèche avec des concentrations différentes en sucre ; Le premier avec un taux de sucre semblable aux yaourts produits et commercialisés par l'industrie SOUMMAM et le deuxième avec un taux de sucre plus faible formulé spécialement pour le présent travail.

- (2) Réaliser une analyse sensorielle pour déterminer le yaourt le plus préféré et apprécié par les dégustateurs.

Cette étude est réalisée au niveau de la laiterie SOUMMAM. Afin de mieux situer le contexte dans lequel s'inscrit ce modeste travail, ce mémoire est organisé comme suit : une revue de littérature est présentée sur le figuier et la figue ainsi qu'un aperçu sur la technologie du yaourt, puis une partie expérimentale basée sur la mise en valeur de la figue sèche, ainsi que la caractérisation physicochimique, microbiologique et sensorielle du yaourt élaboré. Dans la dernière partie une synthèse des résultats est donnée ainsi que leur discussion. Nous terminons avec une conclusion générale et des perspectives.

*Synthèse  
bibliographique*

## I. Généralités sur le yaourt

### I.1. Historique

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghout ou yogourt) vient de « youghurmak », mot turc signifiant « épaissir » (Tamime et Deeth, 1980).

Traditionnellement, c'est le yaourt dit « nature » et ferme qui constituait l'essentiel des productions de laits fermentés. Dans les années 1960-1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits. Actuellement ils sont majoritaires sur le marché (Tamime et Deeth, 1980).

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. En outre, le développement commercial des produits probiotiques est important et correspond à une demande du consommateur (Brule, 2003).

### I.2. Définition du yaourt

Le yoghurt ou le yaourt est un lait fermenté obtenu par la multiplication dans le lait de deux bactéries lactiques spécifiques associées : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces bactéries lactiques sont cultivées sur du lait préalablement pasteurisé, dans le but d'éliminer la plus grande partie ou la totalité de la flore microbienne préexistante. Après la fermentation, le yaourt est refroidi à une température comprise entre 1 et 10°C, à l'exclusion de tout autre traitement thermique, il est alors prêt à être consommé » (Luquet, 1990).

### I.3. Classification des yaourts

Selon la texture, il existe deux types de yaourts :

- **Yaourts fermes**, dont la fermentation a lieu en pots : ce sont généralement les yaourts naturels et aromatisés ;
- **Yaourts brassés**, dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés naturels ou aux fruits.

La fabrication de ces deux types de yaourts peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3.5% ; 1% ; 0% de MG) (Roman *et al.*, 2008).

### **I.4. Etapes de fabrication**

#### **I.4.1. Réception et reconstitution du lait**

Le lait frais collecté au plus tard 72 h après la traite, arrive en camion-citerne réfrigérés à l'unité de production, il est contrôlé lors de la réception, pompé et filtré puis stocké à froid (< 5°C) dans des tanks stériles ( Beal et Sodini, 2012).

#### **I.4.2. Standardisation**

En fabrication du yaourt, il est nécessaire de standardiser le lait en matière grasse et en matière protéique pour répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques des produits, et pour obtenir une qualité constante au cours de l'année (Luquet et Carrieu, 2005). Plus le lait est enrichi en poudre de lait, plus le yaourt devient plus ferme (Christine, 2010).

#### **I.4.3. Homogénéisation**

Le lait standardisé en matière grasse et enrichi en protéines est homogénéisé afin de réduire la taille des globules gras. Cette opération est indispensable pour éviter la remontée des matières grasses pendant la fermentation, elle permet aussi d'augmenter la viscosité du yaourt (Beal et Sodini, 2012 ; Luquet et Corrieu, 2005).

#### **I.4.4. Pasteurisation**

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

#### **I.4.5. Refroidissement**

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

### I.4.6. Ensemencement

L'ensemencement d'une culture de *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* doit se faire à un taux adéquat pour assurer une acidification correcte : il varie selon la vitalité des cultures entre 1 et 7 % dans un rapport *Streptococcus thermophilus* / *Lactobacillus bulgaricus* de 1,2 à 2/1 pour les yaourts naturels et pouvant atteindre 10/1 pour les yaourts aux fruits (Romain, 2008).

La quantité de culture ajoutée au lait peut être influencée par l'activité des germes, le temps et la température d'incubation (Corvi, 1997). Ainsi, pour les températures d'incubation de 40 à 50°C, le taux d'ensemencement se situe entre 1 et 3% (Luquet, 1990).

### I.4.7. Conditionnement et stockage

Le conditionnement des yaourts s'effectue dans deux types d'emballages, en verre ou en plastique (Luquet, 1990).

Dans le cas des yaourts fermes, le mélange lait/ferments est soutiré et l'acidification se fait en pots tandis que celles des brassés se fait en cuve, l'incubation est réalisée à des températures entre 42 et 44°C, cette étape dure entre 2h30 et 3h30, l'objectif de cette phase est d'atteindre une acidité de 70-80°D, lorsque cette acidité est atteinte, on procède à un refroidissement rapide pour bloquer la fermentation, ce refroidissement est effectué soit dans des chambres froides fortement ventilées (le plus souvent), soit dans un tunnel, les yaourts sont stockés en chambre froide à 4°C (Loones, 1994).

## I.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications, dont certaines en font que le produit soit de meilleures valeurs nutritionnelles et thérapeutiques (Serra *et al.*, 2009 ; Sodini et Beal, 2012) à savoir :

- ✓ **Amélioration de l'absorption du lactose** : la présence de bactéries vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactose (Mahaut *et al.*, 2000) ;
- ✓ **Amélioration de la digestibilité de la matière grasse** : bien que l'activité lipolytique soit faible, une augmentation significative en acides gras libres dans un yaourt est constatée (Mahaut *et al.*, 2000) ;

- ✓ **Amélioration de la digestibilité des protéines** : le yaourt est deux fois plus digeste que le lait et contient deux fois plus d'acides aminés libres. Cette propriété résulte du traitement thermique et de l'activité protéolytique des bactéries (Mahaut *et al.*, 2000) ;
- ✓ **L'activité anti-microbienne** : l'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été souvent montré (Schmidt *et al.*, 1994). L'acidité du yaourt apporte une protection contre les éventuelles contaminations pathogènes. Les bactéries du yaourt produisent des substances tels que l'acide benzoïque du bulgarican et d'autres substances anti microbiennes à appellation diverses (Almeida *et al.*, 2011);
- ✓ **Stimulation du système immunitaire** : le yaourt a un effet immunorégulateur qui permet d'augmenter la production d'interférons et d'immunoglobulines, ainsi que de stimuler l'activité des lymphocytes « B ». Cet effet est attribué au *Lactobacillus bulgaricus* (Mahaut *et al.*, 2000) ;
- ✓ **Action anticholestérolémiante** : l'effet anticholestérolémiant des laits fermentés est un axe en voie de développement. Cependant, l'effet hypocholestérolémiant du yaourt est retenu (Walker *et al.*, 1997) ;
- ✓ **L'activité anti-carcinogène** : les lactobacilles modifient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de substances précarcinogènes (Mahaut *et al.*, 2000) ;
- ✓ **Action sur les vitamines** : certaines vitamines sont utilisées par les bactéries lactiques (vitamine B12) d'autres en sont produites (acide folique) (Martin, 2004) ;
- ✓ **Biodisponibilité du calcium** : l'absorption du calcium du yaourt dont le lactose est en partie hydrolysé, est aussi bonne que celle du calcium du lait (Soustre, 2006)

### I.6. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt

Les laits fermentés, dont font partie les yaourts, sont issus de la fermentation contrôlée du lait sous l'action d'une ou de plusieurs populations bactériennes spécifiques, permettant ainsi sa stabilisation microbiologique en lui conférant une texture et des propriétés organoleptiques et/ou nutritionnelles particulières. Parmi ces populations bactériennes, il y a : *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp Bulgaricus* et les bifidobactéries (Beal *et al.*, 1998).

### **I.6.1. *Streptococcus thermophilus***

*Streptococcus thermophilus* est l'une des bactéries lactiques thermophiles, largement employé en tant que levain dans la fabrication de certains produits laitiers fermentés tel que le yaourt (en culture mixte avec *Lactobacillus bulgaricus*), elle est connue par une forte production d'arôme et des exopolysaccharides. *Streptococcus thermophilus* est la seule espèce non pathogène du genre *Streptococcus* (Hols *et al.*, 2005)

C'est une bactérie à Gram positif, anaérobie facultatif, immobile, (Roussl *et al.*, 1994), elle est thermorésistante et sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C (Lamoureux, 2000).

Le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique, en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture des laits fermentés (Bergamaier, 2002).

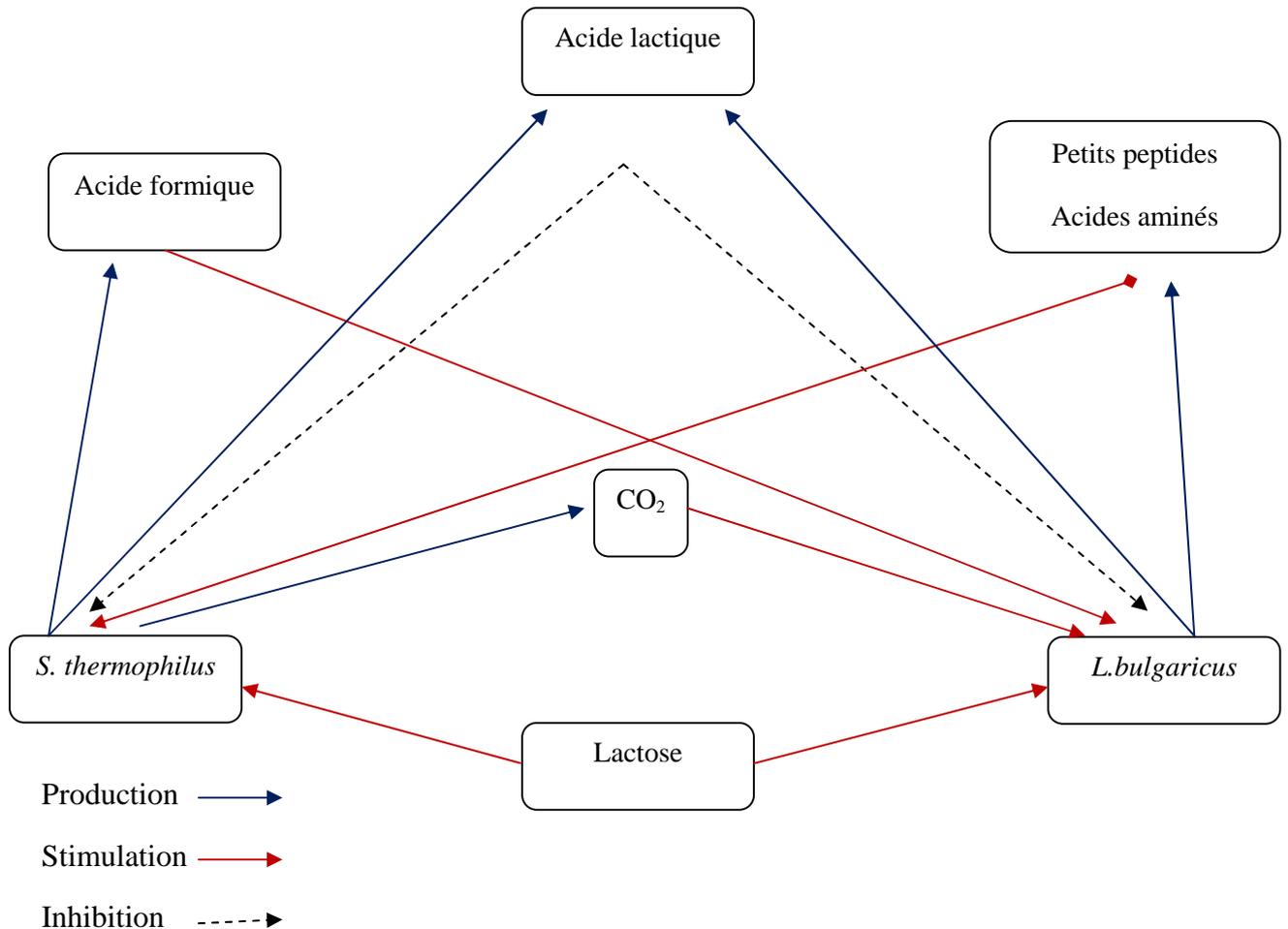
### **I.6.2. *Lactobacillus bulgaricus***

*Lactobacillus Bulgaricus* est un bacille Gram positif, immobile, asporulé, microaérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chaînettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire. C'est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-Teyssset *et al.*, 2000).

