

**Réf :.....**

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

## **MASTER**

### *Thème*

**Elaboration d'un yaourt brassé à base  
de la figue sèche et du son du blé**

Présenté par :  
**AFFROUN Fatiha et HAMLIA Wahiba**

Soutenu le : **23 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> OUCHEMOUKH N.	MCA	Président
M <sup>me</sup> GUENDOUZE N.	MCB	Encadreur
M <sup>me</sup> FELLA S.	MAA	Examineur

**Année universitaire : 2017 / 2018**

 *Je dédie ce travail ...* 

*À*

*Mes très chers parents Pour leurs sacrifices, soutien et amour, je leurs serai éternellement reconnaissante.*

*À*

*Mes adorables sœurs Nabila et Nassima qui ont toujours été avec moi malheur ou bonheur.*

*À*

*Mes très chers Frères Mourad et Mouloud et Mes petites nièces Alicia et Mélina que j'adore.*

*À*

*Toute ma famille cousins cousines tantes et oncles*

*À*

*Tous mes amis Toufik, Yanis, Zahra, Kamel, Wahiba, et toute la promotion PTL.*

*À*

*Ma collègue Fatima et toute sa famille*

*WAHIBA*

*En cette mémorable occasion de notre soutenance,*

*Je tiens à dédier ce travail :*

*A dieu pour m'avoir donné la force de persévérer et garder l'espoir pour mon avenir*

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

*A ma très chère mère*

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

*Je souhaite que Dieu l'octroie une longue vie.*

*A mes très chères frères Messoud, Karime, Louniss, Arab, Nassim, Zidane, Fouade.*

*A mes très chères soeurs Khokha, Mezhoura*

*A ma très chère nièce Nona*

*Que dieu leurs donne une longue vie*

*A tous mes proches , mes connaissances et mes amis. sur tout Amine qui ma aidée de bon cœur.*

*Merci pour votre présence et votre soutient*

*A ma collègue Wahiba et sa famille*

*A tout la promotion PTL*

*Fatima*

## *Remerciements*

*Nous remercions :*

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

*Spécialement notre promotrice Mme GUNEDOUZE pour  
avoir*

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

*Nous exprimons également notre gratitude aux membres  
du jury, Mme*

*OUCHEMOUKH, la présidente, et Mme FELLA  
l'examinatrice, d'avoir accepté d'évaluer notre mémoire.*

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

*Nous remercions également toutes les personnes de  
l'unité DANONE, en particulier les techniciens de  
laboratoire ALSA.*

*Merci...*

## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Composition biochimique du yaourt.....	09
<b>Tableau II:</b> Composition chimique de la figue sèche (en%).....	11
<b>Tableau III:</b> composition chimique moyenne des produits de mouture.....	11
<b>Tableau IV :</b> récapitulatif des conditions de dénombrement de la flore lactique.....	20
<b>Tableau V:</b> Taux de sucres de la figue sèche et du produit fini.....	25
<b>Tableau VI:</b> Teneurs en EST, MG et protéines de la masse blanche et du produit fini.....	28
<b>Tableau VII:</b> Résultats des analyses microbiologiques des différents échantillons.....	33
<b>Tableau VIII:</b> Résultats du test de stress.....	34
<b>Tableau IX:</b> Moyennes ajustées par produit.....	37

