

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE  
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20

## MEMOIRE DE FIN DE MASTER EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV    Filière : Science Alimentaire  
Spécialité : Technologie Agro-alimentaire et Contrôle de qualité

Présenté par :

**BOUSBA SOULAF & RABIY HANANE**

*Thème*

**INCORPORATION DE SIROP DE FIGUES SECHES DANS UN  
YAOURT NATUREL ET SA CARACTERISATION  
SENSORIELLE**

Soutenu le : 29 / 09 / 2020

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Zouggaghe Fatah	Prof.	Univ. de Bouira	Président
Yazzourene Ghania	MCB.	Univ. de Bouira	Examineur
Mazri Chafiaa	MCB.	Univ. de Bouira	Promotrice

*Année Universitaire : 2019/2020*



## *REMERCIEMENT*

*Avant tous nous avons à nous remercier "Allah" qui a guidé nos pas  
Vers la voie du savoir*

*A travers ce modeste travail, nos remerciements les plus vifs  
S'adressent surtout à*

*notre promotrice **M.Mazri.Chafiaa**, pour sa disponibilité, générosité, conseils  
précieux et pour toutes les orientations qui nos apporté durant notre études et  
la Réalisation de ce projet.*

*Mes remerciements les plus vifs s'adressent aussi au président du jury  
**M.Zougaghe.Fatah** et examinatrice **M.Yazzourene.Ghania** d'avoir accepté  
d'examiner et d'évaluer notre modeste travail.*

## ***Dédicace***

*C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.*

*A mon père {**Mahfoud**} pour avoir toujours cru en moi et pour ces nombreux sacrifices.*

*A ma mère {**Baya**} pour son soutien et ses encouragements.*

*J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur prête bonheur et longue vie.*

*Je dédie aussi de ce travail à mes frères et mes sœurs :{ **Soufian, Brahim, Mouhamed, Djamel, Malika, Meriem et Rima**} qui ravivent ma vie par leurs joies et présences à mes cotés.*

*Je dédie aussi ce modeste travail à mon cher fiancé {**WALID**} que j'aime, mon ange gardien, qui m'encourage. Que dieu le garde pour moi.*

*A toute ma famille proche et loin que soit-elle et mes cousines {**Biba, Samia et Nour el Houda**} qui mon tant fait rire et remonter le moral.*

*A mon binôme {**HANANE**} ainsi qu'à toute sa famille.*

*A mes proche amis :{ **Razika, Rania et Messouda**} pour leur amours et leur encouragement.*

*A toute la promotion de Technologie Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité (2019/2020).*

# *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail

A la prunelle de mes yeux ma mère

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa  
Disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans

Les moments les plus difficiles de ma vie

A l'amour de ma vie mon père

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller

Toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras pour son  
Enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et  
Pour ses précieux conseils.

J'espère que ce mémoire sera à la hauteur de tes attentes et qu'il

Soit l'accomplissement de tous les efforts

A les battements de mon cœur mes frères : Hossem, Adel, Khaled et Amine

A ma belle sœur : Zineb

A mes intimes et fidèles amies : Nadia, Asma, Fouzia, Hadjer, Nabila et

Surtout mon binôme Soulaf

A la fin je tiens à remercier toute la section d'agroalimentaire et

Contrôle de qualité promotion 2019.

*Hanane*

## Liste des Tableaux

---

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Tableau 01	Valeur nutritionnelle moyenne des yaourts.	07
Tableau 02	Principaux caractères de <i>S.thermophilus</i> et de <i>L.bulgaricus</i>	10
Tableau 3	Principales altérations du yaourt	17
Tableau 4	Production de figes dans les principaux pays du monde (tonnes).	24
Tableau 5	Superficie des figes et production nationale.	25
Tableau 6	Valeur nutritive de la figue crue (valeur nutritive pour 100 Grammes).	26
Tableau 07	Variétés du genre Ficus.	29
Tableau 08	Différentes pourcentages de sirop de figue sèche additionne au yaourt nature.	38
Tableau 09	L'information nutritionnelle de yaourt nature.	39
Tableau 10	Echelle de notation d'évaluation sensorielle.	40

## Liste des Figures

N° Figure	Titre	Page
Figure 01	Morphologie électronique de souche <i>St. thermophilus</i> (x1000).	09
Figure 02	Morphologie électronique de souche <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (x1000).	10
Figure 03	Interaction de <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait.	11
Figure 04	Diagramme de fabrication de yaourt ferme et yaourt brassé.	14
Figure 05	Arbres de figuier.	22
Figure 06	Figues; Fruits, feuilles.	25
Figure 07	La différence entre le figuier mâle et le figuier femelle.	27
Figure 08	Diagramme de séchage des figues.	32
Figure 09	Diagramme de fabrication des figues sèches.	33
Figure 10	Cuisson des figues sèche à la vapeur.	37
Figure 11	Découpage des figues sèches.	37
Figure 12	Cuisson des figues sèches au feu on ajoutant 400ml d'eau.	37
Figure 13	Broyage de mélange.	37
Figure 14	Le sirop de figue sèche préparé.	38
Figure 15	Yaourt nature utilisée	39
Figure 16	Résultats obtenue de l'analyse sensorielle de sirop des figues sèches additionnées au yaourt nature.	43
Figure 17	Variation de Cohésivité de sirop des figues sèches additionnées au yaourt nature.	44
Figure 18	Variation de l'Adhésivité du sirop de figues sèches additionnées au yaourt nature.	45
Figure 19	Variation de l'odeur de sirop des figues sèches additionnée au yaourt nature.	46
Figure 20	Résultats de la couleur obtenue de l'analyse sensorielle de sirop	47

## Liste des Figures

---

	des figes sèches additionnée au yaourt nature.	
Figure 21	Yaourt nature (Produit témoin).	47
Figure 22	Yaourt nature enrichi avec 0.5% de sirop des figes sèches.	47
Figure 23	Yaourt nature enrichi avec 1% de sirop de figes sèches.	48
Figure 24	Yaourt nature enrichi avec 2% de sirop de figes sèches.	48
Figure 25	Variation de l'acidité de sirop des figes sèches additionnée au yaourt nature.	49

## La liste des abréviations

---

**USA** : United States of American

**FAO** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**EPS** : Ex Poly Saccaride

**PVC** : Chlorure Polyvinyle

**Remerciements****Dédicaces****Liste des tableaux****Liste des figures****Liste des abréviations****Introduction**..... 01**Première partie : étude bibliographique****Chapitre I : généralité sur le yaourt**

1. Historique et définition.....	04
1.1.Historique.....	04
1.2.Définition.....	04
2. Les différents types de yaourt.....	05
2.1.Selon la technologie de fabrication.....	05
2.2.Selon la teneur en matière grasse.....	05
2.3.Selon leur goût.....	05
3. Les ingrédients de yaourt.....	05
3.1.La poudre de lait.....	05
3.2.L'eau.....	05
3.3.Les additifs.....	06
4. Composition nutritionnelle du yaourt.....	06
5. Les bactéries lactiques.....	07
5.1.Définition et origine.....	07
5.2.Caractéristiques générales des bactéries de yaourt.....	07
5.2.1. <i>Streptococcus Thermophilus</i> .....	07
5.2.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	08
5.3.Symbiose des souches.....	10
5.4.Intérêt et fonction de bactéries de yaourt.....	10
5.4.1. Production d'acide lactique.....	11
5.4.2. Activités protéolytique.....	11
5.4.3. Activité aromatique.....	11
5.4.4. Activité texturant.....	12
5.5.Conservations des levains lactiques.....	12
5.6.Rôle et propriétés des levains lactiques.....	12
6. Processus de fabrication du yaourt.....	13
6.1.Réception et préparation du lait.....	14
6.2.Standardisation.....	14

6.3.Homogénéisation.....	14
6.4.Traitement thermique.....	15
6.5.Refroidissement.....	15
6.6.Ensemencements.....	15
6.7.Conditionnement.....	15
6.8.Conservation.....	16
7. Altération de yaourt.....	16
8. Le yaourt comme un aliment fonctionnel.....	17
8.1.Définition d'un aliment fonctionnel.....	17
8.2.Intérêts du yaourt sur la santé.....	17
8.2.1. Amélioration de l'absorption de lactose.....	18
8.2.2. Régulation de la digestibilité.....	18
8.2.3. Activité anti bactérienne.....	18

## **Chapitre II : Généralité sur figes sèche**

1. Le figuier.....	20
1.1.Classification taxonomique.....	21
1.2.Description botanique.....	21
1.3.Différentes types de figuier.....	22
1.3.1. Formes horticoles.....	22
1.3.2. Caprifiguier ou figuier sauvage.....	22
1.4.Importance de la culture de figuier.....	22
1.4.1. Importance du figuier dans le monde.....	23
1.4.2. Importance du figuier en Algérie.....	24
2. Figes.....	24
2.1.Composition chimiques et nutritionnelles de la figue.....	25
2.2.Formation et maturation de la figue.....	26
2.3.Critères de classification.....	27
2.3.1. Selon les critères morphologiques.....	27
2.3.2. Selon la comestibilité de fruit.....	27
2.4.Les variétés.....	28
3. Figes sèches.....	28
3.1.Elaboration de figes sèches.....	28
3.1.1. Récolte.....	28
3.1.2. Méthode de la conservation.....	29
3.1.2.1.Séchage.....	29
3.2.Production de figes sèches.....	32
3.3.Effet thérapeutique des figes sèches.....	33

**Deuxième partie : Etude expérimentale**

**Chapitre III : Matériels et méthodes**

1. Objectif.....	36
2. Matériel végétal.....	36
3. Méthode de préparation du sirop de figues sèches.....	37
4. Protocole expérimentale.....	38
4.1.Yaourt utilisée.....	39
5. Test organoleptique.....	40
5.1.Choix du jury.....	40
5.2.Définition de paramètre d'évaluation sensorielle.....	40
5.3.Echelle de notation.....	40
6. Traitement des données.....	41

**Chapitre IV : Résultats et discussions**

1. Analyses sensorielles.....	43
1.1.Gout sucrée.....	43
1.2.Cohésivité.....	44
1.3.Adhésivité.....	45
1.4.Odeur.....	46
1.5.Couleur.....	47
1.6.Gout acide.....	49

<b>Conclusion.....</b>	<b>51</b>
------------------------	-----------

**Références bibliographiques**

**Annexes**

**Résumé**

# **Introduction**

## Introduction

---

Il est bien connu que les produits laitiers frais fermentés sont des aliments de base dans tous les pays (**Nakasaki et al., 2008**).

Parmi ces laits fermentés, le yaourt qui est un produit laitier populaire peut fournir beaucoup de nutriments. Il est associé à une variété d'effets sur la santé. La qualité sensorielle du yaourt est l'un des facteurs les plus importants affectant le choix du consommateur (**Fernanda et al., 2013**).

Le yaourt est un écosystème naturel impliquant deux bactéries lactiques, défini comme un lait fermenté transformé à partir des seules bactéries *Lactobacillus bulgaricus* (*Lb. bulgaricus*) et *Streptococcus thermophilus* (*St. thermophilus*). En raison de sa grande variété, c'est l'un des produits laitiers le plus vendu sur le marché. En plus de son importance nutritionnelle, il a longtemps été considéré comme un aliment sain en raison de ses effets bénéfiques sur les bactéries vivantes. Ces derniers entrent en compétition avec les bactéries pathogènes dans l'environnement alimentaire et digestif (**Tamime et Robinson, 2007**).

En plus de l'excellente valeur nutritionnelle, du goût et de la sensation en bouche du yaourt, en raison de la quantité et de la qualité différentes de ses ingrédients, les composants ajoutés peuvent également transmettre ou améliorer les propriétés thérapeutiques et nutritionnelles. C'est dans le cadre de contribution à une variété de yaourts et à une variété d'aliments fonctionnels que s'inscrit le présent travail qui porte essentiellement sur la caractérisation d'un yaourt nature enrichi avec des figes sèches (**VDAUD, 1997**).

La fige est très appréciée pour leur haute teneur en sucre et leur goût agréable. Ce fruit peut être consommé frais ou séchée. A l'état frais, les figes contiennent en moyenne 80% d'eau et 13% de sucre, et la teneur en sucre après séchage dépasse 53% (**EL-KHALOUI, 2010**). Ils sont riches en minéraux et en sucres (**ALJANE et al., 2007**), principalement du fructose (56%) et du glucose (43%) (**MELGAREJO et al. 2003**). La fige est un aliment très nourrissant. Elle est riche en vitamines, minéraux, eau, graisses et elle est l'une des sources végétales les plus élevées de calcium et de fibres (**AZZI, 2013**).

Ce travail rentre dans le cadre de la valorisation de sirop de figes sèches qu'en introduisant dans un yaourt nature afin d'obtenir un aliment fonctionnel avec un caractère

## Introduction

---

nutritionnel et thérapeutique, et pour avoir l'effet de cette incorporation sur la qualité organoleptique du yaourt.

On a choisi cette fruit grâce à sa richesse en sucres, fibres, minéraux, Composés phénoliques. En outre, les figues ont également des effets thérapeutiques sur les maladies pulmonaires, la toux, l'anorexie, la circulation sanguine anormale, les varices, l'asthme, l'irritation des voies respiratoires et l'indolore, gorge.

# **Chapitre I : Généralité sur yaourt**

## 1. Historique et définition

### 1.1. Historique

Le terme yaourt (yoghourt ou yogourt) vient d'Asie du mot turc « yoghurmark » qui signifie {épaississement} (**Tamime et Deeth, 1980**).

Le yaourt originaire de Turquie est apparu en France à partir de 1542. Avant que le produit ne connaisse la consommation industrielle, ce n'était qu'un simple produit dans la production traditionnelle des usines laitières et des fabricants de lait. C'est à partir du milieu du XXème siècle que les industriels se sont mis à produire en masse des yaourts, réduisant ainsi leur nouilles traditionnelles (**Lannabi et al., 2015**).

En près de 8000 ans, les humains ont consommé du yaourt et divers produits laitiers. Ces derniers sont issus de la fermentation lactique du lait, qui implique la conversion du glucose, qui existe lui-même au fond du lactose du lait, en acide lactique. L'acidité produite permet aux produits laitiers de durer plus longtemps, empêchant ainsi les microorganismes pathogènes potentiels d'envahir le produit. (**Erik, 2011**).

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

### 1.2. Définition

Le yaourt est un aliment laitier fermenté bien connu, qui est généralement fabriqué à partir de lait de vache avec ou sans l'addition d'un certain résultat de la coagulation des protéines du lait par l'acide lactique produit par *Streptococcus Thermophilus* (*S.thermophilus*) et *Lactobacillus bulgaricus* (*L. bulgaricus*). (**Jaziri et al., 2009**)

Ces bactéries lactiques se développent sur du lait préalablement pasteurisé, dans le but d'éliminer la plupart 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**).

## 2. Les différents types de yaourt :

### 2.1. Selon la technologie de fabrication:

- Les yaourts fermes dont la fermentation a eu lieu en pots, se sont généralement les yaourts nature et aromatisé.
- Le yaourt brassé dont la fermentation a eu lieu en cuve avant brassage et Conditionnement. C'est le cas de yaourt veloutés nature ou aux fruits (**Mahaut et al., 2000**).