### **I.6.3. Comportement associatif des deux souches**

*Streptococcus Thermophilus* et *Lactobacillus Bulgaricus* se développent en association (appelée protocoopération) dans des cultures mixtes (figure 1) ayant un intérêt à la fois d'ordre technologique et nutritionnel.

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 du yaourt. D'un point de vue nutritionnel, l'activité fermentaire de ces espèces lactiques favorise une solubilisation des différents constituants des laits ; améliorant ainsi leur biodisponibilité (Courtin *et al.*, 2002 ; Ngounouet *et al.*, 2003).



**Figure 1 :** Schéma illustrant les interactions de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut *et al.*, 2000)

## II. Généralités sur la figue

### II.1. Habitat et description géographique

Le figuier ou *Ficus carica* est un symbole du bassin méditerranéen, mais son origine est attribuée au sud arabe dont la Jordanie et la Palestine (Couplan, 1998). Elle est également cultivée commercialement dans certaines parties des États-Unis, au Chili, en Inde, en Chine et au Japon (Chawla *et al.*, 2012).

Le figuier ou *Ficus* est un arbre peu exigeant et très tolérant qui peut s'adapter seul et produire très longtemps. Il résiste bien à la chaleur et au climat froid, mais ne tolère pas l'ombre (Jeddi, 2009).

Cet arbre préfère les sols perméables, riches, profonds et frais, mais accepte les terrains rocailloux ; il ne prospère qu'en exposition chaude et ensoleillée (Brien et hardy,2003).

### II.2. Description botanique

La figue n'est pas au sens botanique du terme un fruit, il s'agit en fait d'un réceptacle charnu, le synconium (faux fruit)(Figure 2),qui se développe au moyen d'une fleur conique (strobile) dont les parois sont recouvertes à l'intérieur de petites fleurs femelles et dont (ostiole) porte les fleurs mâles qui fécondent les fleurs en se développant à l'intérieur (Patiny, 2012).

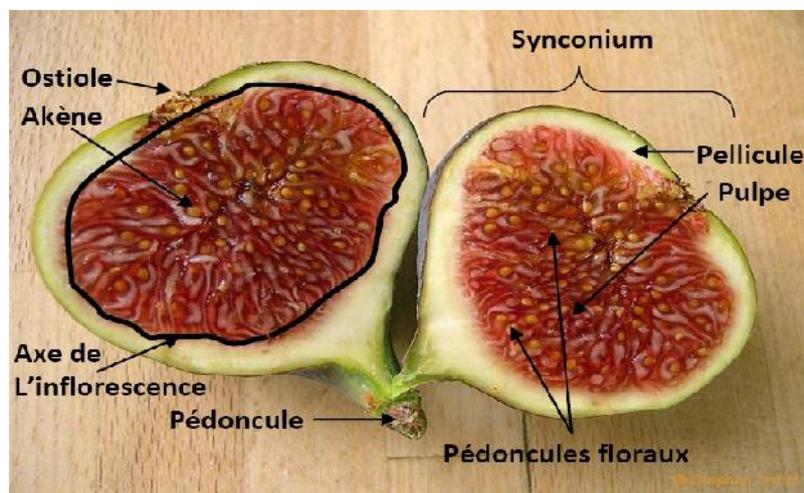


Figure 2 : coupe longitudinale de la figue (Haesslein et Oreiller, 2008).

### II.3. Classification taxonomique

En taxonomie *Ficus carica* est classé comme suit Chawla *et al.* (2012) :

**Règne :** Végétal  
**Super-embranchement :** Spermatophyte  
**Embranchement :** Phanérogames  
**Classe:** Dicotylédone  
**Sous-classe :** Hamamélidées  
**Ordre :** Urticales  
**Famille :** Moracées  
**Genre :** *Ficus*  
**Espèce :** *Ficus carica*



Figure 3 : Photographie des feuilles et des fruits séchés (*ficus carica*) (Chawla *et al.*,2012).

### **II.4.Maturité et période optimale de récolte des figues**

La figue est appelé en kabyle du nom de la saison où elle mûrit : el khrif, la maturation du fruit commence dès la véraison et se poursuit jusqu'à la maturité complète (Ulrich, 1952). Pendant cette période, de nombreuses réactions cellulaires se mettent en place et sont à l'origine de transformations physicochimiques majeures, telles que des modifications de couleur, de texture, de composition chimique et de saveur (Theologis, 1994).

### **II.5.Usage et propriétés**

*Ficus carica* est une plante utilisée dans toutes les régions du monde, dont ces applications touchent le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle (Adwan *et al.*, 2006). Cette dernière utilise l'écorce, les feuilles et les fruits pour traiter différents troubles tels que les problèmes gastro-intestinaux, et les problèmes respiratoires (Amol *et al.*, 2010 ; Josef et Raj, 2011). Il a été rapporté que *Ficus carica* possède également des activités antioxydantes, antivirales, antibactériennes, hypoglycémiques et suppressives de cancer (Baby, 2011).

### **II.6. Figue sèche**

La figue sèche est le produit obtenu à partir des fruits secs mûrs de *Ficus carica*, C'est une source de nutrition importante pour les humains (FAO, 2010).

Le séchage a pour objet de réduire les divers réactions participantes à la décomposition du produit, afin de stabiliser et standardiser les denrées périssables par abaissement de l'activité de l'eau et par inhibition des enzymes microbiennes (Okos *et al.*, 1992). La figue peut être séchée soit par des moyens traditionnels (séchage solaire) ou dans des séchoirs (Karathanos *et al.*, 1997).

### **II.7. Composition chimique et valeur énergétique**

La figue qu'elle soit fraîche ou sèche présente une bonne source de fibres alimentaires au sein d'une alimentation équilibrée, ainsi qu'une source de glucides, de vitamines et de certains minéraux (Haesslein *et al.*, 2008).

Elle renferme également de nombreux composés bioactifs tels que les polyphénols, les caroténoïdes et les vitamines qui caractérisent ce fruit par des propriétés antioxydantes et thérapeutiques remarquables (Imran *et al.*, 2011).

La composition et la valeur nutritive de la figue sèche est donnée dans le tableau I.

**Tableau I :** composition et valeur nutritive de la figue sèche (Vidaud, 1997 ; Couplan,1998).

Composition	Figue sèche
Valeurs énergétique (Kcal/100g)	224,0
Teneur en eau (g/100g)	25,0
Glucides (g/100g)	48,6-61,6
Protéines (g/100g)	2.7-4.2
Lipides (g/100g)	1,2-1,7
Fibres (g/100g)	7,5-16,2
Minéraux (g/100g)	
Cholestérol (mg/100)	0

### II.8. Effets thérapeutiques de la figue

Selon Raymond, (1999), la consommation régulière de la figue contribue :

- Soulager la constipation ;
- Abaisser l'hyper tension artérielle ;
- Contrôler le cholestérol ;
- Prévenir le cancer du colon ;
- Contrôler le taux de glucose dans le sang et prévenir l'apparition du diabète de type II.

D'après Joseph et Raj, (2011), en plus de son usage comme plante ornementale extérieure certaines espèces du figuier sont utilisées pour la production du latex.

# *Partie expérimentale*

# *Matériel et méthodes*

## **Matériel et méthodes**

Ce travail a pour objectif d'élaborer un yaourt brassé à base de figue sèche. Une étude comparative entre deux échantillons avec un taux de sucre différent a été réalisée, en se basant sur les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles. Pour connaître l'effet de ces incorporations sur la qualité du produit fini, un suivi de certains paramètres physico-chimiques et microbiologiques a été réalisé (J+1, J+4, J+7, J+10, J+13, J+17, J+21).

Pour la réalisation de ce travail nous avons effectué un stage pratique au sein de la laiterie «Soummam» qui est spécialisée dans la fabrication des produits laitiers: yaourts, boissons lactées, crèmes desserts, fromages frais.

La partie des analyses sensorielles a été effectuée au niveau du laboratoire de l'université de Bejaïa.

### **I.1. Matériel végétal**

La variété de figues sèches utilisée dans ce présent travail provient de la daïra de Beni Maouche (figure4) distante de 75km de la willaya de Bejaia. Ce fruit a été récolté puis séché traditionnellement par les agriculteurs de la région. Cette variété est connue pour être la meilleure en termes de qualité sur le marché local.

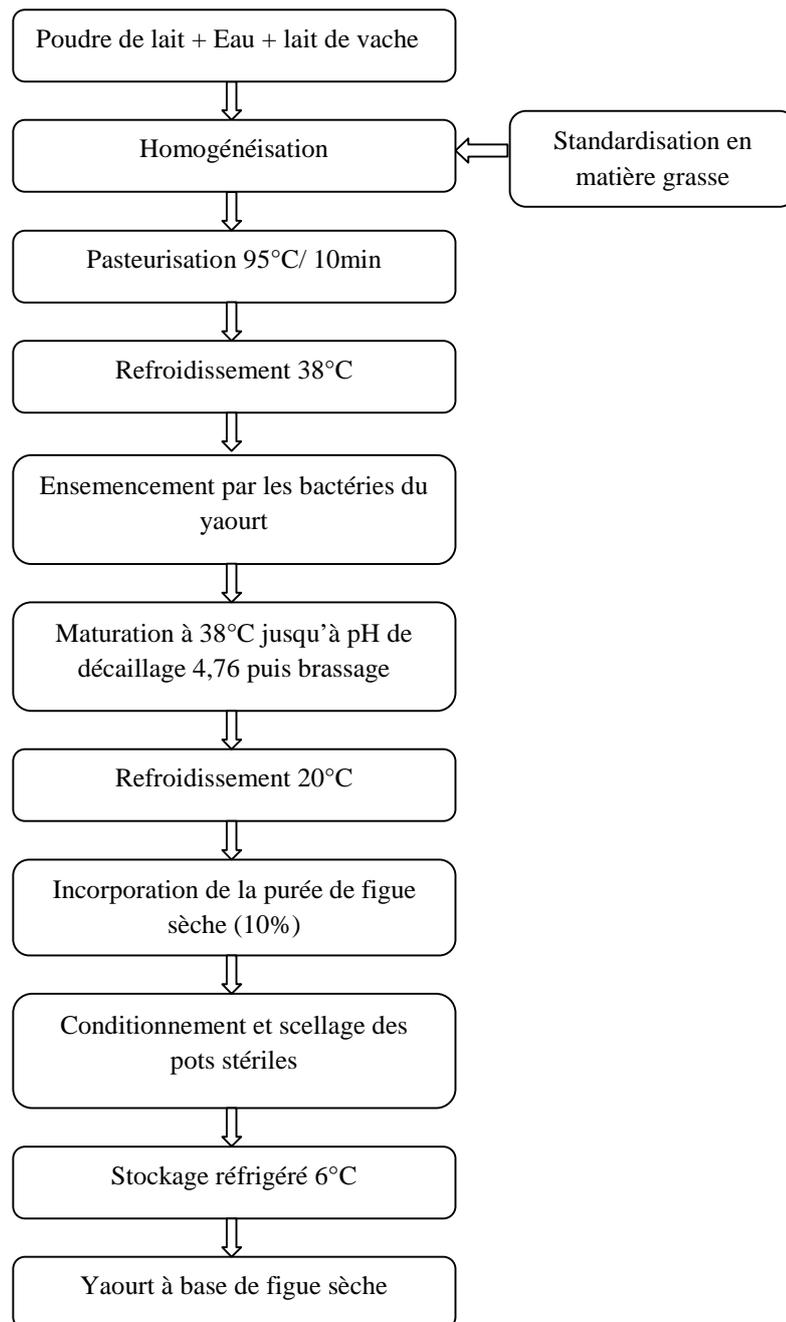


**Figure 4** : photographie de la figue sèche

### **I.2. Elaboration du yaourt**

La fabrication du yaourt a été réalisée à l'échelle laboratoire au niveau de l'unité Soummam respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt brassé aux fruits (figure 5). Les ingrédients utilisés pour la préparation de ce yaourt sont : lait de vache, la poudre de lait (0% et 26%), le sucre cristallisé, ferments lactiques.