## Liste des figures

<b>Figure 01:</b> Diagramme de fabrication du yaourt	
<b>Figure 02 :</b> Photographie des feuilles et des fruits séchés de <i>Ficus carica</i> .....	07
<b>Figure 03:</b> Anatomie du grain de blé.....	10
<b>Figure 04 :</b> photographie de la figue sèche (a) et du son de blé (b).....	12
<b>Figure 05 :</b> diagramme de fabrication du yaourt a base de figue sèche et son de blé.....	13
<b>Figure 06:</b> Evolution du pH dans le yaourt à base de figue sèche et de son de blé en fonction du temps de conservation à 10°C.....	23
<b>Figure 07 :</b> pH des matières premières et du produit fini à J+1.....	24
<b>Figure 08:</b> Variation de la viscosité du yaourt à base de figue sèche et son de blé au cours de stockage à 10°C.....	25
<b>Figure 09:</b> Taux de cendres des matières premières et du produit fini.....	26
<b>Figure 10:</b> Acidité Dornic de la masse blanche et du produit fini.....	29
<b>Figure 11:</b> Teneurs en composés phénoliques des extraits de son de blé, de figue sèche et du yaourt élaboré.....	30
<b>Figure 12 :</b> Suivi de la viabilité de <i>Streptococcus thermophilus</i> jusqu'à la DLC+2.....	31
<b>Figure 13 :</b> Suivi de la viabilité de <i>Lactobacillus Bulgaricus</i> jusqu'à la DLC+2.....	32
<b>Figure 14 :</b> Suivi de la viabilité de bifidobactéries jusqu'à la DLC+2.....	33
<b>Figure 15 :</b> Pouvoir discriminant par descripteur.....	35
<b>Figure 16:</b> Coefficients des modèles des deux échantillons de yaourt.....	36
<b>Figure 17:</b> Corrélations entre les variables et les facteurs.....	38
<b>Figure 18:</b> Profil des différentes classes créées.....	38
<b>Figure 19:</b> Courbe de niveau et carte des préférences.....	39

## Liste des abréviations

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.

***St thermophilus*** : *Streptococcus thermophilus*..

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**UFC** : Unité formant colonie.

**T°** : Température.

**MG** : matière grasse.

**MS** : Matière sèche.

**EST** : Extrait Sec Total.

**PT** : polyphénols totaux.

**EAG** : Equivalent acide gallique.

**J+** : jour +.

**OGA** : Oxytétracycline Glucose Agar.

**VRBG** : Violet Red Bile Glucose Agar.

**VRBL** : Milieu Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre.

**M<sub>17</sub>** : gélose utilisé pour le dénombrement des Streptocoques.

**MRS**: Gélose de Man, Rogosa, Sharpe.

# Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I: Généralités sur le yaourt</b>	
I.1. Définition .....	2
I.2. Composition biochimique .....	2
I.3. Intérêt nutritionnel .....	3
I.4. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt .....	3
I.4.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	3
I.4.2. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> sp. <i>Bulgaricus</i> .....	4
I.4.3. Bifidobactéries .....	4
I.5. Protocopération ou symbiose des deux bactéries du yaourt .....	4
I.6. Intérêt des bactéries lactiques .....	4
I.7. Technologie du yaourt .....	5
<b>Chapitre II: Généralités sur la figue sèche et le son de blé</b>	
II.1. Figue sèche .....	7
II.1.1. Figuier .....	7
II.1.1.1. Description du figuier .....	7
II.1.1.2. Classification taxonomique .....	7
II.1.1.3. Description botanique .....	7
II.1.1.4. Habitat et distribution géographique .....	8
II.1.1.5. Usage et propriété .....	8
II.1.2. Caractéristiques de la figue sèche .....	8
II.1.2.1. Description de la figue sèche .....	8
II.1.2.2. Maturité et période optimale de récolte des figues .....	8
II.1.2.3. Composition chimique et valeur énergétique .....	9
II.1.2.4. Effet thérapeutique .....	9
II.2. Son de blé .....	9
II.2.1. Blé .....	9
II.2.1.1. Définition et caractéristiques .....	9
II.2.1.2. Classification botanique du blé .....	10

II.2.1.3. Utilisation du Blé .....	10
II.2.2. Définition et caractéristiques du son de blé .....	10
II.2.2.1. Définition .....	10
II.2.2.2. Composition chimique .....	10
II.2.2.3. Effet thérapeutique du son de blé .....	11
<b>III. Matériel et méthodes</b>	
III.1. Matériel végétal .....	12
III.2. Méthodes .....	13
III.2.1. Elaboration du yaourt .....	13
III.2.2. Analyse physico-chimiques .....	14
III.2.2.1. Mesure de pH .....	14
III.2.2.2. Détermination de l'acidité titrable .....	14
III.2.2.3. Détermination du Brix .....	15
III.2.2.4. Test de retrouvabilité de fruits .....	15
III.2.2.5. Détermination du taux de cendres .....	15
III.2.2.6. Détermination de la viscosité .....	16
III.2.2.7. Dosage des protéines brutes .....	16
III.2.2.8. Détermination de la matière grasse .....	17
III.2.2.9. Détermination de l'extrait sec total .....	18
III.2.2.10. Détermination de la teneur des composés phénoliques .....	18
III.2.3. Analyses microbiologiques .....	19
III.2.3.1. Dénombrement de la flore lactique .....	19
III.2.3.2. Recherche des entérobactéries et des coliformes .....	21
III.2.3.3. Recherche des levures et Moisissures .....	21
III.2.3.4. Test de stabilité .....	21
III.2.4. Analyse sensorielle .....	22
III.2.5. Analyse statistique .....	22
<b>Chapitre IV: Résultats et discussion</b>	
IV.1. Caractéristiques physico-chimiques .....	23
IV.1.1. pH .....	23
IV.1.2. Viscosité .....	24
IV.1.3. Brix.....	25