### 2.2. Selon la teneur en matière grasse:

- Yaourt entier : 3% de matière grasse en poids.
- Yaourt partiellement écrémé : moins de 3% et plus de 0.5%de matière grasse.
- Yaourt écrémé : au maximum 0.5% de matière grasse (**Gosta, 1995**).

### 2.3. Selon leur goût :

- Les yaourts nature : ils ne subissent aucune addition.
- Les yaourts sucrés : ils sont additionnés de saccharose à un taux variable de %.
- Les yaourts « aux fruits », au miel, à la confiture : ils subissent une addition inférieure à 30% du produit. (**Frédot, 2005**).

## 3. Les ingrédients de yaourt

### 3.1. La poudre de lait

L'industrie laitière algérienne s'occupe principalement de matières premières importées, c'est-à-dire de la poudre de lait et de la matière grasse laitière anhydre. Technologiquement, il s'agit fondamentalement d'un « processus de recombinaison » consistant en la réhydratation du lait en poudre associé aux matières grasses (**Amellal, 2000**).

### 3.2. L'eau

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

### 3.3. Les additifs

En outre, d'autres composés sont rajoutés au mélange afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles ainsi que la consistance du produit fini. Ces composés comportent du sucre, arômes, épaississants, stabilisants,... (**Gosta, 1995**).

Dans le cas des yaourts brassés sans matière grasse, des agents de texture (épaississants ou gélifiants) sont souvent ajoutés. Ils améliorent l'apparence, la viscosité et la consistance des yaourts. Les additifs les plus fréquemment utilisés sont : la gélatine, les alginates, les celluloses, les amidons, et les pectines (**Amellal-Chibane, 2008**).

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous forme de préparations de fruits avec ou sans sucres ajoutés. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruits, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (**Vignola, 2002**).

## 4. Composition nutritionnelle du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable (**Tableau 1**).

**Tableau 01** : Valeur nutritionnelle moyenne des yaourts.

	Protéines (g/100g)	Lipides (g/100g)	Glucides (g/100g)	Calcium (mg/100g)	Valeur énergétique (/100g)	
					KJ	Kcal
<b>Yaourt nature ou lait entier</b>	4	3,5	5	150	300	70
<b>Yaourt nature maigre</b>	4	-	5	150	200	50
<b>Yaourt aux fruits</b>	4	variables	18	130	500	100
<b>Yaourt aromatisé</b>	4	variables	14	150	350	85
<b>Yaourt à boire sucré</b>	3	1,55	14	110	320	75

(Fredot, 2005).

## 5. Les bactéries lactiques

### 5.1. Définition et origine

Les bactéries lactiques sont des cellules procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont Gram +, généralement immobiles, asporulées (**Dellaglio et al., 1994**).

Certaines sont dites « *homofermentaires* » car elles produisent majoritairement de l'acide lactique alors que d'autres sont dites « *hétérofermentaires* » et produisent de l'acide lactique en même temps que d'autres composés (acétate, éthanol et CO<sub>2</sub>) (**Klaenhammer et al., 2002**).

Elles se trouvent généralement associées à des aliments riches en sucres simples. Elles peuvent être séparées du lait, du fromage, de la viande, des végétaux ou des alimentsensemencés par les végétaux. Elles se développent avec la levure dans le vin, la bière et le pain. Quelques espèces colonisent le tube digestif de l'homme et des animaux (**Leveau et Bouix, 1993**).

### 5.2. Caractéristiques générales des bactéries de yaourt :

L'effet principal des deux bactéries utilisées dans la fabrication de yaourt est d'abaisser le PH du lait en point isoélectrique de la caséine (PH= 4,6) formant ainsi un gel.

En plus du goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles assurent une saveur caractéristique due à la production des composés aromatiques ainsi que la production des polysaccharides (**Sodini et Beal, 2012**).

#### 5.2.1. *Streptococcus Thermophilus* :

*Streptococcus Thermophilus* est une bactérie sous forme d'une coque, gram positif (+), anaérobie facultative, non mobile.

On peut trouver dans le lait fermenté (yaourt) et les fromages. C'est une coque dépourvue d'antigène D, sensible au bleu de méthylène (0,1 %) et aux antibiotiques.

Cette bactérie joue un rôle principale dans la fermentation du lactose contient dans le lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides

(composé de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnus, arabinose et de mannose) (Affer, 2013).



**Figure 02:** Morphologie électronique de souche *St. thermophilus* (x1000) (Terre, 1986).

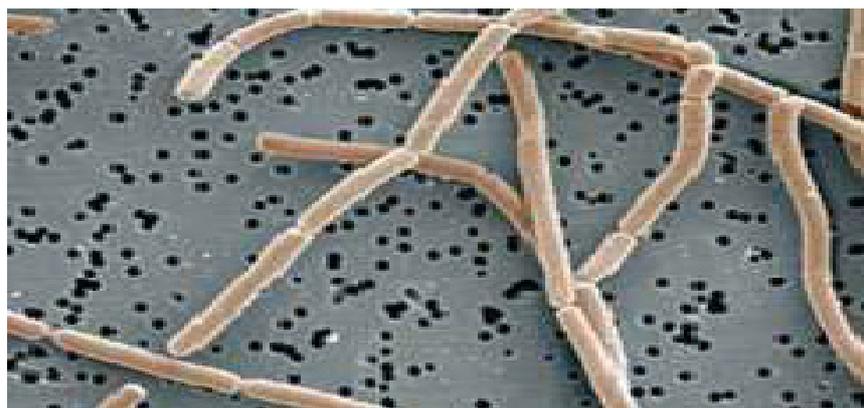
### 5.2.2. *Lactobacillus bulgaricus* :

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

*Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en Calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance d'environ de 42°C (Affer, 2013).

Il est connu que l'activité protéolytique de *lactobacilus bulgaricus* est plus élevée que celle du *Streptococcus. thermophilus* (Gürsoy et al., 2010).

Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement de qualité organoleptique et hygiénique du yaourt (Marty et al., 2011).



**Figure 02 :** Morphologie électronique de souche *Lactobacillus bulgaricus* (x1000)

(Terre, 1986).

**Tableau 02 :** Principaux caractères de *S.thermophilus* et de *L.bulgaricus*

<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance optimale (37- 42°C)</li> <li>- Ne se développe pas au-dessus de 20 °C</li> <li>- Se développe encore à 50 °C</li> <li>- supporte un chauffage de (30 min à 65 °C)</li> <li>- Homofermentaire, produit très peu de composés contribuant à l'arôme du yaourt (diacetyl, acétoine, acétaldéhyde)</li> <li>- Production d'acide lactique L (+) jusqu'à une concentration de (0.7- 0.8 %)</li> <li>- Supporte un milieu acide pH = (4- 4.5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance optimale (42 – 47 °C)</li> <li>- limites de développement (15 – 52 °C)</li> <li>-Homofermentaire, mais produit un peu d'acétaldéhyde responsable de l'arôme du yaourt.</li> <li>-Production d'acide lactique D (-), jusqu'à une concentration de 1 ,7 %.</li> <li>-Supporte sans difficulté un milieu acide PH (4-4 .5).</li> </ul>

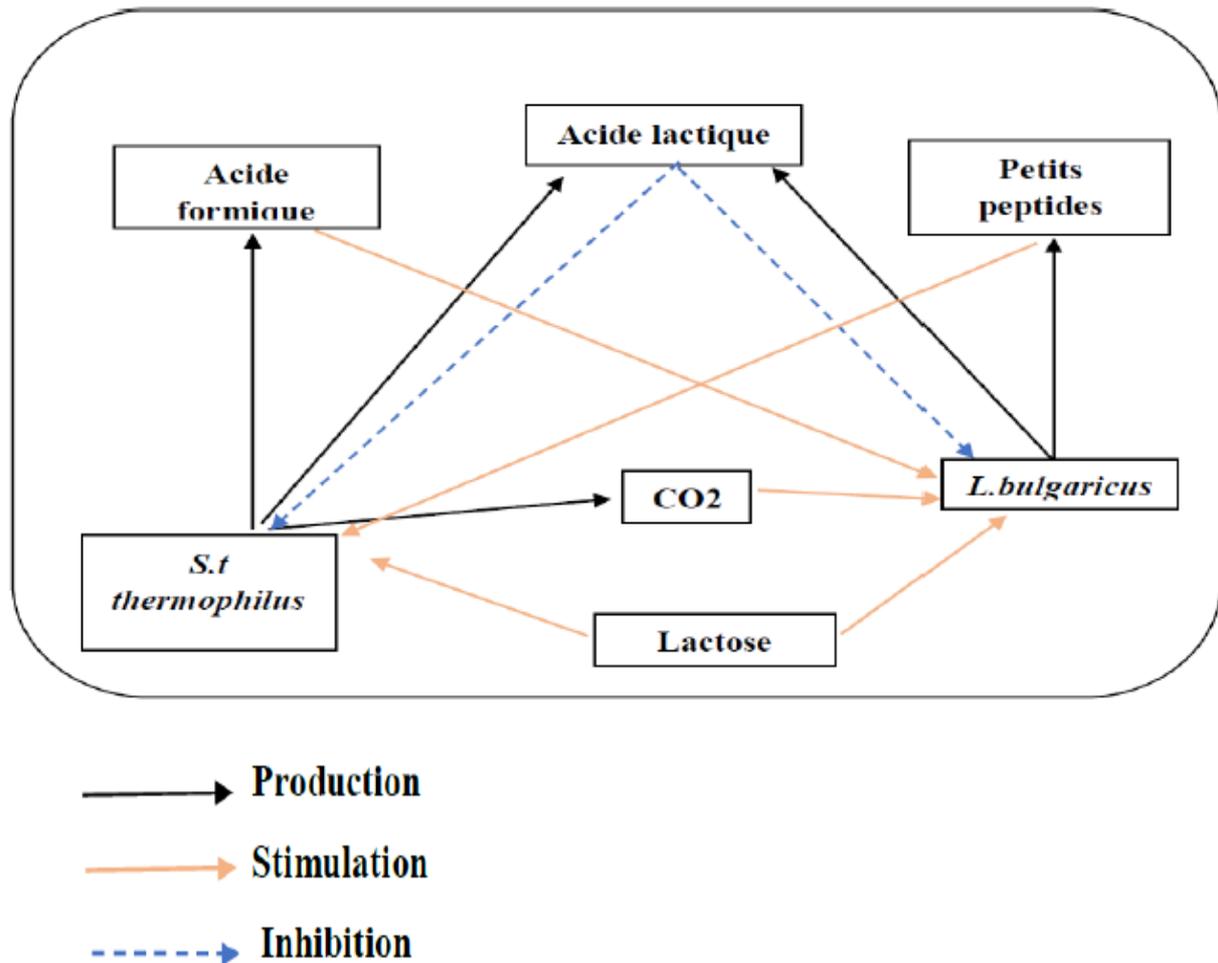
(Covri, 1997).

### 5.3. Symbiose des souches

Les deux espèces, *Streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus* sont des microaérophiles et vivent ensemble en symbiose dans le yaourt en produisant d'avantage d'acide lactique. Pour ce développe, ces bactéries ont besoins d'acides aminés et des peptides. Or, le lait n'en contient que de faible quantité permettant seulement d'assurer le démarrage de leur croissance. Sauf que le *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque

les caséines du lait en libérant les peptides permettant au *Streptococcus thermophilus* de poursuivre sa croissance.

De plus le CO<sub>2</sub> issue de la décarboxylation de l'urée à un rôle stimulateur vis-à-vis des *Lactobacillus* (Lemounier et al., 1998).



**Figure 03.** Interaction de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut et al., 2000)

## 5.4. Intérêt et fonction de bactéries de yaourt :

### 5.4.1. Production d'acide lactique :

La fonction principale des bactéries lactiques dans la technologie laitière est de produire de l'acide lactique, car cet acide joue également un effet antimicrobien en intervenant comme coagulant, afin de concentrer et de conserver la matière sèche du lait (Schmidt et al., 1994).

L'acide du yaourt est communément exprimé en degré Donic ( $1^{\circ}\text{D} = 0.1 \text{ g/l d'acide lactique}$ ). Elle se situe entre 90 et 130 °D (**Loones, 1994**).

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

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

#### **5.4.2. Activités protéolytique :**

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fonction protéique du lait constituée de caséine et de protéines sériques

Les bactéries lactiques sont dotées de protéolytique complexe par leur nature et leur location, car pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, elles doivent dégrader les protéines.

Elles possèdent des endopeptidases liées aux parois qui peuvent parfois être de type acide ou neutre, des exopeptidases également associées aux enveloppes cellulaires.

Le niveau de ces activités protéolytiques peut varier en fonction d'un certain nombre de facteurs physico-chimiques ou génétiques.

La température de croissance et le pH du milieu sont également des facteurs qui peuvent affecter le niveau de production d'enzymes (**Ghalem, 2014**).

#### **5.4.3. 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 hétérofermentaires, Parmi ceux-ci, l'acide lactique confère au yaourt son goût acidulé (**Affer, 2013**).

#### **5.4.4. Activité texturant :**

La texture et la douceur sont des facteurs importants pour le consommateur pour évaluer la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes sont produites à partir du glucose,

des polysaccharides qui forment 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 généralement attribuée à la production d'exopolysaccharides (EPS) qui, selon une étude portant sur plusieurs souches serait essentiellement composé de rhamnose, rabinose.

Il est couramment admis que la production des EPS est le résultat de l'action exercée par *Streptococcus thermophilus*. Mais d'après **Tamis(1999)**, *Lactobacillus bulgaricus* à également la capacité de produire des EPS composées principalement de galactose, glucose, rhamnose à des rapports 4/1/1 (**Ghalem, 2014**).

### 5.5. Conservations des levains lactiques

Les ferments lactiques sont souvent conservés à une température inférieure à 10°C en état liquide dans le lait reconstitué après inoculation à 30°C pendant 16 à 18 heures ou à 42°C pendant 3 à 4 heures. Egalement ces bactéries peuvent être conservées par congélation dans l'azote liquide à (-196°C) ou par usage d'un cryoprotecteur comme le glycérol à (-40°C) (**Ghalem, 2014**).

### 5.6. Rôle et propriétés des levains lactiques

La première fonction des levains lactiques est d'assurer la fonction d'acide lactique à partir du lactose.

Les principales aptitudes demandées aux bactéries lactiques sont à des niveaux divers selon les produits :

- Production d'acide lactique et abaissement du pH du milieu.  
Production de substances aromatiques (diacétyl, acétaldéhyde.....ect.).
- Production d'enzymes protéolytiques contribuant à l'affinage des fromages.
- Production des substances visqueuses améliorant la texture des produits.
- Abaissement du pH des milieux jouant un rôle de protection par inhibition des microorganismes nuisibles comme ceux responsables de la putréfaction (**Ghalem, 2014**).

## 6. Processus de fabrication du yaourt

Le processus de fabrication se diffère d'un type de yaourt à un autre, on peut citer les principales étapes dans la figure suivante.