La préparation de la pâte à base de la figue sèche consiste tout d'abord à couper manuellement la figue sèche en petits morceaux d'environ 12 mm, puis la faire cuire à la vapeur pendant 20 min, la préparation obtenue a été ensuite mixée à l'aide d'un bras mixeur. Pour préparer la purée de figue sèche rajoutée au yaourt nous avons mélangé une quantité d'eau à la pâte de la figue sèche déjà préparée avec une proportion de 7:3 (m(g):v(ml)).



**Figure 5:** Diagramme de fabrication du yaourt à base de figue sèche

### I.3. Analyses physico-chimiques

Afin d'éviter toutes anomalies ou dysfonctionnement, le laboratoire de l'unité est appelé à effectuer des analyses physico-chimiques, ces dernières sont réalisées afin de garantir les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques du produit (Scriban, 1999).

Les différentes analyses effectuées pour chaque échantillon sont résumées dans le tableau II.

**Tableau II :** différentes analyses effectuées pour chaque échantillon

Echantillon Paramètre	Matière première				Yaourt élaboré
	Poudre de lait	Lait cru	sucre	Eau de process	
pH	+	+	-	+	+
Acidité	+	+	-	-	+
Brix	-	-	-	-	+
MG	+	+	-	-	-
EST	-	+	-	-	+
Humidité	+	-	+	-	-
Indice d'insolubilité	+	-	-	-	-
Masse volumique	+	-	-	-	-
Test de fermentation	+	-	-	-	-
Test d'Antibiotiques	-	+	-	-	-
Test d'ébullition	-	+	-	-	-

Analyses effectuées

+

Analyses non effectuées

-

#### I.3.1. Mesure du pH

Le pH est en relation étroite avec la concentration des ions hydrogènes ( $H^+$ ) et ions hydroxydes ( $OH^-$ ) présents dans une solution. Ces ions confèrent au milieu son caractère acide ou basique (Amiot et Britten, 2002). La mesure se fait à l'aide d'un pH-mètre. La sonde du pH-mètre, préalablement étalonnée, est directement introduite dans l'échantillon. La valeur du pH de l'échantillon est obtenue par simple lecture sur l'écran de l'appareil (figure 6).



Figure 6 : photographie d'un pH mètre

### I.3.2.Détermination de l'acidité Dornic

L'acidité Dornic correspond à la quantité d'acide lactique contenu dans le yaourt. Elle est déterminée à partir d'un titrage acido-basique en utilisant une solution basique.

2 à 3 gouttes de phénolphaléine ont été ajoutées à 10ml de l'échantillon à analyser, puis le contenu a été titré par addition de l'hydroxyde de sodium (NaOH à 1N) à l'aide d'une burette jusqu'à pH=8,30. Le volume de la solution titrant (NaOH) utilisé a été noté (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

Les résultats sont exprimés comme suit :

Où

$$\text{Acidité} = V \times 0,9 \times 10^{\circ}\text{D}$$

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

1°D = 0,1g d'acide lactique.

### I.3.3.Détermination du Brix

La détermination du Brix ou l'indice réfractométrique est basée sur la détermination du taux de sucre dans le yaourt. Les réfractomètres (figure 7) donnent par simple lecture, l'extrait sec soluble d'un liquide sucré à une température déterminée (Dongare, 2015).



Figure 7 : photographie d'un refractomètre.

### **I.3.4. Détermination de la matière grasse (méthode de GERBER)**

Après dissolution des protéines de l'échantillon à analyser par l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), ce dernier attaque les éléments de l'échantillon à l'exception de la matière grasse. Cette dernière a été séparée par centrifugation dans un butyromètre par ajout d'une petite quantité de l'alcool iso-amylé.

10ml d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) sont introduits dans le butyromètre, puis 11ml de l'échantillon à analyser et 1ml d'alcool iso-amylé ont été rajoutés, le mélange a été agité jusqu'à ce qu'il devienne homogène puis centrifugé à 1000 tours / 10min. La lecture a été directement faite à l'échelle du butyromètre (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

### **I.3.5. Détermination de l'extrait sec total**

L'extrait sec total a été mesuré au moyen d'un dessiccateur à rayonnement infrarouge, équipé d'un système de chauffage permettant l'évaporation ou l'élimination de l'humidité du lait. 3g du produit à analyser ont été prélevés et analysés à l'aide d'un dessiccateur (figure 8). L'analyse est réalisée à 105°C pendant 10 minutes. Les résultats sont affichés en pourcentage sur l'écran du dessiccateur. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/L (Manuel de la laiterie SOUMMAM).



**Figure 8** : Photographie d'un dessiccateur

### I.3.6. Mesure du taux d'humidité

2g de poudre du lait ont été séchés dans une coupelle à l'étuve à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 2h. Le taux d'humidité est exprimé en pourcentage selon la formule suivante (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

Ou :

$$( m_1 - m_2 / m_1 - m_0 ) \times 100$$

$m_0$  : est la masse, en gramme, de la capsule vide et sans couvercle.

$m_1$  : est la masse, en gramme, du couvercle et de la prise d'essai avant dessiccation.

$m_2$  : est la masse en gramme, de la capsule, du couvercle et de la prise d'essai.

### I.3.7. Détermination de la masse volumique

C'est le tapotement d'une prise d'essai de produit séché dans une éprouvette, après un nombre spécifié de tapotements, enregistrement du volume de produit et calcul de sa masse volumique.

Après avoir pesé et mis 100g de la poudre dans un bécher, un entonnoir a été placé sur une éprouvette et la poudre de lait est traversée à l'aide d'une spatule. L'éprouvette a été fixée sur l'appareil de mesure et un nombre de tapotements sont effectués après la surface est égalisée avec une spatule (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

### I.3.8. Test d'antibiotique (Delvo test)

Test standard de diffusion pour la détection d'antibiotique dans le lait, il contient un milieu gélosé solide ensemencé par *Bacillus stearothermophilus* et enrichis en élément nutritifs de croissance.

Une coloration jaune indique l'absence d'une substance antibactérienne et une coloration violette indique la présence d'antibiotique (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

### I.3.9. Test d'ébullition

Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséine particulièrement instable, mais un simple traitement thermique suffit à les précipiter.

Dans un tube à essai, 2 à 5 ml de lait ont été portés à l'ébullition. Le lait est considéré frais, si il reste homogène après quelques instants, et il considéré acidifié s'il coagule par l'ébullition (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

### **I.3.11. Test de fermentation**

Cette méthode mis en évidence la présence d'inhibiteur de l'activité du ferment lactique (Antibiotiques, antiseptiques....) dans un lait sec. Elle est basée sur la fermentation d'un lait reconstitué après ensemencement avec un lait fermenté.

100 ml de lait reconstitué (12,5%) ont été porté au bain marie à 90°C/10min pour effectuer une pasteurisation. Ensuite le lait a été refroidi à 43°C ± 2°C puis ensemencé avec environ 8 à 10 ml d'un yaourt étuvé, préalablement homogénéisé. Le mélange a été incubé pendant 4 à 5 heures (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

Le lait reconstitué doit être trouvé fermenté.

## **I.4. Evaluation des paramètres microbiologiques**

Les analyses microbiologiques ont pour objectif d'assurer que les produits présentent une bonne qualité hygiénique. Les germes recherchés et dénombrés sont les coliformes totaux et fécaux, la flore totale, les *Clostridium* sulfite-réducteurs et salmonelles(Manuel de la laiterie SOUMMAM).

### **I.4.1.Dénombrement des germes totaux**

Trois séries de dilutions, préparées pour chaque échantillon, ont été ensemencées en masse, à raison de 1ml chacune, dans les boites de pétri. Ensuite, la gélose PCA préalablement fondue puis refroidie à 45°C, a été coulée dans les boites. Après solidification, ces dernières sont incubées à 30°C pendant 72h ± 3h (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

### **I.4.2.Recherche des coliformes totaux**

Trois séries de dilutions, préparées pour chaque échantillon, ont été ensemencées en masse et en double couche, à raison de 1ml chacune, dans les boites de pétri. Ensuite, la gélose VRBL préalablement fondue puis refroidie à 45°C, a été coulée dans les boites. Après solidification une deuxième couche de 4ml de la gélose a été coulée sur la surface. Les boites sont incubées à 30°C pendant 24h ± 2h. Une boite témoin avec environ 15 ml du milieu de culture pour contrôler sa stérilité a été préparée.

Après 24 h d'incubation, les colonies caractéristiques des coliformes totaux sont violacées, d'un diamètre de 0,5 mm ou plus et parfois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile. Le nombre des coliformes totaux par gramme de produit correspond au nombre de colonies comptées sur la boîte ensemencées dans le cas des produits liquides, et à la somme des colonies dans les deux boîtes ensemencées dans le cas des préparations aux fruits (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

#### **I.4.3. Recherche des coliformes fécaux (coliformes thermo tolérants)**

Il est basé sur le développement des coliformes fécaux sur la gélose VRBL à 44 C, par l'utilisation des sels biliaires et du lactose et de la production d'indole pour *E.coli*.

Trois séries de dilutions, préparées pour chaque échantillon, ont été ensemencées en masse, à raison de 1ml chacune, dans les boîtes de pétri. La gélose VRBL préalablement fondue puis refroidie à 45°C, a été coulée dans les boîtes. Après solidification une deuxième couche de 4ml de la gélose a été coulée sur la surface. Les boîtes sont incubées à 44°C pendant 24h ± 2h. Une boîte témoin avec environ 15 ml du milieu de culture pour contrôler sa stérilité a été préparée.

Après 24 h d'incubation, les colonies caractéristiques des coliformes totaux sont violacées, d'un diamètre de 0,5 mm ou plus et parfois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile. Le nombre des coliformes fécaux par gramme de produit correspond au nombre de colonies comptées sur la boîte ensemencées dans le cas des produits liquides, et à la somme des colonies dans les deux boîtes ensemencées dans le cas des préparations aux fruits (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

#### **I.4.4. Dénombrement des levures et moisissures**

Il est basé sur le dénombrement en aérobiose sur gélose YGC à 25 C. 1ml d'échantillon pour chaque dilution et chaque échantillon est ensemencé en masse dans une boîte de pétrie. Ensuite, environ 15ml de la gélose YGC a été coulée dans chaque boîte de Pétri, à une température de 45 C ± 0,5. Une boîte témoin a été également préparée. L'incubation des boîtes a été faite à température ambiante ou à l'étuve à 25 C ± C pendant 5 jours.

Les colonies caractéristiques des levures et celles des moisissures ont été comptées séparément, les boîtes contenant moins de 150 colonies pour l'expression des résultats par une moyenne pondérée ont été retenues.

NB : Pour la préparation aux fruits, 10g de fruit ont été mis dans 40ml du bouillon sabouraud (enrichissement). L'enrichissement se fait à 30 C pendant 48h et l'isolement se fait sur YGC à la même température pendant 3 jours (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

#### **I.4.5. Recherche des salmonelles**

Le protocole de la recherche est réalisé en 3 étapes :

##### **a) Pré-enrichissement (non sélectif)**

25 g de d'échantillon ont été ajoutés à 225 ml du bouillon EPT (Eau Peptone Tamponné), le mélange a été agité jusqu'à ce que le produit soit complètement dispersé. L'incubation est effectuée à 37°C pendant 18h±2h.

##### **b) Enrichissement sélectif**

0,1ml de la culture après pré-enrichissement a été transféré dans un tube contenant de bouillon Muller Kauffmann et 10ml de la culture dans un flacon contenant 100ml du bouillon Rappaport Vassiliadis avec Soja (RVS). Le mélange est Incubé à  $43 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

0,1ml de la culture après pré-enrichissement ont été transféré dans un tube contenant 10 ml de bouillon Muller Kauffmann et 10ml de la même culture dans un autre flacon contenant 100ml du bouillon Rappaport Vassiliadis avec Soja (RVS). Ensuite l'icubation a été faite pour le bouillon Muller Kauffmann à  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$  et pour le bouillon Rappaport Vassiliadis avec Soja (RVS) à  $41,5 \pm 1^{\circ}\text{C}$  pendant 24 h±/ 3 h.

##### **c) Isolement**

A l'aide d'une anse de platine une goutte du bouillon d'enrichissement Muller-Kouffman a été prélevée et ensemencée en stries sur les deux géloses Hektoen et XLD (Xylose-Lysine-Désoxycholate)préalablement coulées et laissées refroidir dans des boites de pétri, l'incubation est faite à 37°C pendant 24h, et la même manipulation a été réalisée à partir du bouillon d'enrichissement RVS.