IV.1.4. Taux de cendres.....	26
IV.1.5. Matière grasse .....	27
IV.1.6. Protéines .....	27
IV.1.7. Extrait sec total .....	28
IV.1.8. Acidité Dornic .....	28
IV.1.9. Polyphénols totaux .....	29
IV.2. Analyses microbiologiques .....	31
IV.2. 1. Suivi de la viabilité des ferments .....	31
IV.2. 2. Suivi de la viabilité des bifidobactéries jusqu'à la DLC+2.....	32
IV.2. 3. Germes recherchés .....	33
IV.3. Analyse sensorielle .....	34
IV.3.1. Test du plan d'expérience .....	34
IV.3.2. Caractérisation du produit .....	34
IV.3.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur .....	35
IV.3.2.2. Coefficients des modèles .....	36
IV.3.2.3. Moyennes ajustées par produit .....	37
IV.3.3. Analyse en composantes principales (ACP) .....	37
IV.3.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) .....	38
IV.3.5. Cartographie externe de préférence (PREFMAP) .....	39
<b>Conclusion.....</b>	<b>40</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

# **Introduction**

## **Introduction**

Les laits fermentés sont largement produits dans de nombreux pays. Ce procédé est l'un des plus vieux utilisés pour augmenter la durée de conservation, il a été pratiqué par les Hommes depuis des milliers d'années **Savadogo et al (2011)**. Dans les pays industrialisés, les laits fermentés constituent une part importante et croissante de la consommation alimentaire **(Bouhnik, 1993)**.

Parmi ces laits fermentés, le yaourt qui est un produit laitier populaire qui fournit des quantités importantes de substances nutritives. Il a été associé à une large gamme d'effets positifs sur la santé. La qualité sensorielle du yaourt est l'un des facteurs les plus importants qui influence sur le choix des consommateurs **(Fernanda et al, 2013)**.

Dans le marché, sont présentés divers types de yaourts qui sont supplémentés de différents ingrédients répartis en fruits et en légumes secs. Parmi ces ingrédients, les fraises, le kiwi, les fragments de blé, les mûres forestières et les cerises. Un yaourt aux fruits est un produit qui est fait en ajoutant des morceaux de fruits ou des ingrédients à base de fruits comme les confitures, les gelées, les boissons et les sirops **(Vahedi et al, 2008)**.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail qui vise à élaborer un yaourt brassé incorporé de morceaux de figue sèche et de son de blé. Le choix de ces deux éléments pour l'enrichissement de ce yaourt revient à leurs richesses en éléments nutritives et leurs effets thérapeutiques, notamment leur effet sur la digestion grâce à la teneur élevée en fibres du son de blé et les antioxydants de la figue sèche.

Ce travail est subdivisé en deux parties, une synthèse bibliographique présentant des généralités sur le yaourt, la figue sèche et le son de blé, et une partie expérimentale basée sur la mise en valeur de la figue sèche et du son de blé, ainsi que la caractérisation physico-chimique, microbiologique et sensorielle du yaourt élaboré. En parallèle, la détermination de la teneur en antioxydants en l'occurrence les composés phénoliques des extraits de son de blé, de figue sèche et du yaourt enrichi a été réalisée.

# **Synthèse bibliographique**

## Chapitre I: Généralités sur le yaourt

### I.1. Définition

Le codex *alimentarius* définit le yaourt comme étant un produit laitier coagulé obtenue par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc. Les microorganismes du produit fini doivent être viables et abondants (**Lubin, 1995**).