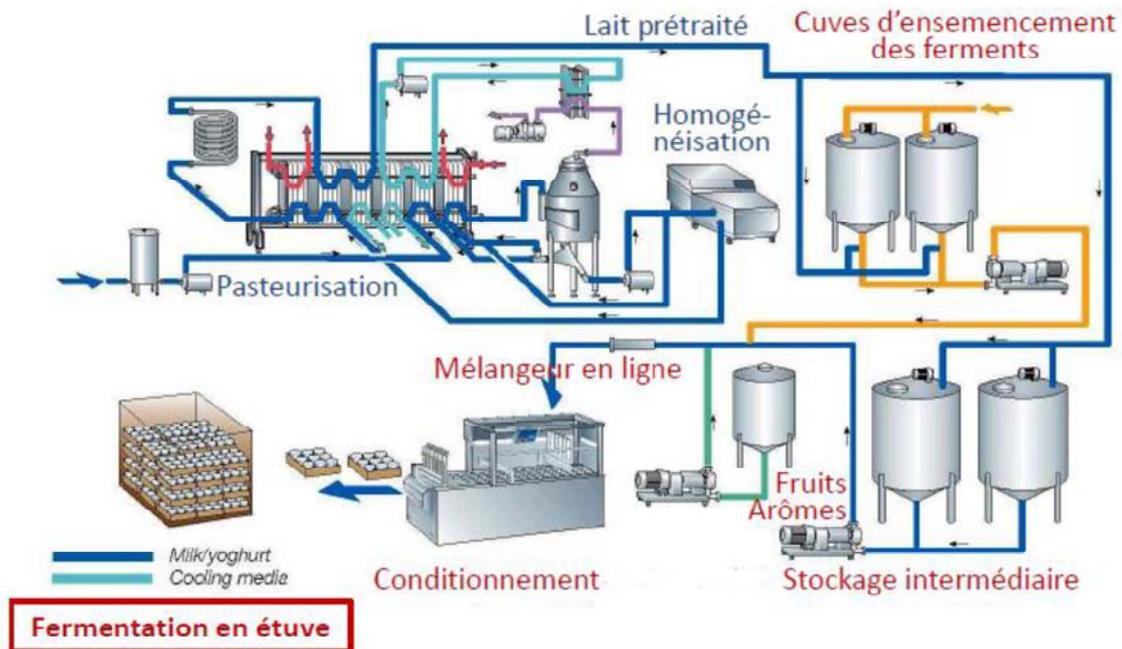


Diagramme de fabrication de yaourt ferme.

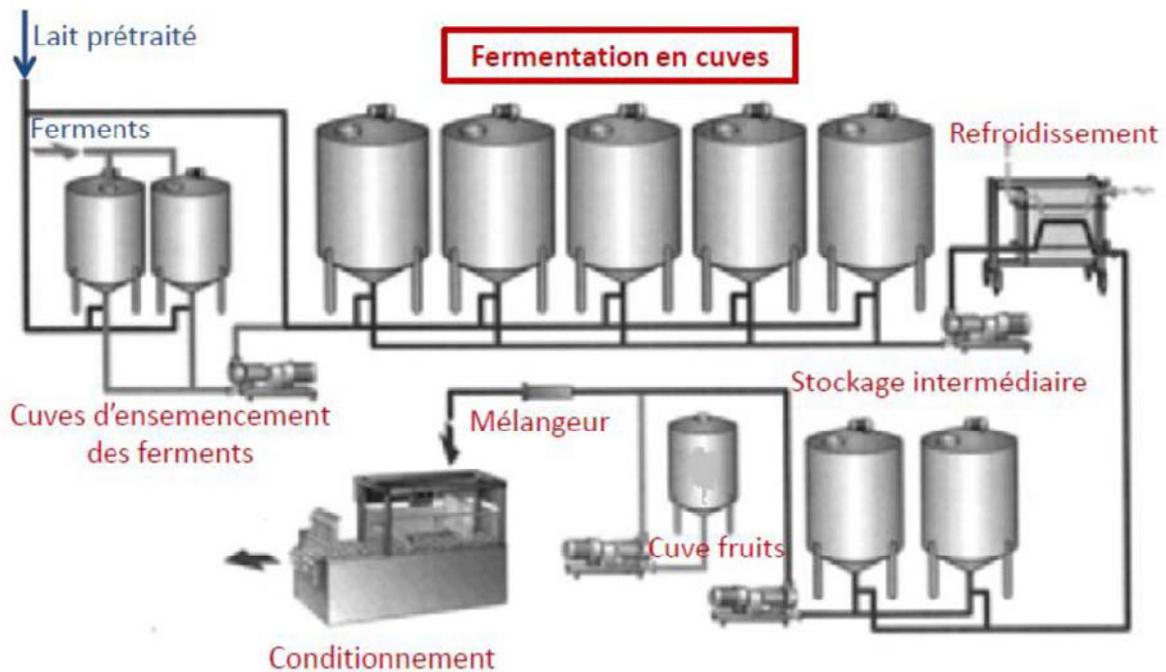


Diagramme de fabrication de yaourt brassé.

Figure 04 : Diagramme de fabrication de yaourt ferme et yaourt brassé (Kourdache et Ouchiha, 2017).

### 6.1. Réception et préparation du lait

Le lait destiné à la production de yaourt doit être d'une qualité bactériologique très élevée. Il doit avoir une faible teneur en bactéries et substances susceptibles d'empêcher le développement du levain du yaourt. Le lait ne doit pas contenir des antibiotiques et des bactériophages (Sodini et Béal, 2012).

### 6.2. Standardisation

Pour remédier aux variations naturelles de la composition, le lait est standardisé au taux de matière grasse désiré (écrémage total ou partiel) et peut être enrichi en extrait sec laitier par addition de la poudre de lait ou les protéines laitières ou addition d'autres ingrédients comme le sucre et les arômes. Et ceci, afin de répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques du produit et aussi améliorer la qualité organoleptique du yaourt. (Pernoud et al., 2005)

### 6.3. Homogénéisation

L'homogénéisation a principalement des effets sur deux composantes du lait soit, les matières grasses et les protéines : (Lamontagne, 2002 ; Romain et al., 2008).

- **Effet sur la matière grasse** : l'homogénéisation réduit la taille des globules gras et empêche la séparation entre le gras et le reste du mélange évitant ainsi la remontée de la crème à la surface durant la fermentation.
- **Effet sur les protéines** : cette opération augmente également la viscosité du lait et par conséquent, celle du yaourt en lui conférant une meilleure stabilité des protéines et réduisant l'exsudation du sérum lors du stockage.

Enfin, l'homogénéisation confère un aspect plus blanc au produit fini (Pernoud et al., 2005). Pour des raisons hygiéniques et pour éviter une recontamination du lait, l'étape d'homogénéisation est généralement positionnée avant le traitement thermique du mix ou au cours de sa montée en température vers 64°-70°C (Lamontagne, 2002 ; Sodini et Béal, 2012).

### 6.4. Traitement thermique

Le lait enrichi subit un traitement thermique à 90-95°C pendant 3 à 5 min. ce traitement thermique a pour but de détruire tous les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures et moisissures) ainsi que d'inactiver les  $\alpha$ - globulines et de nombreuses enzymes

(phosphatase, peroxydase) et de favoriser le développement de la flore lactique spécifique (streptocoque thermophile) par la formation d'acide formique qui est un facteur de croissance (**Mahaut et al., 2000 ; Romain et al., 2008**).

En fin, il modifie les équilibres salins, en entraînant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité et de la qualité de l'eau liée (**Mahaut et al., 2000**).

### 6.5.Refroidissement

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

### 6.6.Ensemencements

Leur inoculation se fait à un taux assez élevé, variant de 1 à 7%, pour un ensemencement indirect à partir d'un levain avec un ratio *Streptococcus thermophilus*/*Lactobacillus bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts naturels, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**Mahaut et al., 2000 ; Romain et al., 2008**)

Pour les yaourts fermes, le mélange lait/ferments est soutiré et l'acidification se fait en pots. Pour les yaourts brassés, le lait est acidifié en cuve. Dans les deux cas, l'incubation réalisée à des températures entre 42 et 45 °C dur entre 2h30 et 3h30. L'objectif de cette phase est d'atteindre une acidité de 70-80 °D dans le cas des yaourts étuvés et de 100-120 °D dans le cas des yaourts brassés (**Mahaut et al., 2000**).

Lorsque l'acidité est atteinte, on procède à un refroidissement rapide pour bloquer la fermentation. Dans le cas des pots étuvés ce refroidissement est effectué soit dans des chambres froides fortement ventilées(le plus souvent), soit dans un tunnel. Et pour les yaourts brassés le refroidissement à 2-5°C est réalisé au moyen d'un échangeur à plaques, tubulaire ou à surface raclée. (**Romain et al., 2008**).

### 6.7.Conditionnement

C'est la phase ultime de fabrication. Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types d'emballage : les pots en verre et les pots en plastique. Ces pots, peuvent être soit fabriqués dans des usines spécialisées en plastique. Le formage des pots à partir des films d'emballage chlorure de polyvinyle PVC. Le remplissage et le dosage des pots (c'est à ce niveau que peut se faire l'ajout des extraits (fruit, le sucre.) (**Daniel et al, 2010**).

### 6.8. Conservation

Les yaourts fabriqués sont alors conservés au froid (entre 2 à 4 °C) jusqu'à leur vente au consommateur. En général, la durée limite de leur conservation est de 28 jours car au cours de cette période, les bactéries lactiques maintiennent une activité métabolique réduite qui se traduit par une légère baisse de PH appelé post-acidification (**Gentès, 2011**).

## 7. Altérations de yaourt

Durant la fabrication le yaourt exposé au plusieurs altérations, on peut les résumer dans le tableau suivant

**Tableau 03** : Principales altérations du yaourt

Défauts	Causes	Types d'altération
<b>Texture</b>	Manque de fermeté	Ensemencement trop faible, mauvaise incubation, agitation avant complète, coagulation et matière sèche trop faible.
	Trop filante	Mauvaise fermentation et/ou température trop faible.
	Granuleuse	Mauvaise brassage, teneur en matière sèche trop élevée et/ou mauvais choix des ferments.
<b>Apparence</b>	Synérèse	Mauvaise conduite de la fermentation, température trop élevée pendant le stockage, conservation trop longue, refroidissement trop faible et/ou agitation trop poussée.
	Production de gaz	Contamination par les levures et moisissures.
	Couche de crème	Mauvaise ou absence d'homogénéisation.
<b>Goût</b>	Amertume	Trop longue conservation, activité protéolytique trop forte des ferments, contamination par des germes protéolytiques et ajout successif d'arôme artificiel.
	Rancidité	Contamination par des germes lipolytiques et/ou traitement thermique trop faible.
	Oxydé	Mauvaise protection contre la lumière et/ou présence de métaux (Fe, Cu).
	Aigre	Mauvaise conduite des levains (contamination par

		une flore lactique sauvage et/ou coliformes).
--	--	---

(Luquet, 1990).

## 8. Le yaourt comme un aliment fonctionnel

### 8.1. Définition d'un aliment fonctionnel

On dit d'un aliment qu'il est fonctionnel lorsqu'il a été clairement démontré qu'il affecte avantageusement une ou plusieurs fonctions cibles de l'organisme indépendamment des effets nutritionnels adéquats, en provoquant une amélioration de l'état de santé et du bien-être et/ou une réduction des risques d'apparition de maladies. Les aliments fonctionnels sont, comme leur nom l'indique, des aliments, et leurs effets doivent être perceptibles après leur ingestion en quantités normales. Il ne s'agit en aucun cas de capsules/gélules ou de comprimés, mais bien d'aliments (Izquierdo, 2009).

En ce qui concerne l'aliment probiotique, il est défini comme un produit transformé qui contient des microorganismes probiotiques viables en concentration appropriée dans une matrice alimentaire (Saxelin *et al.*, 2003). Cela signifie que la viabilité et l'activité métabolique doivent être maintenues à travers toutes les étapes de transformation des aliments, depuis leur fabrication jusqu'à leur ingestion par le consommateur, et aussi qu'ils doivent être capables de survivre dans les voies gastro-intestinales de l'hôte (Sanz, 2007).

### 8.2. Intérêts du yaourt sur la santé :

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

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait

- Protéines : 4 à5%

- Lipides : 5 à 20 selon qu'ils soient nature ou sucré.

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

### **8.2.1. Amélioration de l'absorption du lactose :**

Le lactose est l'élément le plus affecté par ces modifications, car 30% du lactose est transformé en galactose et en acide lactique sous l'action des bactéries lactiques. La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt peut permettre aux personnes carencées en lactose une meilleure assimilation.

Deux hypothèses ont été avancées afin d'expliquer ce phénomène :

- Induction par les bactéries vivantes de l'activité lactique de la muqueuse intestinale ;
- Libération de lactose ( $\beta$  galactosidase) lors de la destruction des bactéries lactiques pendant le transit ; cette enzyme serait libérée dans l'intestin grêle et garderait une activité qui permet au lactose de s'hydrolyser pendant au moins 12 heures (**Romain, 2008**).

### **8.2.2. Régulation de la digestibilité :**

La digestion du lactose commence par une hydrolyse enzymatique, du glucose et du galactose, ce dernier étant absorbé par la paroi intestinale. En absence de cet enzyme, le lactose ne peut pas être absorbé, ce qui conduit à un phénomène chimique de mal absorption (**Deroissard et al., 1993**).

Par conséquent, le yaourt peut absorber le lactose chez les sujet carencés en lactose, mais cet effet bénéfique n'existe que si les bactéries lactique sont vivantes et leur lactose est actif (**Guyot, 1992**).

### **8.2.3. Activité antimicrobienne**

Le yaourt à un effet préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été démontré par de nombreux auteurs. En do hors de l'acide lactique. Les bactéries présentes dans le yaourt peuvent produire des substances antimicrobienne et des prés biotiques ; notamment des oligosaccharides (**Driessen, 1981**).

# **Chapitre II : Généralité sur figues sèches**

## 1. Le figuier

Le figuier (*Ficus carica L.*) vient du mot «Ficus», qui signifie verrue, et le mot «carica» représente la région où la Turquie peut exister pour la première fois (**VIDAUD, 1997**).

Ce premier est présent dans des textes anciens de presque de toutes les civilisations (**PONTOPPIDAN, 1997**).

Le figuier est un arbre fruitier appartenant à l'ordre des Rosales et la famille des Moraceae, renfermant plus de 1400 espèces classées dans environ 40 genres (**Watson et al., 2004**). Le figuier (*Ficus carica*) est cultivé pour ses fruits dans les zones tempérées. Ces fruits sont considérés comme des aliments familiers aux humains depuis trois mille ans en Colombie-Britannique et, comparativement à tous les autres fruits communs, ils fournissent une grande quantité de calcium, de potassium et de fibres alimentaires (**Vinson et al., 2005**).