Sur la gélose XLD, les colonies ont un centre noir, entourées d'un halo clair transparent rouge du à un changement de l'indicateur du milieu sur la gélose BPLS.

Sur la gélose Hektoen, les colonies sont grises bleues à centre noir.

Vu qu'il n'y a pas de tolérance quant à la présence de salmonelles, chaque colonie identifiée positive, indique une présence de salmonelles dans le produit (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

### I.4.6. Dénombrement des *Clostridium*s sulfito-réducteurs

Leur mise en évidence est basée sur le pouvoir des *Clostridium*s à réduire le sulfite dans un milieu contenant des sulfites et un sel métallique et leur production d'H<sub>2</sub>S. L'isolement se fait sur milieu VF (viande foie) additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer.

A partir des dilutions choisies, la quantité d'échantillon à analyser a été portée aseptiquement dans des tubes stériles (Annexe 2).

Les tubes ensemencés ont été chauffés à 80°C pendant 8 à 10 mn. Puis refroidis immédiatement sous l'eau de robinet dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées. 15ml de la gélose VF, préalablement fondue et refroidie à 45 ±2°C, ont été ajoutés pour chaque tube. Un tube témoin a été préparé parallèlement. L'incubation a été faite à 46°C pendant 48 heures (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

**Tableau III** : prises d'essai, ensemencement et expression des résultats.

Produit	Ensemencement	expression des résultats
Poudre de lait	Ensemencer 5 tubes avec 2ml de la suspension mère	La somme des colonies dans les 5 tubes correspond au nombre de bactéries par gramme de produit.
Sucre	Ensemencer 5 tubes avec 1ml de la suspension mère	La somme des colonies dans les 5 tubes correspond au nombre de bactéries par gramme de produit.
Amidon	Ensemencer 5 tubes avec 2ml de la dilution 10 <sup>-2</sup>	Le nombre de bactéries par gramme de produit est la somme des colonies dans les 5 tubes multiplié par 10.

### I.4.7. Recherche des germes acidifiants

Cette méthode consiste au dénombrement des germes acidifiants par comptage de colonies sur milieu solide (BCP) à 37 °C. Cette méthode est utilisée dans le cas de sucre blanc cristallisé, la prise d'essai est la suspension mère.

Couler une boîte de pétri avec 15ml de la gélose au BCP, préalablement fondue et refroidie à 45°C comme témoin. Ensemencer 100ml de gélose BCP par 10ml de solution mère, mélanger avec des mouvements de retournement tout en évitant la formation de mousse. Repartir le contenu dans 5 boîtes de pétri et laisser refroidir sur une surface fraîche et horizontale. Retourner les boîtes et les incuber à 37°C pendant 5 jours.

Les colonies présentant une coloration jaune sur la gélose au BCP sont comptées. Le nombre de germes acidifiant par gamme de produit correspond à la somme des colonies obtenues dans les 5 boîtes divisé par deux (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

#### **I.4.8. Spores totales et thermorésistantes**

A partir de la suspension mère (1g/9ml de la solution Ringer) deux séries de dilutions ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) ont été préparées. Ces dernières ont subi un traitement thermique de 80°C /10min pour la première série (ST) et de 100°C/30min pour la deuxième (STT).

1ml de chaque dilution des deux séries a été ensemencé en masse dans la gélose PCA. Les boîtes de la série ST ont été incubées à 37°C/48h et celles de la série STT à 55°C/ 5 jours.

Le nombre de colonies se développant à 37°C correspond aux spores totales (ST), et le nombre de colonies se développant à 55°C correspond aux spores thermorésistantes thermophiles (STT) (Manuel de la laiterie SOUMMAM).

#### **I.4.9. La flore lactique**

✓ *Lactobacillus bulgaricus*

A partir de la solution mère ( 10g du yaourt élaboré/ 90ml de l'eau distillé) quatre séries de dilutions (  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ) ont été préparées. 1ml de chaque dilution ensemencé en masse dans la gélose MRS . Les boîtes ont été incubées à 37°C/3jours.

✓ *Streptococcus bulgaricus*

A partir de la solution mère (10g du yaourt élaboré/ 90ml de l'eau distillé) cinq séries de dilutions ( $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  ) ont été préparées. 1ml de chaque dilution ensemencé en masse dans la gélose M17. Les boîtes ont été incubées à 37°C/3jours.

### **I.5. Analyses sensorielles**

Elle est née aux Etats-Unis dans les années 1950, l'analyse sensorielle est un ensemble de techniques permettant de mesurer les perceptions sensorielles provoquées par un produit grâce aux 5 sens humaine (vue, ouïe, odorat, goût, toucher). Le secteur agro-alimentaire s'est intéressé très tôt à cette science.

Selon Schlich et *al.* (2010), l'évaluation sensorielle peut être un test de préférence ou un test d'acceptabilité. Le test de préférence consiste à comparer deux ou plusieurs produits pour n'en choisir qu'un ou pour les ordonner selon la préférence du sujet. Alors que le test d'acceptabilité consiste à accorder une note sur une échelle à chacun des produits de l'étude.

Durant cette évaluation, trois échantillons codés A, B et C présentant respectivement le témoin, le produit élaboré moins sucré et le plus sucré, ont été présentés pour chaque dégustateur. Cette évaluation a été effectuée en deux phases: une analyse hédonique et une analyse sensorielle.

L'analyse hédonique consiste à présenter les échantillons d'une façon monadique et le sujet doit exprimer son avis concernant leur caractère agréable sur une échelle de notation ou sur une échelle d'intervalle (Depledge et *al.*, 2009). 115 sujets ont participé et ont répondu à un questionnaire renfermant un ensemble de critères : couleur, odeur, goût et appréciation (annexe).

L'analyse sensorielle a été évaluée par un groupe d'individu expert dans le laboratoire d'analyse sensorielle à l'université Abderrahmane mira de Bejaia. Des critères ont été évalués selon un questionnaire présenté et la préférence a été notée de 1 à 9. Ces critères inclus: la couleur, l'odeur, l'arôme, la sucrosité, l'acidité, la quantité du fruit, le fruit identifié et la texture en bouche aussi l'appréciation (Annexe).

Ces deux analyses ont été réalisées tout en respectant les conditions d'analyse essentiellement: l'hygiène, l'isolement des juges (cabines de dégustation), le calme et l'anonymat des échantillons.

L'analyse statistique des résultats a été réalisée par le logiciel XL-STAT.

# *Résultats et discussion*

## Résultats et discussion

### I. Analyses physico-chimiques

#### I.1. Matières premières

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour les matières premières sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV** : Paramètres physico-chimiques des matières premières

Paramètres	Poudre de lait				Lait cru		Sucre	
	La 0%		La 26%		Résultat	Norme	Résultat	Norme
	Résultat	Norme	Résultat	Norme				
pH	6,68	6,5 à 6,7	6,7	6,5 à 6,7	6,7	6,6 à 6,8	-	-
Acidité	16,2	12 à 19°D	16	12 à 17°D	16,5	Max 18°D	-	-
MG	0,5	1,25 % Max	26	26% Min	3,45	Min 3,3%	-	-
Humidité	3,32	<5 %	3,05	<5 %	-	-	0,12	0,1 % Max
EST	-	-	-	-	12,45	12 à 13%	-	-
Matière protéique	33,1	34 à 39%	24,5	24,5 à 26%	3,18	3 à 3,5	-	-

*MG : matière grasse ; EST : extrait sec total.*

Le pH et l'acidité des deux poudres de lait sont conformes aux normes, ce qui indique la fraîcheur des poudres de lait utilisées pour la fabrication du yaourt.

Par ailleurs, la composition en matière grasse 26% pour la poudre de lait entier et 0% pour la poudre de lait écrémé ainsi que la composition en matière protéique est dans les normes exigées.

L'humidité des deux poudres est inférieure à 5% ce qui empêche le développement des microorganismes, et toutes altérations susceptibles de la rendre impropre à la consommation.

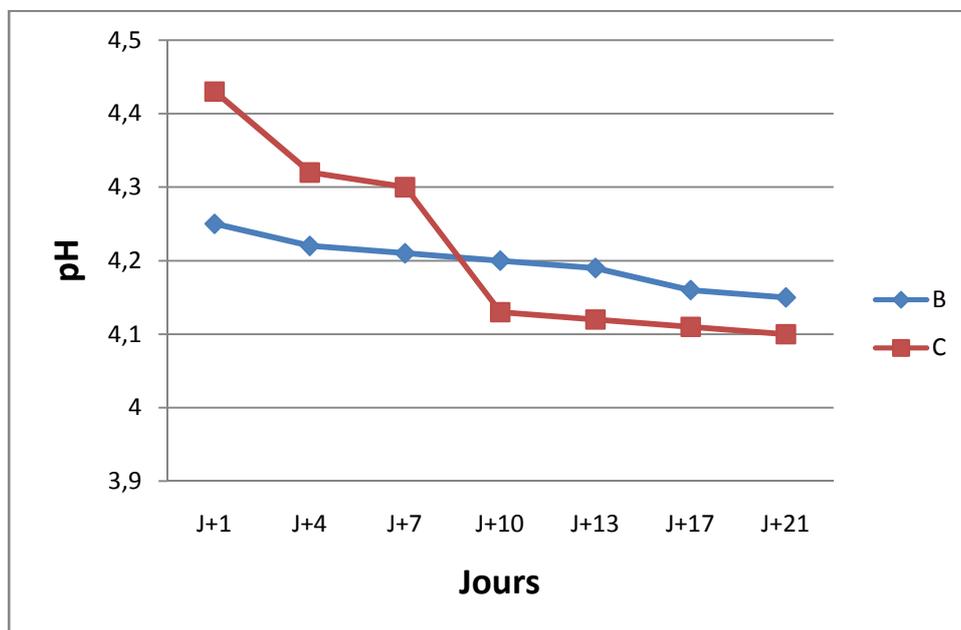
Les résultats des analyses physico-chimiques du lait cru qui sont obtenus par l'appareil FT120 sont satisfaisants et conformes aux normes requises.

Le résultat d'humidité pour le sucre blanc est légèrement élevé comparativement à la norme, mais cette élévation reste négligeable.

## I.2. Yaourt élaboré

### pH

Le pH est un paramètre important pour le contrôle de qualité des produits laitiers, c'est un critère de classification et a un rôle limitant dans la conservation pendant le temps de stockage du premier jour jusqu'à la DLC, le pH du yaourt élaboré a été mesuré et les résultats obtenus sont représentés dans la figure 10.



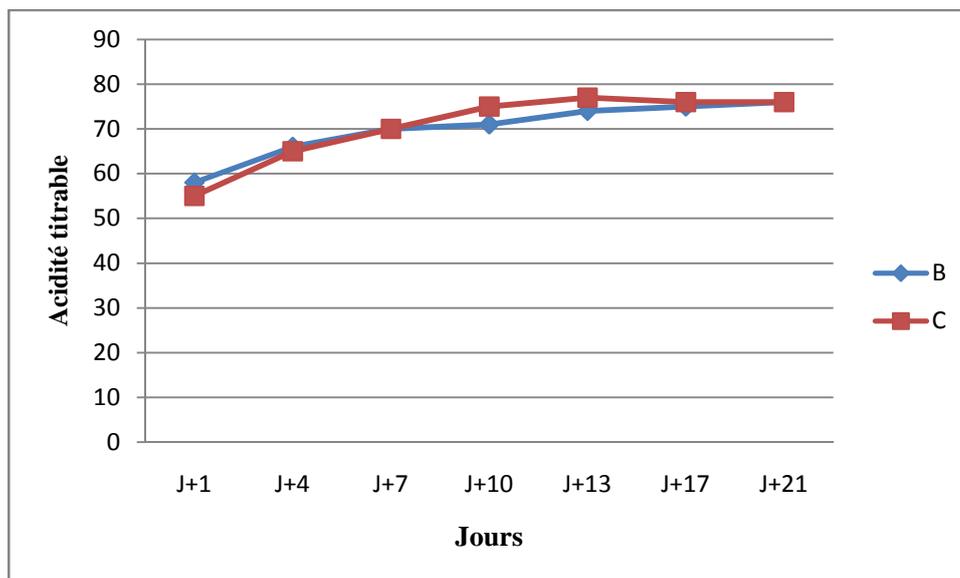
C : yaourt sucré (10%) / B : yaourt moins sucré (8%)

**Figure 9:** Evolution du pH dans le yaourt à base de figue sèche en fonction du temps de conservation à 6 °C

Les résultats obtenus montrent que le pH du yaourt enrichi avec de la figue sèche diminue au cours de son entreposage à 6°C. Une diminution faible de 4,25 jusqu'à 4,15 est remarquée pour le produit B (à 8% de sucre) et une diminution légèrement forte pour le produit C (à 10% de sucre) de 4,43 jusqu'à 4,10 par rapport au produit B.