Tous les produits contenant des ferments autres que ceux cités ci-dessus ne peuvent se voir attribuer le nom de yaourt mais celui de laits fermentés, ce qui est le cas de la plupart des nouveaux produits dit « produits santé » (**Luquet et al, 2008**).

### I.2. Composition biochimique

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritionnelle qu'un verre de lait, soit 4 à 5 % de protéines, un taux variable de lipides et 5 à 20 % de glucides selon qu'il soit nature ou sucré (**Mahaut et al, 2008**) (tableau I).

**Tableau I:** Composition biochimique du yaourt (**Mahaut et al, 2008**).

Caractéristique	Composition
<b>Protéines</b>	4%
<b>Lipides</b>	0-4 g
<b>Cholestérol</b>	15 mg
<b>Glucides</b>	5-18%
<b>Lactose</b>	3%
<b>pH</b>	4,5
<b>Teneur en matière sèche laitière</b>	10-16%
<b>Calcium</b>	155-200 mg (17 à 24%)
<b>Vitamines</b>	A, D, B (B2, B12)
<b>Calorie pour 100 g</b>	90 Kcals

### I.3. Intérêt nutritionnel

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications. Certaines de ces modifications font du yaourt un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait.

Tout en procurant un réel plaisir gustatif, le yaourt est l'un des produits laitiers les plus digestes et ses bienfaits nutritionnels sont nombreux :

- Il permet une meilleure assimilation du lactose ;
- Le yaourt améliore la digestibilité des protéines ;
- Il possède une activité antimicrobienne ;
- Ce produit stimule le système immunitaire ;
- Il a une action préventive contre les cancers de la sphère digestive ;
- Le yaourt présente une action hypocholestérolémiant (Mahaut et al, 2008).
- La plupart des souches *Lactobacillus* contenues dans le yaourt sont capables d'élaborer des substances ayant un pouvoir antibiotique (Mission scientifique de syndifrais, 1997).
- Le yaourt a un effet sur les troubles fonctionnels intestinaux (Syndifrais, 2011).

### I.4. Caractéristiques générales des bactéries du yaourt

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

#### I.4.1. *Streptococcus thermophilus*

Il s'agit d'une bactérie Gram<sup>+</sup> à exigence nutritive parfois complexe, trouvé dans les produits alimentaires riches en nutriments en particulier le lait.

Ce sont des germes anaérobies facultatifs et très exigeant au point de vue nutritionnel. Ils se développent bien à 37°C. Leur fermentation est homolactique et donne de l'acide

lactique (Guiraud, 2003). *St thermophilus* est une espèce utilisée par l'industrie laitière tant dans la fabrication du yaourt que dans des fromages (Hemme et al, 1980).

#### I.4.2. *Lactobacillus delbrueckii ssp Bulgaricus*

Il s'agit de bacilles souvent allongés, Gram<sup>+</sup>, asporulés, parfois groupés en paires ou en chaînes et sont généralement immobiles (Guiraud, 2003). Les lactobacilles produisent beaucoup d'acide lactique vers 45°C (Alais, 2005).

#### I.4.3. Bifidobactéries

Les bifidobactéries sont des bâtonnets de morphologie variée, cellules courtes ou colloïdales, cellules ramifiées, bifurquées spatulées, isolées ou en chaînes, disposées en V ou en palissade. Ces bactéries sont Gram<sup>+</sup>, non acido-alcool-résistantes, non sporulées, immobiles, anaérobies bien que quelques espèces tolèrent l'oxygène; la température optimale ne dépasse pas 39°C pour les espèces d'origine humaine (Gournier-château et al, 1994).

### I.5. Protocopération ou symbiose des deux bactéries du yaourt

Le yaourt résulte de la fermentation du lait par l'association de deux espèces : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii ssp Bulgaricus*. Cette association est bénéfique pour les deux souches, il s'agit d'une coopération, mais elle n'est pas indispensable pour leur survie, elle est appelée alors protocoopération. Cette interaction positive est facilement mise en évidence en comparant la production d'acide lactique en cultures pures et mixtes des deux espèces. La quantité d'acide lactique produite par la culture mixte est supérieure à la somme des acidités produites par chacune des cultures pures, exactement le même phénomène est observé pour la production de l'acétaldéhyde. Cette coopération se manifeste aussi par la réduction de temps de latence, par l'augmentation de la production de la biomasse, par une meilleure résistance aux concentrations élevées de saccharose, ainsi que par l'accroissement de la viscosité du produit fini (Roissart et al, 1994). La synergie des bactéries du yaourt explique aussi, pour une bonne part, la remarquable stabilité des cultures mixtes dans le cas de la fabrication continue du yaourt (Accolas et al, 1980).