La culture du figuier en Algérie occupe 39 830 ha, environ 6,9 % des plantations fruitières (**Ferradji et al., 2011**). Le figuier est un arbre très commun en Algérie. Il est partout sauf à 1200m d'altitude. Sa culture s'étend d'un bout à l'autre du pays. Il est sec et chaud dans les zones froides et humides (comme cette région), mais malheureusement La baisse de la production et de la quantité (**BENSALAH et al., 2015**).

En Algérie, il existe deux espèces l'une sauvage, le caprifiguier, et l'autre cultivée. Le verger figuicole algérien avec près de 5 millions d'arbres se maintient encore parmi les principales espèces fruitières du pays et constitue plus de 10% du patrimoine arboricole national. En 1988, il représentait plus de 50% des espèces rustiques autres que l'olivier.

Le figuier est l'une des trois principales zones fruitières d'Algérie: l'olivier, le figuier et les agrumes. La grande majorité des plantations se trouvent en Kabylie.

Pour faciliter la classification, les variétés de figes sont rangées en trois catégories : **[INRAA, 2006]**

- Figuiers, fleurs ou pics jumeaux ou "Bakkors".
- Les figuiers d'automne.
- Les caprifiguiers ou « Dokkars »



**Figure 05** : Arbres de figuier (EL KHALOUI 2010).

### 1.1. Classification taxonomique

Selon (GAUSSEN *et al.*, 1982), *Ficus carica* est classé comme suite :

Règne : Végétale

Embranchement : Phanérorgames

Sous / Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Apétale

Ordres : Urticale

Famille : Moracées

Genre : *Ficus*

Espèce : *Ficus carica* Linné

### 1.2. Description botanique

Le figuier est généralement un arbre buissonnant où il atteint dix à douze mètres de haut qui se reconnaît aisément à son port évasé et grossier, à ses grandes feuilles palmate verte foncé, caduque, fruité (François, 1984). Une variété de couleurs caractérise le fruit avec une fréquence élevée de vert foncé (Oukabli *et al.*, 2005).

### 1.3. Différents types de figuiers

Il existe deux catégories de figuier:

#### 1.3.1. Formes horticoles

##### a. Figuiers bifères

Les variétés bifères donnent deux récoltes par an. Une première récolte de figue - fleurs au Juin-Juillet qui représente environ un quart de la production méditerranéenne et une deuxième récolte de figes d'automne (dans la forêt de cette année) à partir d'aout, il ya des figes plus petites mais plus sucrées et plus délicieuses (BENSALAH *et al.*, 2015).

##### b. Figuiers unifère

Ils ne portent leur fruit qu'une seule fois de fin aout à début septembre. En hiver, les figes sont formées par des bourgeons coniques visibles sur les branches. Cependant ils ne muriront que lorsqu'ils seront visités par des mangeurs de mères (pollinisateurs) (BENSALAH *et al.*, 2015).

#### 1.3.2. Caprifiguiers ou figuier sauvage

Le fruit de l'arbre caprifiguiers ou l'arbre caprifig est généralement non comestible en raison de son gout et de sa consistance de paille. Au cours de l'année, trois fruits ont été produits : des mammifères, des profichis et des mammonis (Rebour, 1968).

### 1.4. Importance de la culture du figuier

#### 1.4.1. Importance du figuier dans le monde

Le figuier, souvent mentionné dans la littérature ancienne était un arbre familier dans la région méditerranéenne quand il était d'abord à son état frais, puis la fige s'est étendu de son aire de répartition naturelle, sous forme séchée, le 17 ème siècle. Bien que les figuiers soient originaires du Moyen-Orient, ils ont également été plantés dans autre zones géographique aux Etats-Unis, en Afrique du sud ou en Australie. Mais la majeure partie de la production mondiale provient du bassin méditerranéen. Sa superficie de plantation dépasse celle de l'olivier, mais malgré ses caractéristiques rurales, il reste préoccupé par les basses températures. La production mondiale de fige atteint 1 million de

tonnes, dont plus de 90% proviennent du bassin méditerranéenne et du Moyen-Orient. Dans ce secteur, la Turquie arrive en tête avec de 26 % de la production mondiale. Elle devance l'union européenne 14 % et l'Egypte 18 %. Les autres pays producteurs importants sont les pays du Maghreb, l'Iran et la Syrie. Sur le continent américain, les États-Unis et le Brésil fournissent la plupart des produits. Aux États-Unis, presque toutes les cultures sont séchées ou transformées. La Turquie fournit 60% des exportations mondiales de figes fraîches. Le reste est partagé entre les pays frais comme le Brésil, l'Italie et l'Espagne et les pays secs de Grèce, des États-Unis, de Syrie et d'Espagne (FAO / OMS, 2010). Le tableau 1 représente les principaux pays producteurs de figes.

**Tableau 03:** Production de figes dans les principaux pays du monde (tonnes).

Pays	Production	Pourcentage
Turquie	280 000	26%
Egypte	190 000	18%
Grèce	80 000	8%
Iran	77 000	7%
Maroc	67 000	
Espagne	61 259	6%
Algérie	60 000	6%
Etats-unis	42 180	4%
Syrie	43 400	4%
Brésil	24 000	2%
Autre pays	141 227	13%
Total	1 066 066	100%

(FAO/OMS, 2010)

#### 1.4.2. Importance de la culture du figuier en Algérie

Le figuier est un arbre très commun en Algérie, il est partout sauf à 1200m d'altitude. Sa culture s'étend d'un bout à l'autre du pays, il fait froid et humide dans la région. Zones chaudes et sèches, mais malheureusement le rendement et la qualité ont diminué. Les figuiers sont principalement concentrés dans la région de Kabyli (Velaya et Bejaia à Tizouzu) (BENSALAH *et al.*, 2015).

Tableau 04: Superficie des figues et production nationale.

Année	Superficie (ha)	Production totale en quintaux (qx)
1992	41200	864240
1993	42030	852150
1994	41900	457320
1995	40110	600080
1996	36760	570000
1997	35980	467470
1998	35390	422090
1999	35730	506090
2000	36000	543260
2001	38070	408640
2002	39830	606940

(BENSALAH *et al.*, 2015)

## 2. Figues

La figue est une inflorescence du figuier est considérée comme l'un des fruits les plus anciens du monde (Al Askari *et al.*, 2012). Elle figue est célèbre dans le monde entier. Son histoire remonte à l'antiquité. Elle est considérée comme un fruit sacré et apparaît dans tous les livres saints (Rachid, 2012). Cité dans "Sura Attin" dans le Coran.

L'histoire de la plantation de figuiers en Anatolie, son pays d'origine, remonte à 3000-2000. Avec le temps, elle s'est étendue à tout le bassin méditerranéen (Jeddi, 2009).

Figure 06 : Figues; Fruits, feuilles (Chawla *et al.*, 2012).

## 2.1. Composition chimique et nutritionnelles de la figue

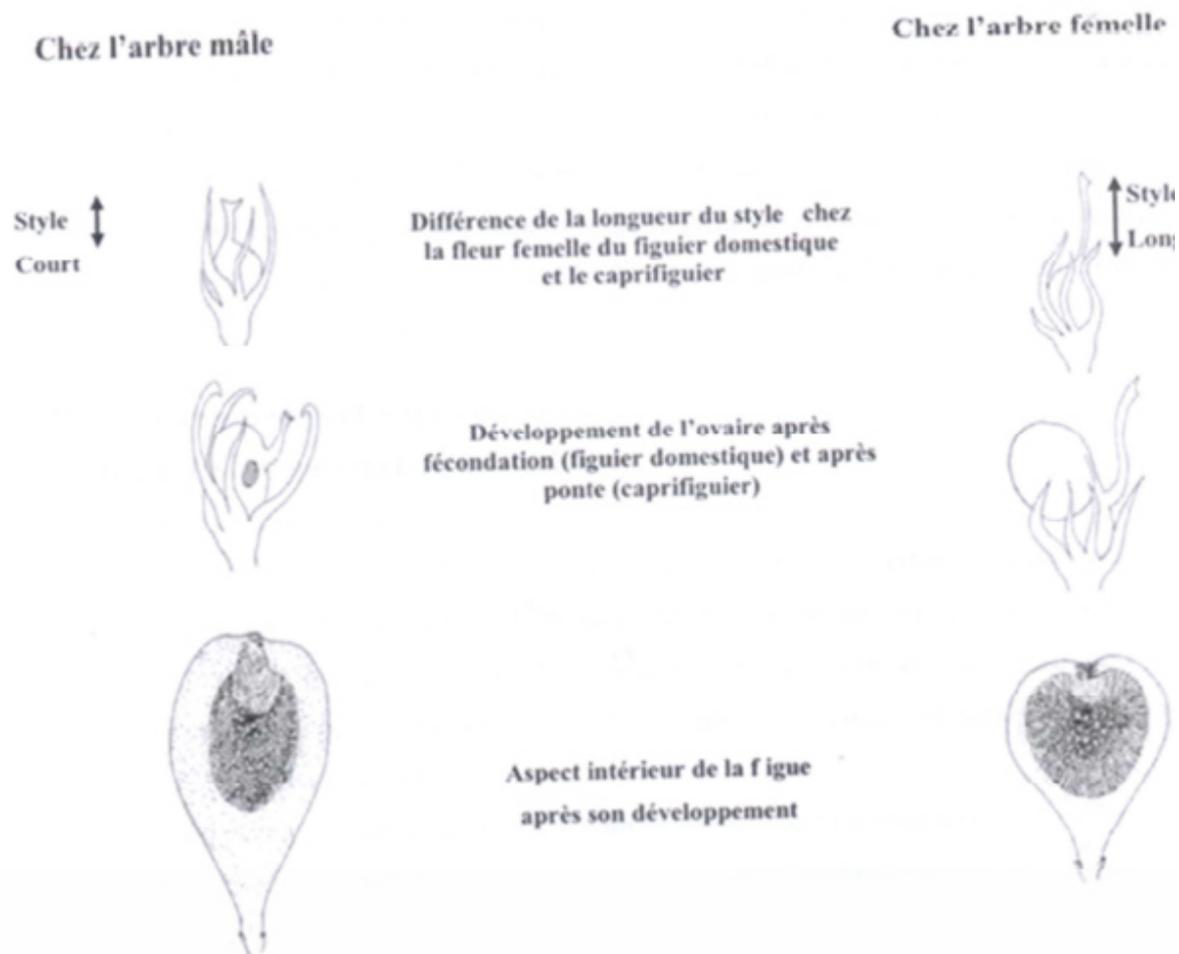
**Tableau 05:** Valeur nutritive de la figue crue (valeur nutritive pour 100 Grammes).

Figue crue (Valeur nutritive pour 100 Grammes)	Oligo-éléments	Vitamine	Acides gras
Eau : 79,11 g Protéines : 0,75 g Cendres totales : 0,66 g Lipides : 0,30 g Fibres : 2,9 g Glucides : 19,18 g Sucres simple : 16,26 g	Calcium : 35 mg Potassium : 232 mg Fer : 0,37 mg Cuivre : 0,070 mg Magnésium : 17 mg Sodium : 1 mg Phosphate : 14 mg Zinc : 0,15 mg	Vitamine A : 142 UI Vitamine C : 2,0 mg Vitamine E : 0,11 µg Vitamine K : 4,7 µg Vitamine B1 : 0,060 mg Vitamine B2 : 0,050 mg Vitamine B3 : 0,400 mg Vitamine B5 : 0,300 mg Vitamine B6 : 0,113 mg Vitamine B9 : 0 µg Vitamine B12 : 0,00 µg	Saturés : 0,060 g Mono-insaturés : 0,066 g Polyinsaturés : 0,144 g Cholestérol : 0 mg

(JEDDI, 2009)

## 2.2. Formation et maturation de la figue

Les figes sont un groupe de fleurs hermaphrodites jumelles cachées dans la même structure végétale, montrant des pistils. C'est la disposition de ces dernières qui nous indique sur le type du figuier (GOUDJIL *et al.*, 2017).



**Figure 07 :** La différence entre le figuier mâle et le figuier femelle (GOUDJIL *et al.*, 2017).

L'insecte *Blastophaga psenes* assure la pollinisation, qui ne peut pas se reproduire en dehors des organes de fructification des figuiers.

Le disque germinal ne peut pas faire la distinction entre les fleurs femelles de forme longue et les fleurs mâles à rayures courtes, mais à travers des formes longues.

Cela provoque une pollinisation involontaire et relie ces œufs par des abréviations pour assurer leur progéniture (Finn Kjellberg *et al.*, 2020).

Ce cycle de développement dure environ deux mois et le résultat est un fruit qui arrive à maturité enfin d'été ou en automne d'où leurs non figes d'automne à ce stade les fleurs femelles ne produisent pas seulement des graines mais aussi permettent la formation de réceptacle charnus de qualités gustatives certaines. (GOUDJIL *et al.*, 2017).

### 2.3. Critères de classification

Vu le nombre élevé des variétés de figues peut atteindre plus de 650 variétés qui sont très difficiles à identifier. On distingue trois principales techniques d'identification variétale: description morphologique et photographie, électrophorèse de protéines et enfin la différenciation moléculaire à l'aide de fragments d'ADN amplifier. Cette dernière, est une technique de certitude mais reste très limitée (GOUDJIL *et al.*, 2017).

#### 2.3.1. Selon les critères morphologiques

Les fruits ont différentes formes et couleurs. Selon la forme on distingue les fruits oblongs, pyriformes ou ronds. Selon la couleur, les fruits peuvent avoir plusieurs couleurs violet, noire, verte, rouge et brune (VIDAUD, 1997).

#### 2.3.2. Selon la comestibilité du fruit

D'une part, on distingue que les figues comestibles ont aussi des graines. Ce type regroupe deux variétés les figues d'automne ou les variétés dites unifères (VIDAUD, 1997) et les variétés qui peuvent fournir deux à trois générations annuelles dites bifères (JEDDI, 2009).

D'autre part, il existe d'autres types de figuiers appelés caprifigier, qui ne produisent pas de graines ou de fruits comestibles, mais produisent plutôt du pollen, qui est une sorte de pollinisateur (GOUDJIL *et al.*, 2017).

### 2.4. Les variétés

Il existe environ 250 espèces de figuiers (Tableau04) et 3 groupes de couleurs de figues (blanches ou vertes, grises ou rouges, noires ou violettes foncées). Selon leur forme, on divise les figues en trois groupes. La première consiste en de simples figues rondes, généralement aplaties en bas et parfois même en haut (Peter Bauwens, 2008).

Toute une série de figues ont un profil triangulaire ou en forme de cône rappelant la forme d'une poire et le dernier groupe est constitué de fruits oblongs, irréguliers ou asymétriques (Peter Bauwens, 2008).

Tableau 06 : Variétés du genre Ficus.

Ficus pumila	Ficus pumila variegata	Ficus religiosa	Ficus retusa	Ficus lyrata	Ficus buxifolia
Ficus benghalensis	Ficus wildemaniana	Ficus triangularis	Ficus cyatispula	Ficu elastica	Ficus Benjamina
Ficus carica	Ficus sycomorus	Ficus citrifolia	Ficus pumila	Ficus microcorpa	Ficus dendrocida
Ficus blepharophylla	Ficus rubiginosa	Ficus retusa	Ficus rumphi	Ficus bizanae	Ficus lutea

(Peter Bauwens, 2008)

Il existe plus de 150 variétés de figes, la valeur nutritive serait sensiblement la même quelque soit la variété, mais les fruits de couleur foncée seraient plus riches en antioxydants (Peter Bauwens, 2008).