### Acidité Dornic

L'acidité nous renseigne sur la teneur en acide organique dominant (acide lactique), les résultats de l'acidité mesurée pendant le temps de stockage sont présentés dans la figure suivante :



C : yaourt sucré / B : yaourt moins sucré

**Figure 10 :** Acidité Dornic des deux produits finis (B et C)

D'après la représentation graphique de la figure 10, nous remarquons que l'acidité titrable pour les deux produits (B et C) augmente au cours de la phase de post acidification, l'évolution de l'acidité des laits fermentés est caractérisée par une augmentation remarquable du 1<sup>er</sup> jour, au 13<sup>ème</sup> jour du stockage des produits à 6°C puis elle commence à se stabiliser. Nous constatons que la quantité de l'acide lactique produite par les bactéries lactiques change selon le stade de vie de la bactérie et que la durée de conservation influence sur l'acidité du yaourt.

### Le Brix

Les résultats de la détermination du taux de sucre dans la figue sèche, la purée de la figue sèche et les deux produits finis sont rapportés dans le tableau suivant :

**Tableau V** : le Brix des différents échantillons

Echantillon	Brix (°B)
Figue sèche	64 ,61
Purée de figue sèche	40,48
Produit fini B	15,86
Produit fini C	17,62

D'après les résultats illustrés dans le tableau, la figue sèche représente un degré Brix de 64,61. Cette valeurs ce trouve dans l'intervalle trouvé par Gabriel, (2007), qui indique que le Brix de la figue varie dans l'intervalle de 62 à 79,5°B.

Nous remarquons que le Brix de la figue sèche seule est plus élevé que la purée de figue, ça est dû à l'ajout de l'eau.

Les résultats du produit fini montrent que le produit C a un degré Brix de 17,62, il est plus élevé que celui du produit B(15,86), cette élévation est due aux taux de sucre dans la base lactée où il est de 8% pour le yaourt B et de 10% pour le yaourt C.

### Extrait sec total :

L'extrait sec représente la fraction des solides contenant les différents éléments responsables à la fois des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des produits enrichis. Les résultats obtenus sont dans le tableau suivant :

**Tableau VI** : taux d'EST des deux produits

Produits	EST	Norme
Produit B	19,80	18 à 19,5
Produit C	21,37	

Les résultats obtenus montrent que l'extrait sec total des deux produits B et C sont légèrement supérieur à la norme, et ceci est probablement dû à l'ajout des fruits à la base lactée, comme ce tableau nous montre une autre différence entre le produit B et le produit

C qui pourrait être dû au taux de sucre qui est plus élevé dans le produit C que dans le produit B .

### Matière grasse et matière protéique

La teneur en matière grasse contenue dans le produit A (masse blanche) et le yaourt élaboré (B et C) sont illustrés dans le tableau VII :

**Tableau VII** : La teneur en MG et MP des deux produits.

Produits	MG		MP	
	Résultat	Norme	Résultat	Norme
Produit A	1.8%	Min1.8%	2%	Min 2%
Produit B	1.6%	1,5 à 2%	1,8%	Min 1,8%
Produit C	1.6%	1,5 à 2%	1,8%	Min1,8%

Ce tableau montre que la base lactée contient 1,8% de matière grasse alors que les deux yaourts élaborés contiennent 1,6%. Toutefois, il faut signaler que ces valeurs sont conformes aux normes internes de l'unité SOUMMAM.

Pour la matière protéique, une légère diminution du taux de protéine du yaourt élaboré par rapport au yaourt nature est remarquée avec des valeurs de 1,8% et 2% respectivement. L'activité protéolytique des ferments lactiques semble être un facteur majeur de cette diminution.

## II. Analyses microbiologiques

### II.1. Matières premières

#### Poudre de lait

Les résultats de la recherche bactériologique des germes de contamination sont récapitulés dans le tableau VIII.

D'après les résultats obtenus, nous constatons l'absence des coliformes, *Clostridium* sulfite réducteurs, Salmonelles et antibiotiques, ce qui est en accord avec les normes en vigueur. Pour les germes totaux à 30°C le résultat obtenu est dans la zone de tolérance.

Le lait en poudre n'est pas stérile, il est stabilisé par la déshydratation, les traitements subis laissent subsister des bactéries sporulées aérobies ou anaérobies mésophiles ou thermophiles exemple le *Clostridium* (Guiaud, 2003).

**Tableau VIII** : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait

Détermination	Résultats	Normes
Germes totaux	$7.10^2$ (0%) / $10^2$ (26%)	$2.10^5$
Coliformes totaux	00	10
Clostridium sulfito-réducteur à 46°C	00	10
Salmonelle / 25g	Absence	Absence
Spoires totales (ST)	$8.10^2$ (0%) / $2.10^2$ (26%)	$10^3$
Spoires thermophiles thermorésistantes (STT)	22 (0%) / 30 (26%)	$10^2$

### Sucre blanc

Les résultats de la recherche bactériologique sont récapitulés dans le tableau IX. Les résultats indiquent qu'ils sont conformes aux normes en vigueur.

**Tableau IX** : Résultats microbiologiques de sucre blanc

Détermination	Echantillon					Norme
	1	2	3	4	5	
Germes totaux	00	00	00	01	01	20
Germes acidifiants	00	00	00	00	00	05
Clostridium sulfito-réducteur à 46°C	00	00	00	00	00	01
Levures	00	00	00	00	00	01
Moisissures	00	00	00	00	00	01

## Amidon

**Tableau X** : Résultats microbiologique de l'amidon

Détermination	Résultats	Normes
Coliformes fécaux	Absence	
Clostridium sulfito-réducteur	Absence	100
Levures et moisissures	Absence	100
Salmonelle	Absence	Absence

Une conformité des résultats aux normes de l'entreprise est constatée d'après ce tableau, ce qui traduit la bonne qualité microbiologique de cette matière, cela est probablement dû :

- ✓ Au respect des exigences qualité de la laiterie par les fournisseurs, respect des conditions et d'hygiène lors de la fabrication, conditionnement, transport et stockage des matières premières.
- ✓ A la bonne pratique de nettoyage et de désinfection effectuée et aussi à la maîtrise du prélèvement.

## Lait cru

Les résultats microbiologiques du lait cru sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau XI** : Résultats microbiologiques du lait cru

Détermination	Résultats	Normes
Germes totaux	$10^6$	$3.10^6$
Coliformes totaux	$50.10^5$	$5.10^3$
Coliformes fécaux	$58.10^4$	$5.10^3$
Clostridium sulfito-réducteur à 46°C	Absence	Absence
ATB	Absence	Absence

Ce tableau montre que le nombre de coliformes est trop élevé par rapport à la norme, cette élévation est probablement due aux conditions de la collecte du lait qui se fait de manière artisanale donc les éleveurs ne respectent pas les conditions d'hygiène.

### ✚ La purée de la figue sèche

Les résultats microbiologiques de la préparation sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau XII** : Résultats microbiologiques de la préparation à la figue sèche

Détermination	Résultats	Normes
Germes totaux	15 colonies/ g	<100 UFC
Coliformes fécaux	Absence	ABS/10g
Coliformes totaux	Absence	ABS/10g
Levures	Absence	ABS/50g
Moisissures	Absence	ABS/50g

Les résultats obtenus sont déterminés après avoir stérilisé la préparation. Ces résultats sont conformes aux normes de la laiterie SOUMMAM. Ce qui indique que le traitement thermique est efficace et correctement effectué.

## II.2. Yaourt élaboré

Les résultats de l'analyse microbiologique du produit fini sont présentés dans le tableau XIII et la figure 12 qui montre la viabilité de la flore lactique.

Les analyses microbiologiques du produit fini du J+1 jusqu'à J+21 montrent une absence totale des coliformes totaux et fécaux, les Entérobactéries ainsi que les levures et moisissures qui sont des germes de contamination. Leur absence est notée pour l'ensemble des échantillons, ce qui confirme :

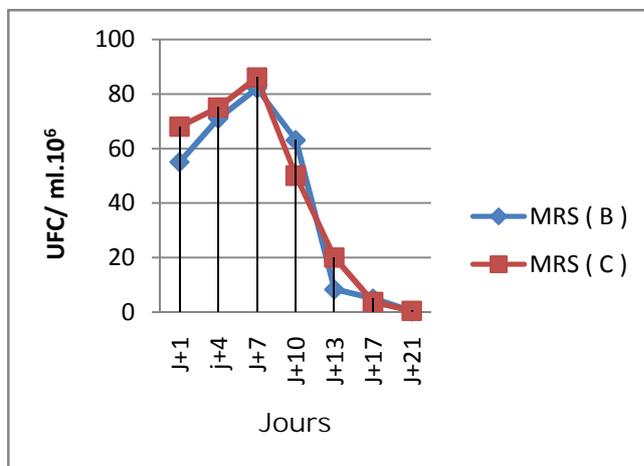
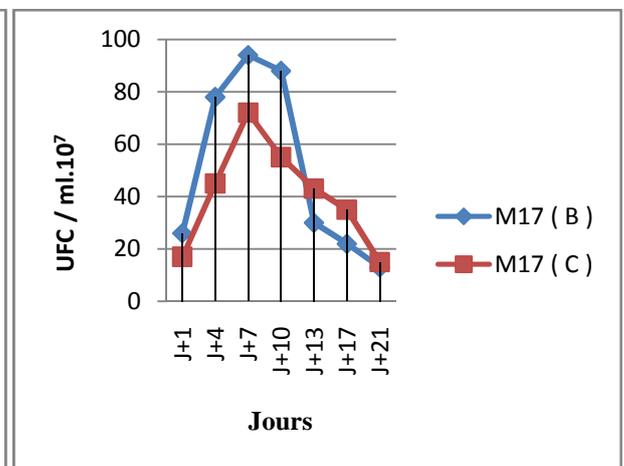
- ✓ L'efficacité du traitement thermique qu'a subi le produit semi fini ;
- ✓ L'efficacité du système d'hygiène et de nettoyage appliqué par l'unité NEP ;
- ✓ La qualité et la formation des emballages (sac en plastique) qui sont assurés par un système de thermoformage du plastique.
- ✓ La conditionneuse qui est muni d'un système de stérilisation à flux laminaire.

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

**Tableau XIII** : Analyses microbiologiques du yaourt à la figue sèche

Paramètres	Résultats							Norme
	J+1	J+4	J+7	J+10	J+13	J+17	J+21	
Coliformes totaux	00	00	00	00	00	00	00	10
Coliformes fécaux	00	00	00	00	00	00	00	01
Entéro-Bactéries	00	00	00	00	00	00	00	10 <sup>2</sup>
Levures	00	00	00	00	00	00	00	<100
Moisissures	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

Les bactéries lactiques ont un rôle dans la réduction et l'élimination des contaminants et ce par la production des composés inhibiteurs ayant un effet antibactériens par *Streptococcus thermophilus* et de l'eau oxygénée produit par *Lactobacillus bulgaricus* (Lamprell, 2003).