### I.6. Intérêt des bactéries lactiques

Selon Accolas et al. (1980), il y a deux fonctions qui peuvent être assignées aux levains lactiques:

- ❖ La première est d'assurer la transformation du lactose en acide lactique et, cela en faisant abaisser le pH du lait et du caillé. Ce rôle est déterminant dans le cas du yaourt

dont le pH final se situe à une valeur inférieure à 4, car il empêche le développement de germes indésirables (producteurs de gaz, putréfiant) et de germes pathogènes éventuellement présents.

- ❖ La seconde est de contribuer aux qualités organoleptiques du produit obtenu. Dans le cas du yaourt, ce rôle est primordial puisque la consistance, le goût et l'arôme de ce lait fermenté proviennent, pour une part essentielle, du métabolisme du levain lactique.

D'une façon générale, les laits fermentés par des bifidobactéries ont un effet marqué sur la constipation et la diarrhée. Cela serait dû à la multiplication des bifidobactéries dans le tractus intestinal avec production importante d'acide lactique et d'acide acétique et baisse du pH, conduisant à une forte diminution des fermentations anormales (**Mission Scientifique de Syndifrais, 1997**).

## **I.7. Technologie du yaourt**

Il existe deux types de yaourt:

- Le yaourt ferme ou traditionnel dont la fermentation se fait après conditionnement en pots.
- Le yaourt brassé dont la fermentation se fait en cuve ; le coagulum obtenu est alors dilacéré et brassé pour être rendu plus ou moins visqueux, puis conditionner en pots.

Le diagramme de fabrication diffère d'un type de yaourt à un autre, et les principales étapes sont illustrées dans le diagramme de la (figure 1).