### 3. Figes sèches

#### 3.1. Elaboration des figes sèches

##### 3.1.1. Récolte

Les figes fraîches présentent un défi pour la technologie post-récolte. Le fruit est très périssable, même lors de la récolte au bon stade de maturation (Chessa, 1997). Ils doivent être récoltés quand elles sont à pleine maturité afin de développer la saveur optimale (Ryall *et al.*, 1982). Toutefois, à ce stade, ils deviennent mous et très sensible au déchirement de la peau (Pantastico, 1975). La récolte est dans la pratique, basée sur la couleur de la peau et la fermeté (Ryall *et al.*, 1982). La période post-récolte est limitée à 7-14 jours au réfrigérateur (MESSADI *et al.*, 2012). L'entreposage sous atmosphère contrôlée à cinq pour cent d'oxygène et dix à quinze pour cent de CO<sub>2</sub> semble être prometteux (Kader, 1985). La période idéale de maturité et de récolte est spécifique à chaque variété, les fruits sont normalement récoltés au début de la troisième phase de maturité. A ce stade ils développent une saveur désirable (Aksoy, 1997; Rodov *et al.* 2002). D'autre part, les fruits récoltés après cette période, ont une vie post-récolte extrêmement courte en raison de sur-maturation exprimé par l'adoucissement extrême du

fruit, la macération de ces tissus et l'exsudation d'un liquide sirupeux au niveau de l'ostiole (MESSADI *et al.*, 2012).

### 3.1.2. Méthode de conservation

La durée de vie des figues après la récolte varie d'une variété à l'autre, en particulier la gestion de la température et la maturité pendant la récolte. Après la récolte, le fruit se dégradera rapidement en raison de la fragilité de sa peau. La conservation au froid des figues ne peut pas excéder une à deux semaines entre 0 et 2 °C, à 85-90 % d'hygrométrie. A température ambiante, il ne peut être conservé plus d'une journée (24 heures). Par conséquent, si nous voulons maintenir un état sanitaire satisfaisant, la température de stockage est le paramètre de base du contrôle. Par conséquent, il est préférable de les sécher rapidement pour conserver leur qualité (OUAOUICH *et al.*, 2005).

#### 3.1.2.1. Séchage

Le séchage des fruits et légumes est l'une des plus anciennes méthodes de conservation des aliments connus par l'homme. Le principal objectif du séchage des produits agricoles est la réduction de la teneur en eau à un niveau qui permet un stockage sûr durant une période prolongée. De plus, il entraîne une réduction du poids et du volume, minimisant ainsi les coûts d'emballage, de stockage et de transport (Okos *et al.*, 1992).

Les figues peuvent être séchées soit par des moyens traditionnels (Plein soleil) ou industriels dans des séchoirs on utilisant l'air chaud. (Karathanos *et al.*, 1997; Mathioulakis *et al.*, 1998; Xia *et al.*, 2002).

##### a. Séchage traditionnel

Les figues peuvent être partiellement séchées sur l'arbre sans perdre leur qualité. La peau se fripe et la teneur en eau du fruit peut descendre à 70 % sans que le fruit pourrisse. Ce phénomène est complété par un séchage solaire, qui en dépit de ces nombreux inconvénients, il est encore utilisé dans de nombreux endroits à travers le monde tels que les pays tropicaux et subtropicaux. L'énergie solaire est une importante source d'énergie alternative et préférée d'autres sources d'énergie, car elle est abondante, inépuisable et non-polluante (Basunia *et al.*, 2001).

Le séchage traditionnel en Algérie se fait généralement en plein air. Les pertes de qualité et de quantité résultent des mauvaises conditions météorologiques et entraînent la détérioration du produit, l'attaque des animaux et des insectes, ou encore de contamination par la microflore et l'exposition à la poussière (**Ferradji et al., 2011**).

### **b. Séchage industriel**

La technologie de séchage actuelle utilise des séchoirs solaires avec des chambres de séchage fermées pour optimiser l'énergie, contrôler les paramètres de séchage et garantir que les produits répondent aux normes de sécurité et de qualité requises (**Jeddi, 2009**).

Les deux principaux prétraitements nécessaires au séchage des figes sont le blanchiment et la sulfitation. Le blanchiment est un traitement thermique conçu pour détruire les enzymes qui peuvent endommager les figes. Affecte la vitesse de séchage. Une augmentation du temps de blanchiment diminue la durée de séchage significativement. Cette diminution serait due à l'élimination de la gomme et à l'assouplissement de la peau qui devient plus perméable (**Ferradji et al., 2011**).

Le blanchiment se fait par aspersion d'eau gazeuse (eau gazeuse 1%) chauffée à 80 ° C pendant 20 à 30 minutes puis rinçage à l'acide faible, acide citrique 3% ou à l'eau. Chlorure de sodium bouillant 40g / L Chlorure de sodium (**Jeddi, 2009**).

En fixant le dioxyde de soufre sur le fruit et en formant une petite quantité d'acide sulfureux, la vulcanisation peut empêcher le fruit de brunir pendant le processus de séchage et détruire en même temps les bactéries en fermentation. Les larves des premiers œufs du parasite, en particulier la teigne (**Guinebault, 1986; Bars, 1990**). Il se fait par trempage dans une solution de bisulfite, sulfite ou méta bisulfite de potassium 5 g / l pendant 50 à 60 secondes 8 à 10 fois, puis rinçage pendant 5 minutes (**Jeddi, 2009**).

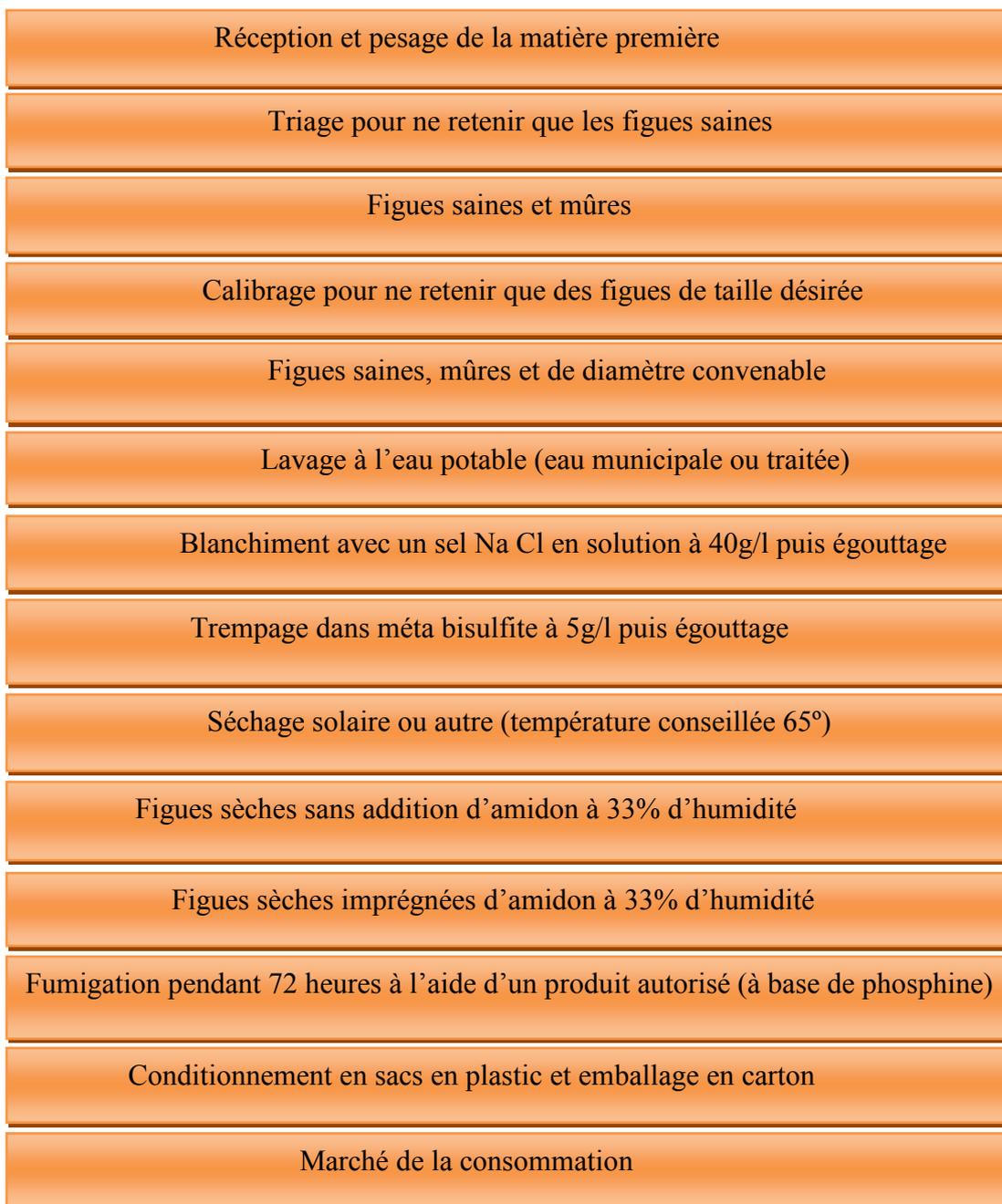
Etapes	Critères
<pre> graph TD     A[Réception] --&gt; B[Pesage]     B --&gt; C[Triage/ Calibrage]     C --&gt; D[Nettoyage/Lavage]     D --&gt; E[Blanchiment]     E --&gt; F[Egouttage]     F --&gt; G[Sulfitation]     G --&gt; H[Egouttage]     H --&gt; I[Séchage]     I --&gt; J[Triage]     J --&gt; K[Fumigation]             </pre>	<p>Inspection qualité matière première Données/traçabilité : fournisseurs, date, origine, quantités, ....</p> <p>Elimination : fruits abîmés, impuretés ... Opération manuelle Homogénéisation du calibre fruits</p> <p>Eau potable : eau de ville ou traitée</p> <p>Saumure à 40 g/litre de NaCl chauffée à 80 °C</p> <p>5 g/ litre de Métabisulfites (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)/ 30 minutes</p> <p>65 °C jusqu'à humidité de 20 à 25 %</p> <p>72 heures par un produits autorisé à base de phosphine/ ou acide carbonique.</p> <p>Emballage : matières plastiques (polyéthylène, polyvénile + carton). Traçabilité : lots de production, codes d'identification, suivi des lots ...</p>
<pre> graph TD     L[Conditionnement] --&gt; M[Entreposage Manutention produit fini]     M --&gt; N[Transport]     N --&gt; O[Commercialisation]             </pre>	<p>5 °C &lt; T° &lt; 10 °C Humidité &lt; 65°C</p> <p>Conditions favorables : de température, d'humidité, environnement, Etat hygiénique des moyens de transport.</p>

Figure 8: Diagramme de séchage des figes (JEDDI, 2009).

### 3.2. Production de figes séchées

La qualité du produit recouvre les notions suivantes: qualité intrinsèque (les ingrédients présents dans les matières premières ou la teneur en ingrédients nécessaires

avant conversion), l'innocuité du produit (résidus de pesticides, contamination microbienne et parasitaire) et commerciale (aspect / état). Les matières premières à sécher sont toujours soumises à des préparations préliminaires (nettoyage, tri, calibrage, blanchiment / fumigation, etc.) pour un traitement ultérieur .Ces opérations de préparation varient en fonction de la nature des matières premières et des produits à obtenir (OUAOUICH *et al.*, 2005). Les principales d'entre-elles sont mentionnées dans le schéma ci-dessous



**Figure 9 :** Diagramme de fabrication des figes sèches Solon (OUAOUICH *et al.*, 2005).

### 3.3. Effet thérapeutique des figues sèches

Les figues séchées sont devenues un aliment spécial en raison de leurs ingrédients nutritionnels. Sa teneur élevée en fibres a un effet laxatif, il est donc recommandé d'utiliser des figues dans le cas des Maladies du tube digestif car il favorise le transit intestinal (**El Khaloui, 2010**).

S'il n'absorbe pas ses ingrédients, il peut être considéré comme un prébiotique dans la partie supérieure du système digestif, il agit comme croissance et / ou Stimule les bactéries bénéfiques dans le côlon; il améliore la composition de la flore L'intestin a un effet bénéfique sur la santé de l'hôte (**Miyazato *et al.*, 2010**).

# **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

## 1. Objectif

L'objectif de ce travail est de tester l'idée d'incorporation de substances naturelles qui se trouvent dans le sirop de la figue sèche, dans le lait fermenté type yaourt étuvé. La stratégie proposée prétend à l'extraction du sirop de figues sèches et son ajout à différentes concentrations. Après incorporation, les produits sont soumis à la dégustation par un panel composé de 10 dégustateurs préalablement préparés (une méthode sensorielle très adéquate pour confirmer le choix du produit final). Etant donné la différence de goût entre le yaourt sucré avec le sucre raffiné et celui enrichi avec le sirop de figue sèches, il est possible de mesurer ce critère sur le nouveau produit obtenu comme aliment fonctionnel en se servant de la composante humaine à défaut de la disponibilité des instruments de mesure vu les conditions de la pandémie de covid-19.

Durant cette étude, différentes étapes ont été réalisées jusqu'à arriver à l'objectif final de l'enrichissement de yaourt nature avec de sirop de figues sèches :

1. Extraction de sirop à partir des figues sèches de la variété Kabylie *Elkhrif* de la région de Bouira ;
2. Enrichissement de yaourt nature avec de sirop de figues sèches;
3. Etude de l'effet de sirop sur la qualité organoleptique de yaourt nature ;
4. Analyse sensorielle et détermination du profil sensoriel de yaourt nature après son enrichissement avec le sirop de figues sèches.

## 2. Matériels végétal

La matière première utilisée dans cette étude, est la figue sèche. Qui a été achetée au marché de l'Akhdaria de la wilaya de Bouira. Il s'agit de la figue sèche noire *Ficus Carica* récoltée dans la région l'Akhdaria et vendue à raison de 1100DA/Kg, 400g de figues sèches sont triés et débarrassés de tous corps étrangers (pierre) puis orientés vers l'extraction de leur sirop.

## 3. Méthode de préparation du sirop de figues sèches

Les figues sèches achetées du marché de l'Akhdaria, sont tout d'abord débarrassées, de toutes impuretés et corps étrangers. Les 400 g de figues sèches déjà nettoyées sont mises à cuisson à la vapeur pendant 30 minutes.

Après cuisson, enlever les petits pédoncules, en découpant chaque fruit une en deux morceaux pour faciliter l'extraction de maximum de quantité de sirop.

Mettre les figes sèches avec 400 ml d'eau au feu moyen jusqu'à ce que les figes sèches soient tendres et aient un changement de la couleur. Après l'ébullition de mélange, on ajoute 80 g de sucre et on continue la cuisson pendant 35 minutes.