**Figure 11** : suivi de la viabilité de la bactérie lactique *Lactobacillus bulgaricus***Figure 12** : suivi de la viabilité de la bactérie lactique *Streptococcus thermophilus*

MRS : milieu nutritif des *Lactobacillus bulgaricus*

M17 : milieu nutritif des *Streptococcus thermophilus*

C : yaourt sucré / B : yaourt moins sucré

Les résultats de la figure montrent que le nombre de *Lactobacillus bulgaricus* J+1 est de  $55.10^6$  UFC/ml de yaourt B est de  $68.10^6$  UFC/ml du yaourt B. L'augmentation du nombre de ces cellules a été remarquée qui atteint son maximum à  $82.10^6$  UFC/ml pour le yaourt B et à  $86.10^6$  UFC/ml pour le yaourt C à J+7. Cela est justifié par les conditions favorables de croissance telle que la richesse du yaourt en peptides et en acides aminés. Une diminution progressive de cette charge a été observée à partir de J+7 jusqu'à J+21 où le nombre de cette bactérie atteint  $26.10^4$  UFC/ml pour le yaourt B et  $42.10^4$  UFC/ml pour le yaourt C. Cela est probablement dû à la diminution de l'activité en eau, mais aussi la présence d'O<sub>2</sub> qui est un facteur hostile au *Lactobacillus bulgaricus* sachant que cette espèce est anaérobie stricte. L'oxygène est introduit lors de l'incorporation du fruit qui est un des facteurs majeurs limitant la durée de vie du yaourt (Lacroix et Lachance, 1988).

Le nombre de *Streptococcus thermophilus* illustré dans la figure 11 est de  $26.10^7$  UFC/ml pour le yaourt B et  $17.10^7$  pour le yaourt C. Ce dernier augmente pour atteindre son maximum au 7<sup>ème</sup> jours qui est de 94 UFC/ml pour le yaourt B et de 72 UFC/ml pour le yaourt C, puis diminue jusqu'à 13 UFC/ml du yaourt B et 15 UFC/ml du yaourt C à J+21. Cette chute s'explique par l'augmentation rapide du degré d'acidité qui est un facteur principal pour la perte de la viabilité de cette souche très sensible à l'acidité. Ceci est attribué à la diminution du pH du milieu et à l'accumulation des acides organiques.

### **III. Analyses sensorielles**

#### **III.1. Caractérisation du produit**

Ce test permet de caractériser rapidement les échantillons en fonction des préférences des juges, donc il s'agit d'identifier les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers dans le cadre de l'analyse sensorielle.

##### **III.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur**

Ce test permet de présenter l'enchaînement des caractéristiques du produit sélectionné par les dégustateurs dans un ordre de discrimination décroissant.

Les résultats de ce test sont présentés dans la figure 13

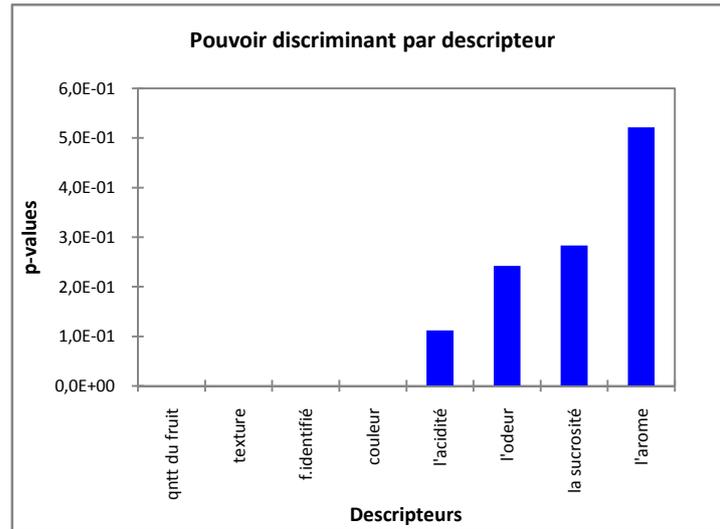


Figure13 : Pouvoir discriminant par descripteur.

L’histogramme de la figure 13 résume l’ensemble des descripteurs et montre clairement que la quantité du fruit, la texture et la couleur sont les descripteurs les plus discriminant c’est-à-dire que les sujets experts ont constaté une grande différence entre les trois échantillons, base lactée ou yaourt (A) et les deux yaourts à la figue sèche (B et C), suivi de l’acidité, l’odeur et le gout sucré avec un pouvoir discriminant moins fort qui veut dire qu’une petite différence a été constaté dans ce paramètre. Alors que, l’arome n’a pas été discriminé, cela prouve que les experts n’ont pas constaté des divergences de ce descripteur.

### III.1.2. Coefficients des modèles

Les résultats des coefficients du modèle sont représentés dans la figure

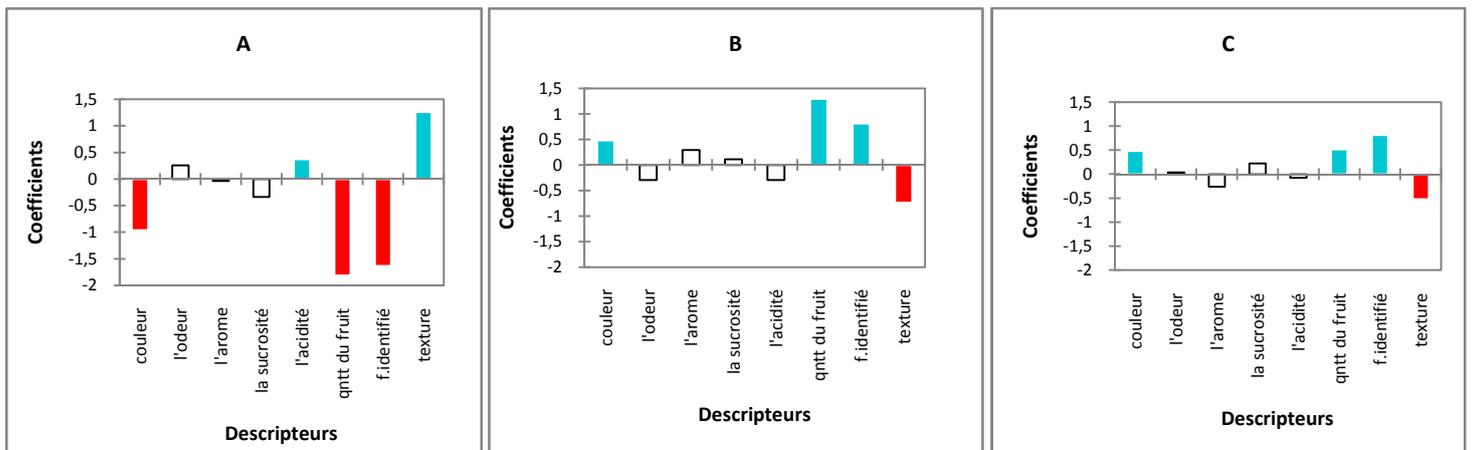


Figure 14 : Coefficients des modèles des échantillons de yaourt

Les graphes de la figure 14 permettent de définir l'appréciation ou non appréciation des descripteurs des échantillons des yaourts A, B et C par les jurys experts. Ainsi, ceux qui sont illustrés en bleu sont significativement positifs et plus intenses, alors que ceux présentés en blanc sont moyens et non significatifs, tandis que ceux en rouge sont significativement négatifs et moins intenses. D'après ces résultats, le produit A est caractérisé par une texture lisse, une acidité moyenne, aucune détection du fruit, une couleur blanche, une odeur faible et un goût sucré moyen ; la quantité du fruit est moins intense. En revanche, les produits B et C sont caractérisés par certains paramètres : une texture granuleuse, une couleur beige, une acidité moyenne, la présence de la figue sèche, la présence d'odeur, un goût sucré (le produit C est plus sucré que le produit B) ; la quantité du fruit et l'identification du fruit présente une intensité élevée. Ces paramètres sont présentés en bleu, ce qui veut dire qu'ils sont appréciés par les jurys.

### III.2. Moyennes ajustées par produit

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés dans le tableau XIV

**Tableau XIV:** Moyennes ajustées par produit.

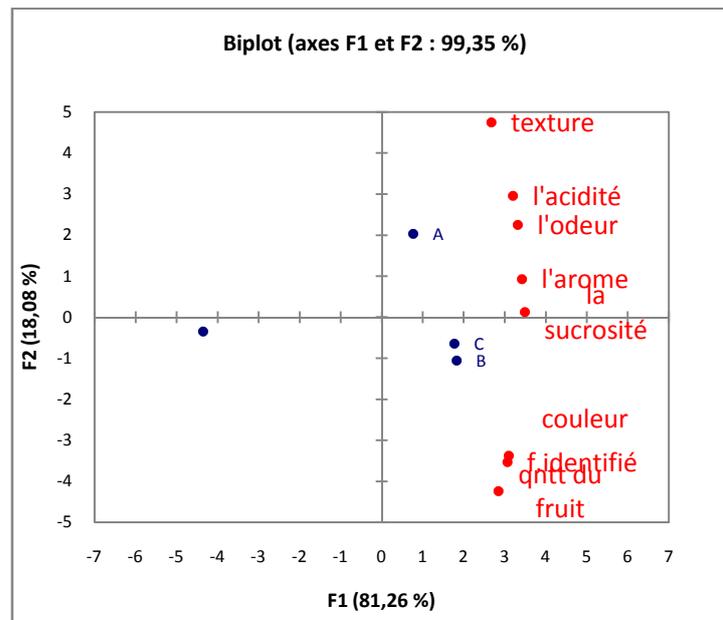
	Quantité du fruit	Fruit Identifié	Couleur	Sucrosité	Arôme	Odeur	Acidité	Texture
B	4,111	3,889	2,444	3,333	3,333	2,556	2,000	2,444
C	3,333	3,889	2,444	3,444	2,778	2,889	2,222	2,667
A	1,000	1,444	1,000	2,889	3,000	3,111	2,667	4,444

Les cellules présentés en blanc sont proches de la moyenne globale, celles en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale, et en rouge celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale. Cela montre clairement que les descripteurs « quantité du fruit, fruit identifié et couleur » sont plus intenses pour le produit B et C (en bleu) que pour le produit A (en rouge) à l'exception de la texture qui est granuleuse pour B et C et lisse pour A, et l'acidité est moyenne pour les deux échantillons (B et C) alors qu'elle est intense pour le produit A.

### III.3. Analyse en composantes principales (ACP)

La figure 15 illustre une carte qui présente le rapprochement des deux produits B et C. Cette carte montre que les experts ont observé une grande divergence entre les produits

avec un niveau de variabilité de 99,35%. Nous constatons que le produit B et C sont caractérisés spécialement par leur couleur, leur sucrosité, et la quantité du fruit alors que le produit A est caractérisé par son goût sucré, son arôme et son odeur ce qui confirme les résultats trouvés dans le tableau des moyennes ajustées.



**Figure 15** : Corrélations entre les variables et les facteurs.

### III.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La classification hiérarchique fonctionne en recherchant à chaque étape les classes les plus proches pour les fusionner (Tufféry, 2012).

L'application de l'analyse des données CAH génère plusieurs tableaux et graphes. Le graphe du profil des classes permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées. La figure 16 montre qu'il existe trois classes de consommateurs selon leurs préférences. La première classe illustrée en rouge préfère beaucoup plus le produit A puis le produit B ensuite le produit C, contrairement à la deuxième classe qui apparaît en bleu qui montre que le produit C est le plus apprécié que le produit B puis vient le produit A en dernier. Et un niveau moyen pour la troisième classe qui apparaît en vert où les trois produits sont appréciés.

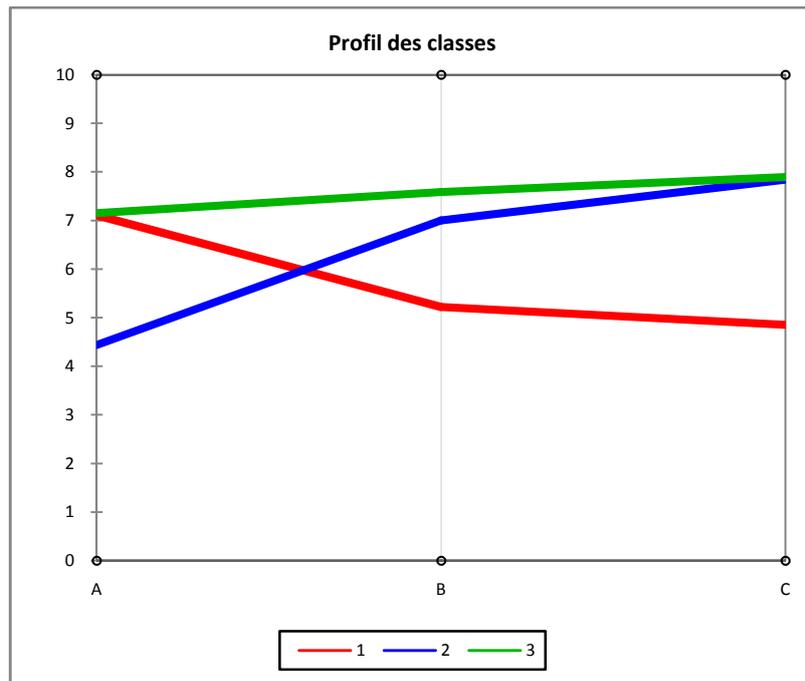


Figure 16 : Profil des différentes classes créées.