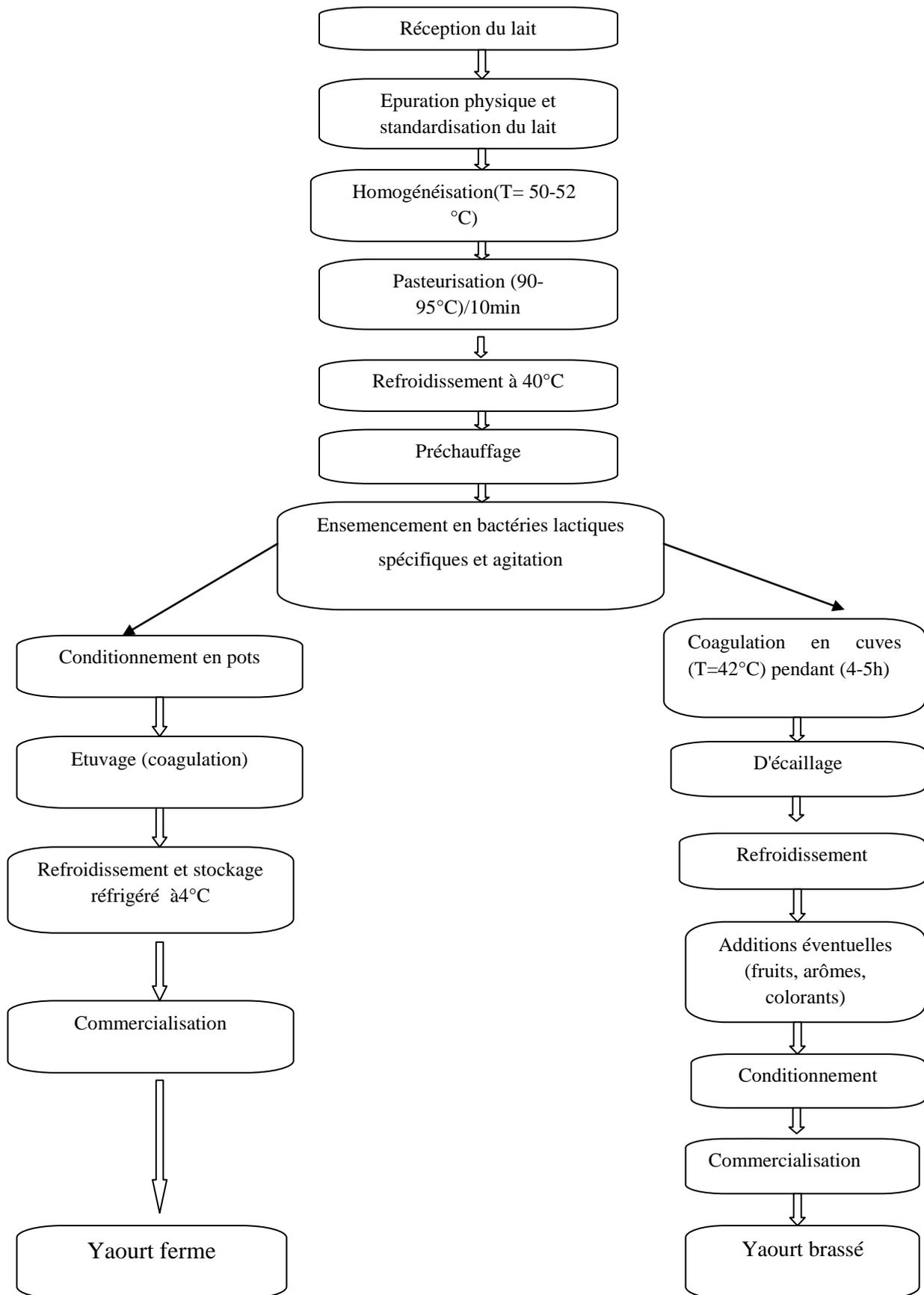


Figure n°1: Diagramme de fabrication du yaourt (Veisseyre, 1975).

## Chapitre II: Généralités sur la figue sèche et le son de blé

### II.1. Figue sèche

#### II.1.1. Figuier

##### II.1.1.1. Description du figuier

Le figuier ou en latin *Ficus* est un arbre peu exigeant et très tolérant qui peut s'adapter seul et produire très longtemps. Il résiste bien à la chaleur et au climat froid, mais ne tolère pas l'ombre (Jeddi, 2009). Cet arbre présente une forte capacité de régénération végétative et une forte productivité. Il produit des fruits sans production de fleurs visibles (Chawla et al, 2012) (figure 02).

##### II.1.1.2. Classification taxonomique

Selon Azzi. (2013), *Ficus carica* est classé comme suite :

Règne	Végétale
Sous- règne	Plantes
Sous-règne	Plantes
Classe	Angiospermes
Sous-classe	Dicotylédones
Ordre	Hamamélidées
Famille	Moracées
Genre	<i>Ficus</i>
Espèce	<i>carica</i> .



**Figures 02** : Photographies des feuilles et des fruits séchés de *Ficus carica* (Chawla et al, 2012).

##### II.1.1.3. 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 palmées d'un vert sombre, caduques, et à la forme de ses fruits (François, 1984). Une grande gamme de couleur caractérise ses fruits avec une fréquence élevée de la couleur vert foncée (Oukabli et al, 2005).

#### II.1.1.4. Habitat et distribution géographique

Le figuier est un arbre originaire du bassin méditerranéen oriental et de l'Asie. Elle est maintenant couramment cultivée dans tous les pays tropicaux et subtropicaux (Stover, 2007). Elle est également cultivée commercialement dans certaines parties des Etats Unis, en Chili, en Inde, en Chine et au Japon (Chawla et al, 2012).

#### 1.1.1.5. Usage et propriété

*Ficus carica* est généralement référé en tant que "figue". Diverses parties de la plante comme l'écorce, les feuilles, les fruits, les graines et le latex ont un effet médicinal important. Le fruit peut être consommé frais ou sec. C'est un aliment très nourrissant, Il sert comme produit industriel (Jeddi, 2009).

Dans la médecine traditionnelle, les racines sont employées dans le traitement du leucoderme et ses fruits qui sont doux, possèdent des propriétés purgatives, aphrodisiaque et anti pyrétiq, et une activité anti-inflammatoire. Il a été rapporté que *Ficus carica* possède également des activités antioxydante, antivirale, antibactérienne, hypoglycémique et suppressive de cancer (Baby., 2011).