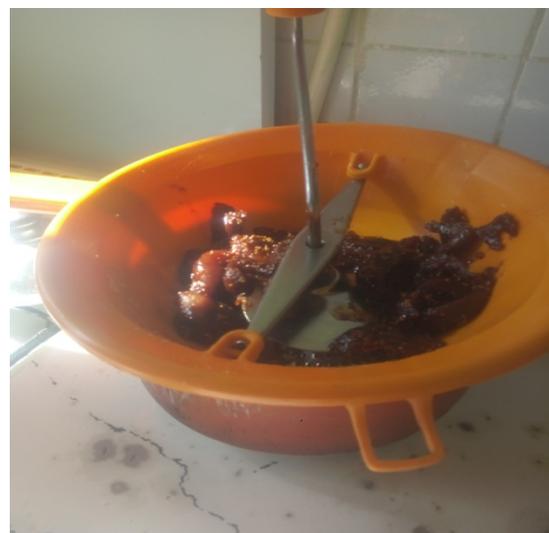
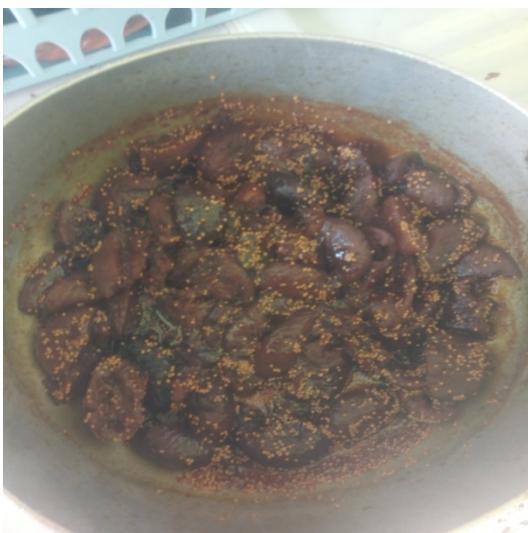
A l'aide d'une mouline légumes, broyer le mélange et remettre sur feu durant 5 minutes. Filtrer la préparation en pressant fortement pour extraire le maximum de liquide (sirop de figes sèches). Conserver le sirop préparé dans un flacon en verre à l'abri de la lumière, en marquant la date de fabrication.



**Figure 10 :** Cuisson des figes sèches à la vapeur.



**Figure 11 :** Découpage des figes sèches.



**Figure 12** : Cuisson des figues sèches au feu

**Figure 13** : Broyage de mélange.

on ajoutant 400ml d'eau.



**Figure 14** : Le sirop de figue sèche préparé.

#### 4. Protocoles expérimentales

Le yaourt utilisé c'est yaourt nature de SOUMMAME acheté, l'addition de sirop de figue sèche préparé au yaourt nature à des pourcentages différents sont marqués comme suite :

**Tableau 08** : Différentes pourcentages de sirop de figue sèche additionne au yaourt nature.

Echantillon (Et)	Echantillon (E1)	Echantillon (E2)	Echantillon (E3)
0% de sirop de sirop de figue sèche additionné au yaourt nature. Cet échantillon considéré comme un produit témoin.	L'incorporation de 0.5% de sirop de figue sèche dans le yaourt nature.	L'incorporation de 1% de sirop de figue sèche dans le yaourt nature.	L'incorporation de 2% de sirop de figue sèche dans le yaourt nature.

##### 4.1. Yaourt utilisée



**Figure 15** : Yaourt nature utilisée

Les caractéristiques de ce yaourt selon l'information alimentaire apportée sur emballage sont portées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 09** : L'information nutritionnelle de yaourt nature.

Information nutritionnel	Yaourt nature
Energie (Kcal)	72 Kcal
Matières grasse / Lipides	3.48 g
Glucides	4.87 g
Protéines	4.12 g

(Open Food Facts, 2019)

## 5. Test organoleptiques

### 5.1. Choix de jury

Le groupe se compose de 10 personnes, leur l'âge varie de 23 à 38 ans, les consommateurs considérés comme habitués à ajouter du yaourt nature au sirop de figues sèche peuvent juger ces produits.

### 5.2. Définition de paramètres d'évaluation sensorielle

- ❖ **Gout sucré** : Le dégustateur est appelé à évaluer l'ampleur du gout sucré des produit après dégustation
- ❖ **Cohésivité** : Traduit la capacité maximale de déformation de l'échantillon après écrasement du produit en pots entre les doigts.
- ❖ **Adhésivité** : Exprime la force de liaison entre les produit et la surface d'une cuillère lors d'une prie d'échantillon.
- ❖ **Odeur** : Le paneliste est appelé à décelé existence ou pas sensation de mauvaise odeurs émanant du produit dégusté.
- ❖ **Couleur** : Le paneliste est appelé à apprécier la couleur du produit.
- ❖ **Acidité** : Le dégustateur doit évaluer l'acidité de produit en le dégustant.

Pour mener à bien cette évaluation sensorielle descriptive, il vous présenté un langage sensoriel chaque attribut est mesuré selon échelle de notation :

5.3. Echelle de notation

Tableau 10 : Echelle de notation d'évaluation sensorielle.

Gout sucré	Cohésivité	Adhésivité	Couleur	Odeur	Gout acide
Pas du sucre : (1-4)	Pas cohérent : (1-3)	Pas adhérent : (1-3)	Mauvaise : (1-3)	Mauvaise : (1-3)	Pas d'acide : (1-4)
Plus sucrée : (4-6)	Peu cohérent : (4-5)	Peu adhérent : (4-5)	Acceptable : (4-5)	Acceptable : (4-5)	Plus d'acide : (4-6)
Fortement sucrée : (6-10)	Moyennement cohérent : (6-8) Plus cohérent : (9-10)	Moyennement adhérent : (6-8) Plus adhérent : (9-10)	Bonne : (6-7) Très bonne : (6-8) Excellente : 10	Bonne : (6-7) Très bonne : (6-7) Excellente : 10	Fortement acide : (6-10)

➤ Fiche d'évaluation sensorielle

Le formulaire de réponse a été distribué au jury un guide de notation est joint. Le rapport sélectionné est de 1 à 10 et l'intensité est chaque norme à laquelle prêter attention est mentionnée dans l'abaque Soumettre au jury pour éviter toute confusion et Standardisez la notation. Dégustation à dépend de la force de chaque personnage. (Annexe 04)

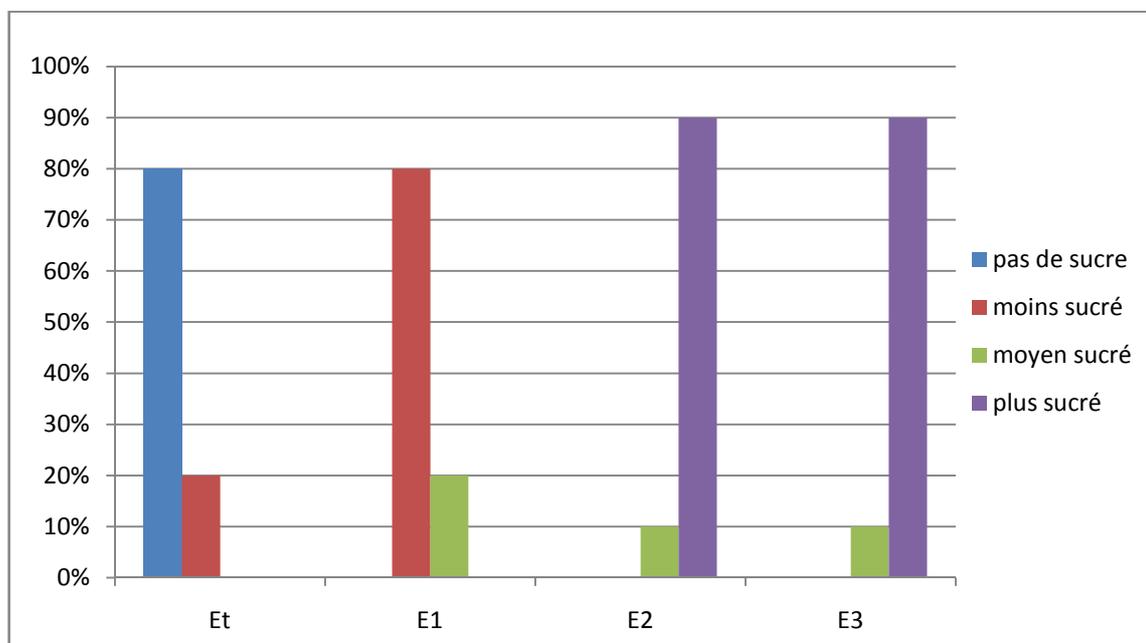
6. Traitement des données

Dans notre travail, la saisie et le traitement des résultats se font respectivement avec l'Excel 2007. Les résultats organoleptiques vont subir une analyse statistique non paramétrique selon le test de FRIDMAN (stat box 4-1).

# **Chapitre IV : Résultats et Discussions**

## 1. Analyses sensorielles

### 1.1. Goût sucré

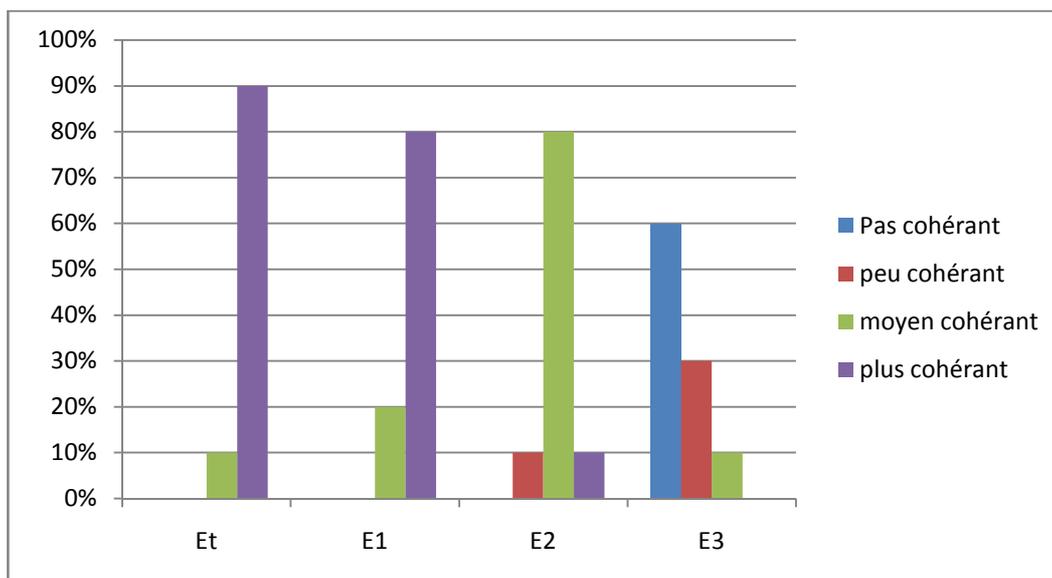


**Figure 16 :** Résultats obtenue de l'analyse sensorielle de sirop des figes sèches additionnées au yaourt nature.

La figure représente la variation de goût sucré de yaourt nature enrichi par le sirop de figes sèches. Les dégustateurs préfèrent le produit enrichi par 2% et 1% de sirop de fige sèche avec un pourcentage de 90%. On trouve également que le goût moins sucré est acceptable avec un pourcentage de 80%.

Ces résultats sont dus au fait que la plupart des dégustateurs préfèrent le goût sucré du nouveau produit élaboré par rapport au produit témoin.

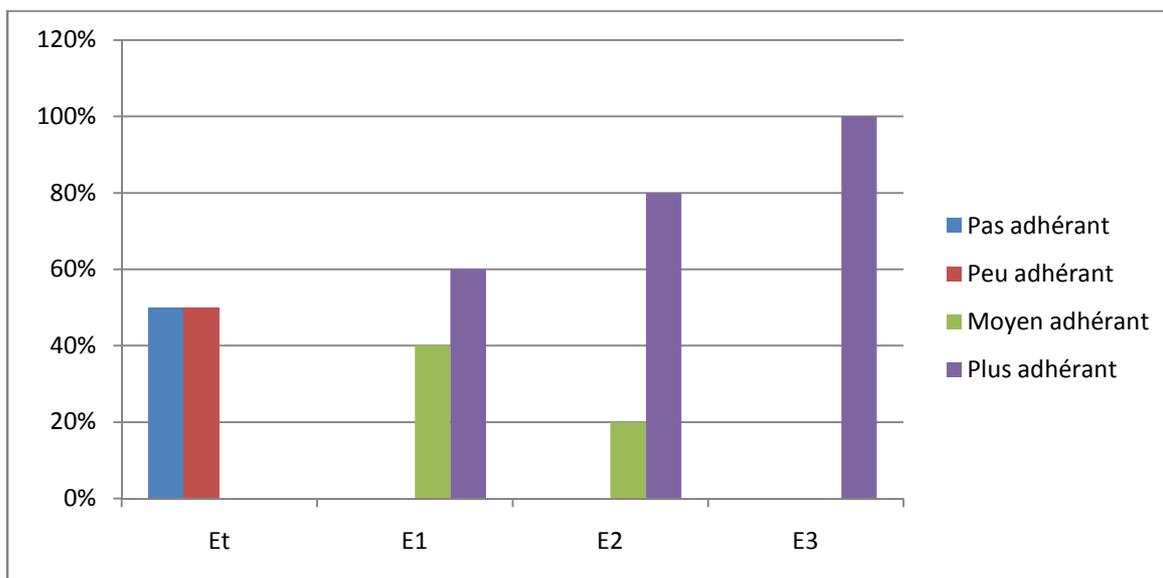
## 1.2. Cohésivité



**Figure 17 :** Variation de Cohésivité de sirop des figes sèches additionnées au yaourt nature.

D'une façon général, le produit témoin est plus cohérent, par rapport aux autres yaourts nature enrichis par le sirop de figes sèches, suivi par le produit enrichi avec 0.5% de sirop de figes sèches, qui est peu cohérent avec un pourcentage de 80%. Donc quand le pourcentage de sirop de figes sèches est augmenté, la cohésivité va diminuer, à raison pour laquelle le sirop de figes sèches assouplit la consistance du yaourt nature.