### III.6.cartographie de préférence

La figure 17 définit la courbe des niveaux et la carte des préférences

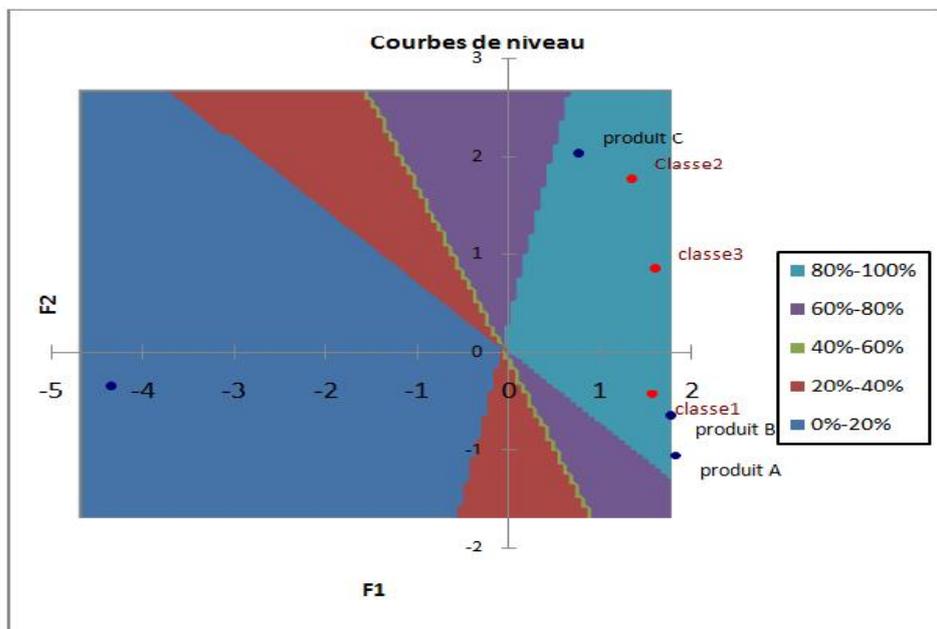


Figure 17 : Courbe a niveau et carte des préférences

Selon la figure 17 les trois produits A, B et C ont le même degré de préférence entre 80% et 100%, nous remarquons qu'ils sont très bien appréciés.

# *Conclusion*

### Conclusion

Ce stage nous a permis d'élaborer notre produit dans des meilleures conditions, enrichir nos connaissances dans le domaine laitier et plus spécialement le yaourt, et aussi s'approfondir dans les analyses du yaourt et le contrôle de la qualité.

Le but de notre travail était d'élaborer deux yaourts brassés à base de figue sèche avec des taux de sucre différents et de réaliser une analyse sensorielle afin de montrer les préférences des consommateurs.

Pour la réalisation de ce projet, il nous a fallu faire une série d'essais au niveau du laboratoire tout en respectant les méthodes d'analyses et les étapes de fabrication du yaourt brassé à l'unité SOUMMAM.

Les analyses physico-chimiques effectuées ont révélé un pH acide pour la figue sèche (4,37) et un taux de Brix de 40,48.

Les deux yaourts élaborés se caractérisent par un pH de 4,43 pour le produit C et 4,25 pour le produit B, et un taux de Brix de 15,86 et 17,62 pour les produits B et C respectivement. L'extrait sec total est de 19 pour le yaourt B et de 21 pour le yaourt C. Le taux de matière grasse est de 1,6% et le taux de protéine est de 1,8%. L'acidité titrable est de 55 pour le yaourt C et de 58 pour le yaourt B.

Les analyses microbiologiques nous ont montrés l'absence des germes indésirables dans toutes les préparations. Alors que pour les bactéries lactiques nous avons remarqué qu'elles restent viables et abondantes dans le produit fini au cours du suivi microbiologique.

Quand à l'analyse sensorielle, elle nous a montré une grande appréciation des trois produits A, B et C par les dégustateurs. On constate que la population algérienne préfère les produits trop sucrés malgré les maladies causées par l'assimilation des grandes quantités de sucre (exemple: l'obésité).

Et comme le produit B est aussi apprécié par les dégustateurs, on propose aux industries laitières de minimiser le sucre dans leurs produits en pensant à la santé de la population en premier lieu car s'ils produisent des produits moins sucrés la population va s'habituer à ce goût et l'industrie ne va pas perdre sa clientèle en réglant un paramètre qui est déjà un problème pour la santé.

A la lumière des résultats obtenus, nous constatons que les consommateurs aiment découvrir de nouvelles saveurs et de nouveaux produits, il est alors souhaitable d'élaborer et de tester de nouvelles recettes en utilisant d'autres produits de terroir en essayant de diminuer le sucre dans les préparations.

*Références  
bibliographiques*

## A

**Adwan G., Abu-Shanab B. Adwan K. et Abu-Shanab F. (2009).** Antibacterial effects of Nutraceutical Plants Growing in Palestine on *Pseudomonas aeruginosa* Turk. *Journal of biological*, 30: 239-242.

**Almeida K.M., Tamime A.Y. et Oliveira M.N.(2011).** Influence of solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria.Pp : 511-519.

**Saint-Eve A.,Anne-Cécile M et julien D. (2017).** *Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires, AgroParisTech, INRA,Université Paris-Saclay, rue Lucien-Brétignière 7 :2.*

## B

**Baby J., et Justin R. S.(2011).** pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn-An overview. *International Journal of Pharmacological Techniques Research-India*. 08-12.

**Bernade C. et Leclercq C. (2005).** *Industrie agro- alimentaire*, 33 : 2 .

**Beal C.,Skokanova J.Latrille E., Martin N. etCorrieu G. (1998).** Effets combines des conditions de culture et de temps d'entreposage sur l'acidification et viscosité du yaourt remué. Institut agronomique national paris France.

**Brien J., et Hardy T.S.(2002).** Fig growing in NSW. Agfact H3.1.19, first edition Order N° H3.1.19 Agdex 219. Edited by Ann Munroe. Pp 1-8.

**Brule G. (2003).** La micelle de caséine et la coagulation du lait. Le fromage : de la science à l'assurance-qualité. E. A. E. G. J. C. Ed. TEC et DOC. Lavoisier. Paris. 201p.

**Bergamaier D. (2002).** Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lactobacillus rhamnosus* RW-959M dans un milieu a base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Canada.

**Boukhalfa F. (2018).** Caractérisation physico-chimique et effet du séchage sur la composition phénolique de *Ficus carica* : Etude de quelques activités biologiques. Thèse de doctorat en sciences alimentaires. Université de Bejaia, Faculté des sciences de la Nature et la Vie, Bejaia.

## C

**Chawla A., Kaur R. et Sharma A. K. (2012).** (*Ficus carica*.L). A review on its pharmacognostic, phytochemical and pharmacological aspects. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*. 1 (4): 215-232.

**Corvi A.(1997).** Evénement, le yaourt, les laits fermentent. Tech-doc. Sepiac. Paris P14-17.

**Couplan F (1998)** .Guidenutritionnel des plantes sauvages et cultivées, Delachaux et Niestlé.

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

## D

**Dongare M.L., Buchade A.D. (2015).** Refractive Index based Optical Brix Measurement Technique with Equilateral Angle Prism for Sugar and Allied Industries. *International Journal for Light and Electron Optics*.

## G

**Ginder C et Hébel P. (2017).***Danone Nutricia Research, avenue de la Vauve, 13 :2.*

**Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Ed dunod ria, Montpellier 2- France; pp 90. 91.

## H

**Haesslein D. et Oreiller S. (2008).** Fraiche ou séchée, la figue est dévoilée ! Filière Nutrition et diététique.H.e.d.s (haute école de santé, Genève).

**Hols p., hancy F., Fontaine L., Grossioed B., Prozzi D., Leblond-boourget N., Decaris B., Blotin A., Delorme C., Duskoehrlich S Guedon E., Monnet V., Renault P. et Kleerebezem M.,(2005).**New insights in the molecular biology and physiology of streptococcus thermophilus reveald by comparative genomics. *FEMS Microbiology Reviens*. 29, pp 443-463.

## ***J***

**Joseph B et Raj SJ (2011).** Pharmacognostic and phytochemical properties of ficus carica Linn-An overview. International Journal of Pharm Tech Research 3 :8-12 .

## ***K***

**karathaanos V.T et Belessiotis V.G.(1997).** Sun and artificial air drying kinetics of some agricultural products. Journal of Food Engineering. Great Britain; 31:35-46.

## ***L***

**Lacroix C., Lachance O. (1988).** Effet de l'Aw sur la survie de *L. bulgaricus* et *S. thermophilus* et le développement d'acidité dans le yogourt conserve au froid: Groupe de recherche STELA Département de sciences et technologie des aliments Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation; Université Laval Ste-Foy, Quebec- Canada; pp. 501-510.

**Lamoureux L. (2000).** Exploitation de l'activité - galactosidase de cultures de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Mémoire de grade de maître et science (M-Sc). Faculté des études supérieures de l'université Laval .Quebec p173 .

**Lamprell H. (2003).** Production des entérotoxines dans les fromages en fonction de la diversité phénotypique et génétique des souches de *Staphylococcus aureus*. Thèse de doctorat, spécialité « science des aliments », Ecole nationale de biologie appliquée à la nutrition et à l'alimentation, Bourgogne, France. 190p.

**Loones A. (1994).** Laits fermentés par les bactéries lactiques. In Bactéries Lactiques : aspects fondamentaux et technologiques. Vol 2, De Roissart, H and Luquet F. M. Ed., Loriga, Paris. 37-151.

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

**Luquet, F.M. (1990).** Les produits Laitiers Transformation et technologie. 2e édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tech-doc Apria Lavoisier. P2-85-206.)

## *M*

**Makhlouf M. (2015).** Performance de la filière laitière locale :Thèse de doctorat de science biologiques et science agronomiques .université de MouloudeMaamari Tizi-Ouzou, 10p.

**Mahaut M., Jeantet R., Schark P. et Brul G. (2000).** Les produits industriels laitiers. Ed, techniques et documentation, Lavoisier, Paris. 26-40

**Martin. M (2004).** Technologie des laits de consommation. Ed. Laits. Candia direction développement technique. 135p.

**Marty-Teyssset C. De la Torre F. et Garel J-R (2000).** Increased production of hydrogen peroxide by *lactobacillus delbruekii ssp bulgaricus* upon aeration involvement. Applied and Environmental Microbiology, 66(1), 262-267.

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

### *Manuel de la laiterie SOUMMAM*

## *N*

**Ngounou C., Ndjouenkeu R., Mbofung F. et Noubi I. (2003).** Mise en évidence de la biodisponibilité de calcium et de magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolées du lait caillé du Zébu. Journal of Food Engineering, 75, 301-307. Paris, 2, p : 37-46.

## *O*

**Okos M.R., Narasimhan R.K., Singh et Witnauer A.C. (1992).** Food dehydration. In «Handbook of Food Engineering » Hedman D.R. et Lund D.B- New York: Marcel Dekker

## *P*

**Patiny S. (2012).** Evolution of Plant-Pollinator Relationships .Edition: Cambridge University Press – 31 janvier 2012.

## **R**

**Romain J., Thomas C., Michel M., Pierre S et Gérard B. (2008).** Les produits laitiers (2<sup>ème</sup> édition). Edition Tec & Doc. Paris, Lavoisier.pp.24.

**Roussel Y., Pebay M., Guedon G., Simonet J.P. and Decarism B. (1994).** Physical and genetic map of *streptococcus thermophilus* A054. Journal of Bacteriology, 176(24), 7413-7422.

## **S**

**Schmidt J.L., Tourneur C et Lenoir J. (1994)** Fonction et choix des bactéries lactiques laitières in « bactéries lactiques ». DE Roissart H. et Luquet F.M. *Ed. Lorica, sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris, p:307.*

**Serra M., Trujilo A.J., Gaumis B. et Ferragut V. (2009).** Evaluation of physical proprieties during storage of set and stirred yoghurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. Food Hydrocolloids, 23 : 82-91.