### II.1.2. Caractéristiques de la figue sèche

#### II.1.2.1. Description de la figue sèche

La figue sèche est le produit obtenu à partir des fruits secs mûrs de *Ficus carica*, de la famille Moraceae. C'est une source de nutrition importante pour les humains (FAO, 2010). Le séchage a pour objectif de réduire fortement les diverses actions participant à la décomposition des aliments afin de stabiliser et de standardiser les denrées périssables par inhibition des réactions chimiques indésirables (Okos et al, 1992). Elle peut être séchée soit par des moyens traditionnels (séchage solaire) ou dans des séchoirs (karathanos et al, 1997).

#### II.1.2.2. Maturité et période optimale de récolte des figues

La maturité des figues est un paramètre déterminant de la qualité du fruit sec, la couleur et la fermeté du fruit étant les critères généralement employés pour déterminer la date optimale de récolte. Les figues destinées à être séchées doivent être cueillies très mures. Elles doivent être récoltées par temps sec et chaque variété doit être cueillie séparément selon ses aptitudes à la dessiccation. La figue se détache facilement de son pédoncule. Cet état de maturité avancé est impératif pour l'obtention de figues sèches de bonne qualité (Ouaouich, 2005).

### II.1.2.3. Composition chimique et valeur énergétique

La figue sèche fait partie des meilleurs fruits pour la santé. Elle présente une source de très nombreuses vitamines (A, K, B1, B5, B6,...) (Valette, 1997). Après séchage, le taux de sucres dépasse 55%, elle est donc très énergétique (El Khaloui, 2010). Ce fruit est également riche en protéines, en calcium et en fer (Couplan, 2012). Les figues séchées sont très riches en fibres, en cuivre, manganèse, magnésium et potassium (Joseph, 2011). Les principales teneurs sont illustrées dans le tableau II.

**Tableau II:** Composition chimique de la figue sèche (en%) (Francois, 1984).

Composé	Teneur(%)
Eau	-
Matières azotées	5,20
Matières grasses	2,10
Matières extractives	79,94
Cellulose	8,06
Cendres	4,70

### II.1.2.4. Effet thérapeutique

La figue sèche est un produit alimentaire particulier grâce à sa composition nutritionnelle. Sa haute teneur en fibres a des effets laxatifs, de ce fait la figue est conseillée dans le cas des maladies du tube digestif puisqu'elle favorise le transit intestinal (El Khaloui, 2010).

Elle peut être considérée comme prébiotique si l'absorption de ses composants n'a pas lieu dans la partie supérieure du système digestif, elle agit comme substrat pour la croissance et/ou la stimulation des bactéries bénéfiques du côlon; elle améliore la composition de la microflore intestinale et elle induit des effets bénéfiques pour la santé de l'hôte (Miyazato et al, 2010).

## II.2. Son de blé

### II.2.1. Blé

#### II.2.1.1. Définition et caractéristiques

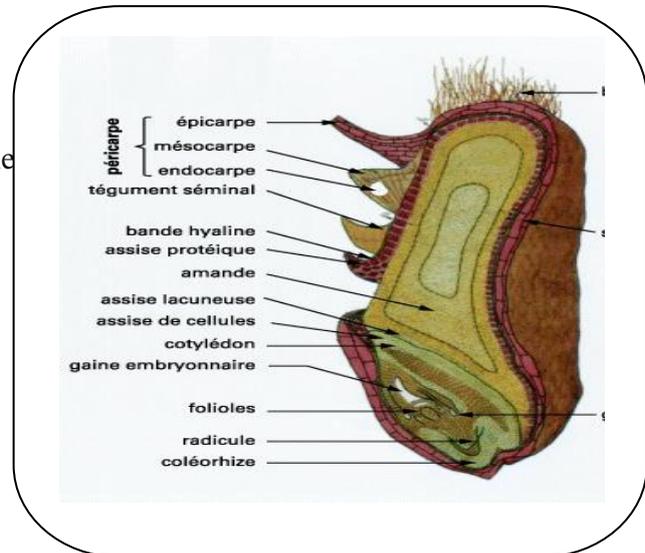
Les céréales sont des composants essentiels de l'alimentation humaine et leur consommation est associée à de nombreux avantages (Bosnea, 2016).

Le blé constitue une céréale d'importance primordiale à travers le monde, d'un point de vue économique et en tant que denrées alimentaires pour l'Homme (Boutigny, 2007).