### 1.3. Adhésivité

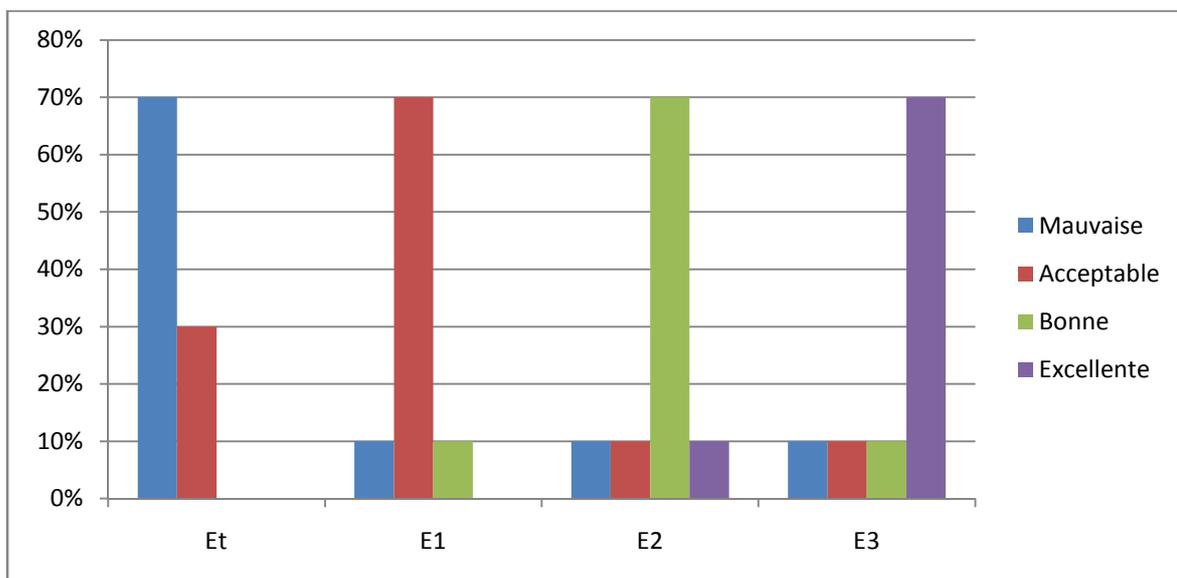


**Figure 18** : Variation de l'Adhésivité du sirop de figes sèches additionnées au yaourt nature.

La figure représente la variation de l'adhésivité de yaourt nature enrichi par le sirop de figes sèches, on remarque que les dégustateurs préfèrent le yaourt enrichi par 2% de sirop de figes sèches, avec un pourcentage de 100%, comme l'échantillon le plus adhérent par rapport aux autres échantillons.

On montre que l'adhésivité a tendance à augmenter avec l'augmentation de la concentration de sirop de figes sèches, car ce sirop contient beaucoup de sucre responsable de l'adhésivité.

### 1.4. Odeur

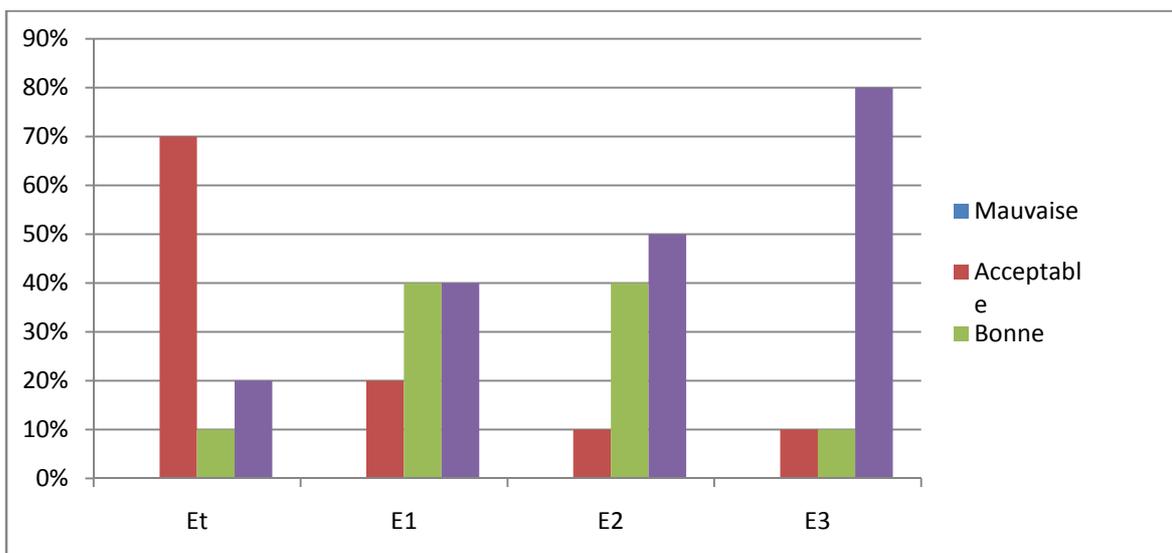


**Figure 19** : Variation de l'odeur de sirop des figes sèches additionnée au yaourt nature.

La figure représente la variation de l'odeur de yaourt nature enrichi avec le sirop de figes sèches. On remarque que les dégustateurs ont qualifiés l'échantillon (E3=2% de sirop de figes sèches) avec une excellente odeur avec un pourcentage de 70%. Le produit additionné avec 1% de sirop de figes sèches est de bonne odeur avec un pourcentage de 70%, le produit enrichi avec 0.5% (E1) de sirop de figes sèches est acceptable par rapport aux autres échantillons.

Par contre, le produit témoin à une mauvaise odeur selon l'avis de la majorité des dégustateurs avec un pourcentage de 70%, mais la moitié préfèrent le témoin avec un pourcentage de 30%. L'odeur spécifique de sirop de figes sèches est un critère apprécié dans le nouveau produit élaboré.

### 1.5. Couleur



**Figure 20:** Résultats de la couleur obtenue de l'analyse sensorielle de sirop des figes sèches additionnée au yaourt nature.

Les figures représentent la variation de la couleur de yaourt nature enrichi par le sirop de fige sèche. Le jury de dégustation a qualifiés la couleur de produit avec 2% de sirop de figes sèches qui excellente couleur avec un pourcentage de 80%. La couleur de produit témoin, est acceptable par les dégustateurs avec un pourcentage de 70%.

Ces résultats peuvent s'expliqué par l'augmentation de la concentration de sirop donne des meilleurs couleurs au produit.



**Figure 21 :** Yaourt nature.

(Produit témoin).



**Figure 22 :** Yaourt nature enrichi avec

0.5% de sirop des figes sèches.



**Figure 23** : Yaourt nature enrichi

avec 1% de sirop de figes sèches.



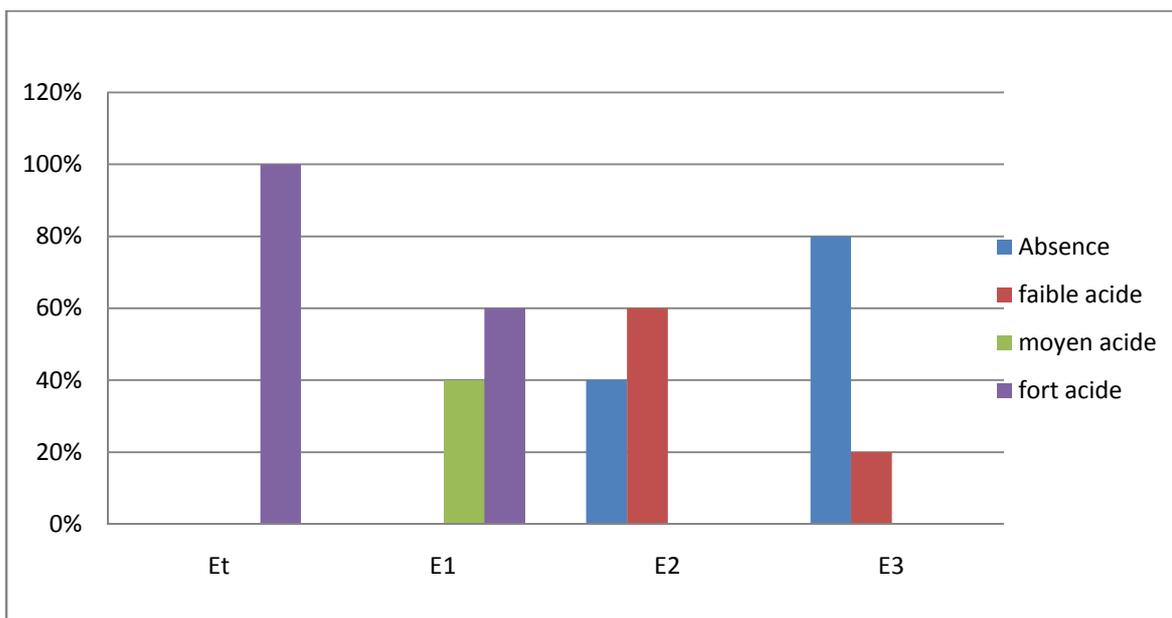
**Figure 24** : Yaourt nature enrichi

avec 2% de sirop de figes sèches.

L'analyse de la couleur des échantillons de yaourt nature enrichi avec le sirop de figes sèches dans les quatre échantillons, montre une différence remarquable entre la couleur de l'échantillon témoin et les autres produits enrichis avec le sirop de figes sèches, on observe que le yaourt qui contient pas de sirop de figes sèches (produit témoin) à une couleur blanchâtre attractive avec brillance, pour l'échantillon (E1=0.5% de sirop de figes sèches), on remarque que la couleur de cette échantillon est beige claire avec un peu de brillance, l'échantillon ( E2= 1% de sirop de figes sèches), on observe que la couleur de ce produit est beige foncée et présente un aspect brillanté , pour le produit (E3= 2% de sirop de figes sèches) présente une couleur marron claire et très brillanté.

Le changement de la couleur des yaourts enrichis avec le sirop de figes sèches, est expliqué par l'augmentation de la concentration de sirop des figes sèches.

### 1.6. Goût acide



**Figure 25** : Variation de l'acidité de sirop des figes sèches additionnée au yaourt nature.

La figure représente la variation de l'acidité de yaourt nature enrichi par le sirop de figes sèches. D'après les dégustateurs le produit témoin à une forte acidité avec un pourcentage de 100% par rapport aux autres produits enrichis. Donc l'acidité de yaourt diminue avec l'augmentation de la concentration de sirop.

Ce qui laisse déduire que le sirop de figes sèches à probablement un effet antagoniste sur la croissance des bactéries lactique qui sont responsables à l'acidité du lait fermenté.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

L'objectif de ce travail est l'estimation de l'influence de sirop de figes sèches incorporées dans le yaourt nature sur sa qualité organoleptique, pour répondre à cet objectif, six résultats principaux ont été obtenue :

Pour le gout sucré, 90% de dégustateurs ont préféré le gout moyennement sucré du nouveau produit élaboré par rapport au produit témoin (yaourt nature).

Pour la cohésivité, les dégustateurs ont préféré le produit témoin qui considéré comme un produit plus cohérant, avec un pourcentage de 90%, par rapport aux autres yaourts nature enrichis avec le sirop de figes sèches, suivie de produit enrichi avec 0.5% de sirop de fige sèche qui est peu cohérant avec un pourcentage de 80%. Donc quand le pourcentage de sirop de figes sèches est augmente, la cohésivité va diminue.

Par contre l'adhésivité de yaourt nature enrichi par le sirop des figes sèches, les dégustateurs préfèrent l'échantillon (E3=2% de sirop de figes sèches), avec un pourcentage de 100%, comme l'échantillon le plus adhérent par rapport aux autres échantillons. Donc l'adhésivité augmente avec l'augmentation de la concentration de sirop de figes sèches.

Pour l'odeur, les jurys ont qualifié l'échantillon (E3), enrichi avec 2% de sirop de figes sèches d'une excellente odeur. Le produit additionné de 1% de sirop de figes sèches et de bonne odeur avec un pourcentage de 70%. Puis le produit enrichi de 0.5% de sirop (E1) est acceptable par rapport aux autres échantillons. Par contre le produit témoin, à une mauvaise odeur selon l'avis de la majorité des dégustateurs, avec un pourcentage de 70%, mais la moitié préfèrent le témoin avec un pourcentage de 30%. L'odeur spécifique de sirop de figes sèches est un critère apprécié dans le nouveau produit élaboré.

Pour la couleur, le jury de dégustation a qualifiés la couleur de produit avec 2% de sirop de figes sèches meilleur à 80%. L'augmentation de la concentration de sirop des figes sèches donne de meilleur couleur au produit.

Les dégustateurs préfèrent l'acidité de yaourt à 100%, par rapport aux nouveaux produits de yaourts élaborés avec différentes concentration de sirop de figes sèche. L'acidité de yaourt diminue avec l'augmentation de la concentration de sirop. Ce qui laisse déduire que le sirop de figes sèches a probablement un effet antagoniste sur la croissance des bactéries lactique du lait fermenté.

## Conclusion

---

En perspectives, vu que le sirop de figes sèches contient de nombreux avantages sur la santé humaine, contre la toux, les maux de gorge et la constipation, il serait souhaitable de l'utiliser comme ingrédient fonctionnel dans le domaine alimentaire en particulier dans les produits laitiers. La concentration recommandée pour son incorporation dans le yaourt est entre 1 et 2%, car en plus d'enrichir sa valeur nutritive pourra l'aromatiser et améliorer sa couleur.

# **Références Bibliographiques**

### A

**ALJANE, F., TOUMI, I., & FERCHICHI, A. (2007).** HPLC determination of sugar and atomic absorption analysis of mineral salts in fresh figs of Tunisian cultivars.

**Affer. M, Bouziane T, 2013.** L'effet de l'incorporation de la farine de pois chiche sur le lait fermenté type yaourt.

**Amellal, R. (2000).** La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Institut National d'Agronomie El- Harrache. Option méditerranéenne. Sér.B N° 14.Pp. 230-232.

**AZZI Rachid 2012 :** Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien : enquête ethnopharmacologique ; Analyse pharmaco-toxicologique de Figuier (*Ficus carica*) et de coloquinte (*Citrullus colocynthis*) chez le rat Wistar. These de doctorat. Université Abou Bekr Belkaid –Tlemcen. PP : 33

**Aksoy U. 1997 :** Harvest and drying of figs. In: "Advanced Course on Fig Production". Ege University, Izmir, Turkey.

**Al Askari 1 \*, A. Kahouadji 1, K. Khedid2, R. Charof2 & Z. Mennane2 :** Characterizations physicochemical and microbiological of dried figs collected from the markets of Rabat-Sale, Temara and Casablanca. LES TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE - 2012, Volume 7, N°26.

### B

**BENSALAH A., KORIB H. 2015 :** Contribution à l'étude de quelque variété de figuier dans la région de Tlemcen. Mémoire de master. Université Abou Bekr Belkaid –Tlemcen .PP : 10.

**Basunia M.A. et Abe T. 2001 :** Thin-layer solar drying characteristics of rough rice under natural convection. Journal of Food Engineering. 4:295-301.

**Bars J. 1990 :** Contribution to a principal strategy for preventing aflatoxin contamination of dried fig. Microbiologie, Aliments Nutrition. 8 (3):265-270.

### C

**Covri A, 1997.** Evénement, le yaourt, les laits fermentés. Tech&Doc. Sepiac. Paris. P14.

**Chawla A., Kaur R., Sharma A.K. 2012 :** *Ficus carica* Linn.: A Review on its Pharmacognostic, Phytochemical and Pharmacological Aspects. International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research ; 1(4): 215-232.

**Chessa I. 1997 :** Fig. In: “Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits”. Mitra S. Ed. CAB International. pp. 245-268.