**Sodini I. et Beal C. (2012).** Fabrication des yaourts et laits fermentés. Ed. Techniques de l'ingénieur, F6315.Pp : 02-16.

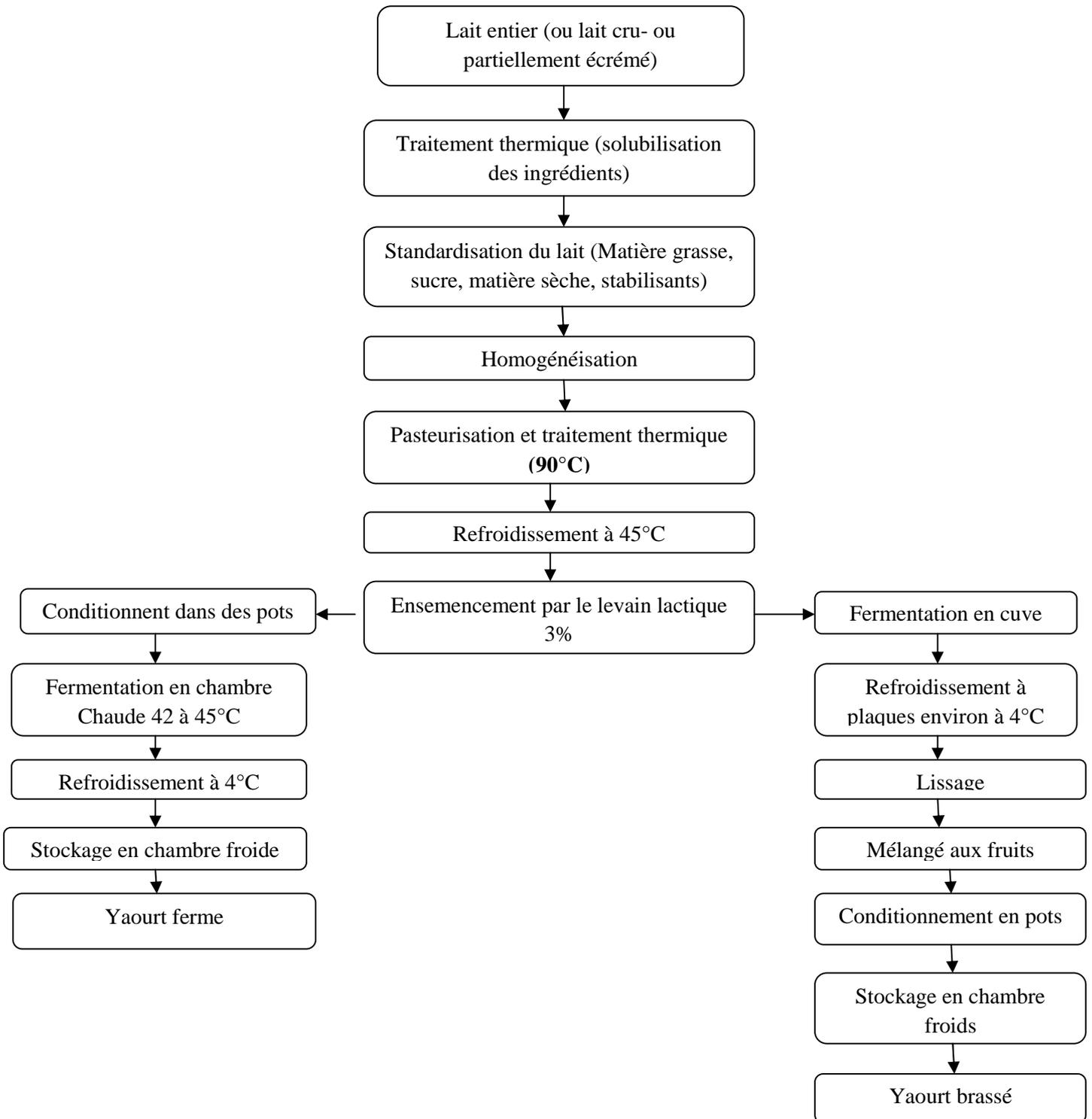
## **T**

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

**Tufféry S. (2012).** Data mining et statistique décisionnelle: l'intelligence dans les bases de données.Ed; Technip. Paris - France; 293 pp.

# Annexe 1

## Diagramme de fabrication du yaourt ferme et brassé



## Annexe 2

**Tableau des dilutions utilisées pour les analyses microbiologiques**

	Poudre de lait	Sucre blanc	Amidon	Lait cru	Purée de figue sèche	Produit fini
Germes totaux	( $10^{-2}$ , $10^{-3}$ , $10^{-4}$ )	(SM)	-	( $10^{-4}$ , $10^{-5}$ , $10^{-6}$ )	(SM)	-
Coliformes fécaux	-	-	(SM)	( $10^{-4}$ , $10^{-5}$ , $10^{-6}$ , $10^{-7}$ )	(SM)	(SM)
Coliformes totaux	( $10^{-1}$ , $10^{-2}$ , $10^{-3}$ )	-	-	( $10^{-4}$ , $10^{-5}$ , $10^{-6}$ , $10^{-7}$ )	(SM)	(SM)
Clostridium sulfito-réducteurs	(SM)	(SM)	( $10^{-2}$ )	( $10^{-1}$ )	-	-
Salmonelle	+	-	+	-	-	-
Spores totales (ST)	( $10^{-1}$ , $10^{-2}$ , $10^{-3}$ )	-	-	-	-	-
Spores thermophiles thermotolérantes (STT)	( $10^{-1}$ , $10^{-2}$ , $10^{-3}$ )	-	-	-	-	-
Germes acidifiants	-	(SM)	-	-	-	-
Levures et moisissures	-	(SM)	(SM)	-	(SM)	(SM)
Entérobactéries	-	-	-	-	-	(SM)

## Annexe 3

**Tableau des résultats du dénombrement des bactéries lactiques du yaourt.**

Produit	B		C	
	<i>Streptococcus thermophilus</i> UFC/ml	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> UFC/ml	<i>Streptococcus thermophilus</i> UFC/ml	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> UFC/ml
J+1	26.10 <sup>7</sup>	55.10 <sup>6</sup>	17.10 <sup>7</sup>	68.10 <sup>6</sup>
J+4	78.10 <sup>7</sup>	71.10 <sup>6</sup>	45.10 <sup>7</sup>	75.10 <sup>6</sup>
J+7	94.10 <sup>7</sup>	82.10 <sup>6</sup>	72.10 <sup>7</sup>	86.10 <sup>6</sup>
J+10	88.10 <sup>7</sup>	63.10 <sup>6</sup>	55.10 <sup>7</sup>	50.10 <sup>6</sup>
J+13	30.10 <sup>7</sup>	83.10 <sup>5</sup>	43.10 <sup>7</sup>	20.10 <sup>6</sup>
J+17	22.10 <sup>7</sup>	49.10 <sup>5</sup>	35.10 <sup>7</sup>	37.10 <sup>5</sup>
J+21	13.10 <sup>7</sup>	26.10 <sup>4</sup>	15.10 <sup>7</sup>	42.10 <sup>4</sup>

## Annexe 4

### Questionnaire de l'analyse hédonique d'un yaourt brassé

(Panel consommateur)

Date :

Sexe : FH

Age :

Trois échantillons de yaourt brassé vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en attribuant une note de 1 à 5 selon l'échelle présenté.

**NB** : veuillez rincer la bouche à chaque dégustation d'un échantillon

#### 1. Appréciation de la couleur du yaourt ?

1 : Non appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4: Bien appréciée

5 : Très appréciée

A	B	C

#### 2 Appréciation de l'odeur du yaourt?

1 : Non appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

5 : Très appréciée

A	B	C

#### 3 Appréciation du gout ?

1 : Non appréciée

2 : Peu appréciée

3: Moyennement appréciée

A	B	C

4: Bien appréciée

5 : Très apprécié

**4. préférence globale :**

**Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond le moins préféré comme présenté dans l'échelle ci-dessous :**

1 : Extrêmement désagréable, 2 : Très désagréable, 3 : Désagréable, 4 : Assez désagréable,

5 : Ni agréable ni désagréable, 6 : moins Désagréable, 7 : Agréable, 8 : Très agréable,

9 : Extrêmement agréable

A	B	C

## Annexe 5

### Questionnaire de l'analyse sensorielle d'un yaourt brassé

(Panel expert)

**Date :**

**Sexe :**  F  H

**Age:**

Trois échantillons de yaourt brassé vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en attribuant une note de 1 à 5, selon l'échelle présentée ci-dessous :

**NB :** Veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon.

#### 2. La couleur du yaourt :

1 : Blanc

2 : Beige

3 : Jaune

4 : Marron

5 : Marron foncé

A	B	C

### 3. L'odeur du yaourt :

1: Absent

2 : Faible

3 : Moyenne

4 : Forte

5 : Très forte

A	B	C

### 3. L'arôme du yaourt (sensation en bouche) :

1: Absent

2 : Faible

3 : Moyenne

4 : Forte

5 : Très forte

A	B	C

### 4. La sucrosité du yaourt :

1 : Absente

2 : Faible

3 : Moyenne

4 : Forte

5 : Très forte

A	B	C

### 5. L'acidité du yaourt :

1 : Absente

2 : Faible

3 : Moyenne

4 : Forte

5 : Très forte

A	B	C

**6. La quantité du fruit dans le yaourt :**

- 1 : Absente
- 2 : Faible
- 3 : Moyenne
- 4 : Forte
- 5 : Très forte

A	B	C

**7. Fruit identifié :**

- 1 : Absent
- 2 : Fraise
- 3 : Datte
- 4: Figue sèche
- 5 : Non identifié

A	B	C

**8. Texture en bouche du yaourt :**

- 1 : Très granuleuse
- 2 : Granuleuse
- 3 : Peu granuleuse
- 4 : Lisse
- 5 : Très lisse

A	B	C

**9. Préférence :**

Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 9 au plus préféré. Comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

- 1 : Extrêmement désagréable, 2 : Très désagréable, 3 : Désagréable, 4 : Assez désagréable,
- 5 : Ni agréable ni désagréable, 6 : Désagréable, 7 : Agréable, 8 : Très agréable,
- 9 : Extrêmement agréable

A	B	C

## **Resumé**

L'objectif de ce travail est la formulation et la caractérisation d'un yaourt brassé à base de figue sèche. La caractérisation physicochimique a montré un pH acide pour la figue sèche (4,37) et un taux de Brix de 40,48. La préparation du yaourt a été réalisée à l'échelle du laboratoire au sein de la laiterie SOUMMAM respectant un diagramme de fabrication de l'unité. Les produits finis se caractérisent par un pH de 4,43 pour le produit C et 4,25 pour le produit B, et un taux de Brix de 15,86 et 17,62 respectivement pour les deux produits B et C. L'extrait sec total est de 19 pour le yaourt B et de 21 pour le yaourt C. Le taux de matière grasse est de 1,6% et le taux de protéine est de 1,8%. L'acidité titrable est de 55 pour le yaourt C et de 58 pour le yaourt B. Les analyses microbiologiques sont conformes aux normes de SOUMMAM. Selon l'évaluation sensorielle (115 dégustateurs) effectuée les trois yaourts sont bien appréciés.

**Mot clés :** yaourt ; figues sèches ; Analyses physicochimiques et microbiologiques ; évaluation sensorielle.

## **Abstract**

The objective of this work is the formulation and characterization of a stirred yogurt based on dried fig. The physicochemical characterization showed an acid pH for dried fig and (4,37) a Brix of 40,48. The preparation of the yogurt was carried out at laboratory at SOUMMAM Dairy in accordance with a manufacturing diagram of the unit. The finished product is characterized by an acid pH (4,43), a brix 15,86 and 17,62 respectively for the yogurt B and C. total dry extract a value of 19 for the yogurt B and 21 for the yogurt C. a fat content with a value of 1,6% and a protein a value of 1,8%, a titratable acidity of 58 for the yogurt B, 55 for the yogurt C. Microbiological analyzes (enumerating lactic flora and detecting unwanted germs) comply with SOUMMAM standards. According to the sensory evaluation (115 tasters) carried out the yogurt are very appreciated.

**Keywords :** Yogurt; Dried fig; Physicochemical and microbiological analyzes; Sensory evaluation.