### D

**Deroissart, H. et luquet, F.M. (1993).** Les bactéries lactiques, lorica, 1-10p.

**Dellaglio F., de Roissart H., Torriani S., Curk M. C. and Janssens D., 1994.** Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In: Bactéries Lactiques, vol. I, pp. 25–116. Edited by H. de Roissart and F. M. Luquet, Lorica, Uriage, France.

**Drissen FM. 1981 .**in mixed culture fermentation .Ed mebushed JH .scarter. Academic press; London.

**Daniel. S, Martin.F, Pyilippe.D, 2010.** Transforment les produits laitiers frais à la ferme, Educagri éditions.

**Doymaz L. 2004 :** Sun drying of figs: an experimental study. Journal of Food Engineering. 71:403-407.

### E

**Erik. Hansen, 2011.** Approche microbiologique des yogourts et probiotiques.

**EL KHALOUI M. 2010 :** Valorisation de la figue au Maroc. Transfère de technologie en agriculture. Bulletin mensuelle d’information de liaison du PNTTA, Mars 2010 n°186.

### F

**Fooks L. J.et Gibson G. R., 2002.** Probiotics as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition*, 88 pp: 39-49.

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

**Ferradji A., Chabour H. et Malek A. 2011 :** Séchage solaire des figes. Revue des Energies Renouvelables. 14 (4):717-726.

**François J., Leroy., 1984** :Les fruits tropicaux et subtropicaux. presses universitaires de France; pp 210.

**Finn Kjellber, Annick Lense** : *Ficus carica* et sa pollinisation. Master. France.2020.HAL Id : hal-02516842. PP : 10-11-12

### G

**Ghalem.k, 2014.**L'effet de variation des doses de jus de citron sur la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt étuvé.

**Gentès M. C, 2011.**Compréhension de rôle structural d'expolysacharides de bactéries lactiques dans des systèmes laitiers fermentés enrichis en amidon modifié, Thèse université Laval, Québec.

**Guyot P. 1992.** Les yaourts D.L.G. foods.Tec. P4-8-10-11.

**Gibson G. R. and Roberfroid M. B., 1995.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J. of Nutr.* Thèse doctorat. Université de Laval. Québec, 125 pp: 1401-1412.

**Gosta B. (1995).** Produits laitiers de culture. Manuel de transformation du lait. Edition : Téta pack processing systems AB. Suède 417p.

**Gürsoy A., Durlu-Özkaya F., Yildiz F. et Aslim B., 2010.** Set Type Yoghurt Production by Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (B3). *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 16, 81-86.

**GAUSSEN H., LEROY J. F., et OZANDA P. 1982** : Précis de botanique, tome II : Végétaux supérieurs Masson. 558- 560 pp.

**GOUDJIL S. HAMAI T. 2017** : Possibilité de formulation d'un sirop anti diarrhéique a base de figes sèches, *Pulicaria odora* et *Zizyphus jujuba*. Mémoire de Master. UNIVERSITE MOULOUDE MAMMERI DE TIZI OUZOU. PP : 6

**Guinebault A., Varagnate E. et Chabrol D. 1986** : Le point sur le séchage solaire des produits alimentaires. *Gres gret.* 8:215.

### I

**Izquierdo E., 2009.** Les protéines bactériennes entant que bio marqueurs de l'activité probiotique. Thèse de Doctorat, *Université de Strasbourg* : 8-141.

**INRAA / Juin 2006** : INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE D'ALGERIE. ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE : Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques. PP 25

### J

**Jaziri Imène, Mourad Ben Slama, Houcine Mhadhbi, Maria C, Urdaci, Moktar Hamdi.2009.** Article de journal « Elsevier »: Effect of green and black teas (*Camellia sinensis*, L) on the characteristic microflora of yogurt during fermentation and refrigerated storage P 01.

**Jeddi L., 2009** : Valorisation des figes de Taounate- Potentiel, mode et stratégies proposées. Mémoire d'ingénieur d'état professionnelle. Option : Industries Agricoles et Alimentaires. Direction provinciale d'agriculture de Taounate (Maroc) : 1-29.

### K

**Klaenhammer T., Altermann E., Arigoni F., Bolotin A. and Breidt F., 2002.** Discovering lactic acid bacteria by genomics, Antonie Van Leeuwenhoek, *Int. J. Gen. Mol. Microbiol.*, 82 pp: 29–58.

**Kourdache R et ouchiha O, 2017.** Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de master académique en agronomie « Formulation d'un yaourt à base de la poudre de pleure de la betterave rouge (*Beta Vulgaris*. L).

**Kader A. 1985** : Modified atmospheres and low-pressure systems during transport and storage. In: "Postharvest Technology of Horticultural Crops" Kader A.A. Postharvest Technology Center. 58-64.

**Karathanos V.T. et Belessiotis V.G. 1997** : Sun and artificial airdrying kinetics of some agricultural products. *Journal of Food Engineering*. 31:35-46.

### L

**LOONES A. (1994).** Lait fermenté par des bactéries lactiques. In « bactéries lactiques ». DE Roissart H.et Luquet F.M. Ed. Loriga, 2. Paris. P : 37-151.

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

**Lemounier D, Braasseur et Weber E, 1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed N°2. P44.

**Leveau J Y et Bouix M, 1993.** Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel. Tec and Doc. Lavoisier. Paris. P 85.

**Lamontagne, M. 2002.** Produits laitiers fermentés. In Science et technologie du lait : transformation du lait. Chapitre 8.Vignola C.I, Ed Presses internationales. Polytechnique, Pp93-139. 557.

**Luquet F. M, 1990.** Les produits laitiers transformations et technologie. 2<sup>ème</sup> édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre, Tech. do Apria la voisier P2-85- 206

### M

**MELGAREJO, P., HERNANDEZ, F., MARTINEZ, J., SANCHEZ, J., & SALAZAR, D. (2003).** Organic acids and sugars from first and second crop fig juices.

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

**MARTY-TEYSSET C. DE LA TORRE F. and 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.

**Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P, 2000.** Les produits industriels laitiers. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. France.

**MESSADI F, MOHELLEBI N. 2012 :** Caractérisation physico-chimique de quelque variété de figue sèche. Mémoire d'ingieura. Université Abderrahmane Mira de Bejaia. PP : 13.

**Mathioulakis E., Karathanos V. et Belessiotis V. 1998 :** Simulation of air movement in dryer by computational fluid dynamics: Validation for the drying of fruits. Journal of Food Engineering. 36:183-200.

**Mauri N., 1952 :** Les figuiers cultivés en Algérie. Documents et renseignements agricoles, bulletin n°105, Alger.57P.

**Miyazato, S., Nakagawa, C., Kishimoto, Y., Tagami, H., Hara, H. 2010.** Promotive effects of resistant maltodextrin on apparent absorption of calcium, magnesium, iron and zinc in rats. Eur. J. Clin. Nutr., 49: 165 171.

### N

**Nagai, T., Makino, S., Ikegami, S., Itoh, H., Yamada, H. 2011.** Effects of oral administration of yogurt fermented with *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* OLL1073R-1 and its exopolysaccharides against influenza virus infection in mice. *International Immunopharmacology*11, 2246-2250.

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

### O

**Oukabli A., Mamouni A., 2005 :** Potentialités et perspectives de développement de la figue séchée au Maroc Institut National Recherche Agroalimentaire; pp 19. Ch EM,; 22(1), 366-382.

**Ouaouich A. et Chimi H. 2005 :** Guide du sécheur de figes. L'organisation des Nations Unies pour le développement industriel. 5-7.

**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

**Pernoud, S., Schneid, C., Breton, S.2005.** Application des bactéries lactiques dans les produits frais et effet probiotiques. In bactéries lactiques et probiotiques .CoordLuquet F.M., Corrieug., Ed Tec et Doc, pp : 235-260 .306p.

**PONTAPPIDAN A. 1997 :** Le figuier. Le nom de l'arbre. 1ère édition, Actes sud, France.

**PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES. COMITÉ DU CODEX SUR LES CONTAMINANTS DANS L'ALIMENTATION : AVANT-PROJET DE NIVEAUX MAXIMAUX POUR LES AFLATOXINES TOTALES DANS LES FIGES SÈCHES .N11-2010. PP :13.**

**Peter Bauwens., 2008 :** Figes de tous pays. Edisud.

**Pantastico E.B. 1975 :**Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. AVI Publishing. 559.

### R

**Romain. Jeantet, thomas Croguennec, Michel Mahaut, pierre shuck ; Gérard Brulé, 2008.** Les produits laitiers 2ème édition Tec & Doc Lavoisier, paris.

**Rebour .H. 1968 :** Fruit méditerranéens autre que les agrumes. Ed. La maison rustique, p190-206.

**Rodov V., Percelan J., Horev B., Vinokur Y., Ben-Yehoshua S., Yablowich et Flaishman Z. 2002 :** Development of dark figs for export: Optimal picking criteria for the ‘Brazilian’ variety. *Alon Hanotea*. 56:372-376.

**Ryall A.L. et Pentzer W.T. 1982 :** Handling transportation and storage of fruits and vegetables fruits and tree nuts. AVI Publishing Company. 2:610.

### S

**Schmidt J.L, Tourneur C et Lenoir J, 1994.** Fonction et choix des bactéries lactiques laitières. Ed. Loriga. Paris. P37.

**Sodini, I. et Beal, C. 2012.** Fabrication des yaourts et laits fermentés. Techniques de l’Ingénieur (F 6315). Paris- France : p16.

**Saxelin M., Korpela R. and Mayara-Makinen A., 2003.** Functional dairy products. *Boca Raton LA, USA: CRC Press*: 1-16.

**Sillanpaa J., 2001.** Tissue-adherence in lactic acid bacteria: Identification and characterization of the collagen-binding S-Layer protein of *Lactobacillus crispatus*. Academic Dissertation in General Microbiology. Faculty of Science of the University of Helsinki. Finland.

**Sanz Y., 2007.** Ecological and functional implications of the acid-adaptation ability of Bifidobacterium: a way of selecting improved probiotic strains. *International Dairy Journal*, 17(11) pp: 1284-1289.

**SALAZAR, D.(2003).** Organic acids and sugars from first and second corp fig juices.

### T

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

### V

**VIDAUD J. 1997** : Le figuier monographie. Edition Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Ctifl (Paris).

**Vinson A., Zubik L., Bose P., Samman, N. et Proch J. 2005** : Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. Journal of the American College of Nutrition. 24:44-50.

### X

**Xia B. et Sun D.W. 2002** : Application of computational fluid dynamics (CFD) in the food industry: a review. Computer and Electronics in Agriculture. 34:5-24.

# **Annexes**

## Annexe 01

### Matériels utilisés

- Casserole.
- Passoire.
- Bécher avec verre à mesure cuisine.
- Balance.
- Moulina légume.
- Flacon en verre ambrée.

## Annexe 02

### Préparation de sirop de figue sèche



1-laver les figes sèches et cuire à la Vapeur.



2-enlever les petits pédoncules et couper en deux.



3-Ajouter 400ml de l'eau.



4-Porter au feu jusqu'a les  
figues est tendre.



5- Ajouter 80g de sucre au mélange



6- Figes sèche tendre+ 80g de  
sucre.



6- Broyage au mouline légumes.



7- Filtration de mélange.



7- Sirop de figue sèche préparé.

## Annexe 03

## Fiche de dégustation

UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Domaine : SNV

Filière : Science alimentaire

## Fiche de dégustation

Critère	Gout sucré	Cohésivité	Adhésivité	Odeur	Couleur	Acidité
Echantillon 1 0% de sirop						
Echantillon 2 0.5% de sirop						
Echantillon 3 1% de sirop						
Echantillon 4 2% de sirop						

Pour mener à bien cette évaluation sensorielle descriptive, il vous présenté un langage sensoriel chaque attribut est mesuré selon une échelle de notation :

**Echelle de notation :**

Mauvaise : 1-3

Bonne : 6-7

Excellente : 10

Acceptable : 4-5

Très bonne : 8-9

### **Définition :**

Goût sucré : le dégustateur est appelé à évaluer l'ampleur du goût sucré des produits après dégustations.

Cohésivité : Traduit la capacité maximale de déformation de l'échantillon après écrasement du produit en pots entre les doigts.

Adhésivité : Exprime la force de liaison entre les produits et la surface d'une cuillère lors d'une prise d'échantillon.

Odeur : Le paneliste est appelé à détecter l'existence ou pas sensation de mauvaises odeurs émanant du produit dégusté.

Couleur : Le paneliste est appelé à apprécier la couleur du produit.

Acidité : Le dégustateur doit évaluer l'acidité du produit en le dégustant.

### Résumé

L'objectif de ce travail est de tester l'idée d'incorporation de substances naturelles qui se trouvent dans le sirop de la figue sèche, dans le lait fermenté type yaourt étuvé. La stratégie proposée prétend à l'extraction du sirop de figes sèches et son ajout à différentes concentrations. Après incorporation, les produits sont soumis à la dégustation par un panel composé de 10 dégustateurs préalablement préparés (une méthode sensorielle très adéquate pour confirmer le choix du produit final). Etant donné la différence de goût entre le yaourt sucré avec le sucre raffiné et celui enrichi avec le sirop de figue sèches, il est possible de mesurer ce critère sur le nouveau produit obtenu comme aliment fonctionnel en se servant de la composante humaine à défaut de la disponibilité des instruments de mesure vu les conditions de la pandémie de covid-19.

**Mots clé :** Yaourt, Figue sèche, Sirop, Aliment fonctionnel, Analyse sensorielle.

### Abstract

The objective of this work is to test the idea of incorporation of natural substances that are found in dried fig syrup, in fermented milk such as steamed yogurt. The proposed strategy calls for the extraction of dried fig syrup and its addition to different concentrations. After incorporation, the products are subjected to tasting by a panel composed of 10 tasters previously prepared (a very adequate sensory method to confirm the choice of the final product). Given the difference in taste between sweet yogurt with refined sugar and that enriched with dried fig syrup, it is possible to measure this criterion on the new product obtained as a functional food using the human component in the absence of the availability of the instruments

**Keywords:** Yogurt, Dried fig, Syrup, Functional food, Sensory analysis.

### ملخص

يهدف هذا العمل إلى اختبار فكرة دمج المواد الطبيعية الموجودة في شراب التين المجفف، في الحليب المخمر مثل الزبادي. تدعي الإستراتيجية المقترحة لاستخراج شراب التين المجفف وإضافته بتركيزات مختلفة. بعد حقن الشراب، تخضع المنتجات للتذوق بواسطة فئة مكونة من 10 متذوقين معدة مسبقاً (طريقة حسية مناسبة للغاية لتأكيد اختيار المنتج النهائي). بالنظر إلى الاختلاف في المذاق بين الزبادي الحلو بالسكر المكرر والمخصب بشراب التين المجفف، يمكن قياس هذا المعيار على المنتج الجديد الذي تم الحصول عليه كغذاء وظيفي باستخدام العامل البشري بسبب عدم توفر أدوات القياس في ضوء ظروف وباء كوفيد-19.

**الكلمات المفتاحية:** الزبادي، التين المجفف، شراب، الأغذية الوظيفية، التحليل الحسي.