À l'issue de la mouture des grains de blé (figure 03), les principaux produits obtenus sont: la farine, le germe, le gros et le fin son. Le son de blé représente 14,5% du grain entier (**Kent-jones et Amos, 1967**).

### II.2.1.2. Classification botanique du blé

Le blé est une monocotylédone de la famille des *Poaceae* appartenant au genre *Triticum*. Cette plante annuelle produit un fruit sec indéhiscent, le caryopse. Le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde (**Debiton, 2010**).



**Figure 03:** anatomie du grain de blé (**Feillet., 2000**).

### II.2.1.3. Utilisation du Blé

La majorité des utilisations du blé concerne l'alimentation humaine et animale. Dans l'alimentation humaine, le blé dur est destiné à la fabrication de semoule ou de pâtes alimentaires. Le blé tendre est utilisé principalement en meunerie pour obtenir de la farine nécessaire à la production de pain, de viennoiseries ou de pâtisseries.

Outre ces utilisations classiques du blé, de nouvelles utilisations à l'échelle industrielle apparaissent depuis quelques années (**Branlard, 2010**).

## II.2.2. Définition et caractéristiques du son de blé

### II.2.2.1. Définition

Le son de blé est un ensemble de fragments issus des différentes parties du grain dont d'une part le péricarpe et la couche aleurone, et d'autres part l'endosperme du grain de blé, ce qui ne lui confère pas un profil chimique particulier (**Boudouma, 2008**).

### II.2.2.2. Composition chimique

Les fibres alimentaires constituent des celluloses et des pentosane constituent près de 50 % des gros sons et un peu plus de 40 % des fins son (**Feillet, 2000**) comme le montre le tableau III.

Le taux relativement élevé des sons en protéines est étroitement lié à la présence de l'endosperme adhérent à la couche aleurone (Kent, 1966).

La richesse en minéraux des sons de blé s'explique par la concentration de 80% des minéraux du grain dans la couche aleurone et dans le péricarpe. Le son de blé tendre contient 15 fois plus de minéraux que dans la farine (Czerniejewski et al, 1964).

**Tableau III:** composition chimique moyenne des produits de mouture (Boudreau, 1992).

Constituant	Grain entier	Farine	Son	Germe
<b>Humidité</b>	<b>13,5</b>	<b>14,0</b>	<b>14,1</b>	<b>10,5</b>
<b>protéines</b>	<b>13,5</b>	<b>12,9</b>	<b>14,5</b>	<b>30,5</b>
<b>Fibres</b>	<b>2,5</b>	<b>Trace</b>	<b>10,0</b>	<b>2,0</b>
<b>Amidon</b>	<b>67,1</b>	<b>71,8</b>	<b>52,1</b>	<b>10,0</b>
<b>Lipides</b>	<b>2,1</b>	<b>0,8</b>	<b>3,3</b>	<b>43,5</b>
<b>Sels minéraux</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>6,0</b>	<b>4,0</b>

### II.2.2.3. Effet thérapeutique du son de blé

L'ingestion de fibres, et en particulier de son de blé est réputée capable de modifier la digestion et l'absorption intestinale chez l'Homme et même de réparer certains troubles métaboliques attribués à une alimentation sans fibres. En observant, d'une part, que de nombreuses bactéries du tube digestif étaient capables de métaboliser le son *in vitro* et d'autre part, que de nombreux métabolites bactériennes du tube digestif apparaissent, disparaissent ou étaient quantitativement modifiées lors de l'ajout du son au régime alimentaire, divers auteurs ont postulé que cette ingestion de son était capable de modifier la flore microbienne du tube digestif (Dulzeau, 1984).

# **Matériel et méthodes**

### III. Matériel et méthodes

Ce travail a pour objectif d'élaborer un yaourt brassé à base de figue sèche et de son de blé, puis l'étude de ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles. Pour connaître l'effet de ces incorporations sur la qualité du produit fini, un suivi de certains paramètres physico-chimiques et microbiologiques a été réalisé pendant un mois (J+1, J+7, J+14, J+21, DLC et DLC+2). En parallèle, la détermination de la teneur en composés phénoliques des extraits de figue sèche, de son de blé et du yaourt élaboré a été réalisée.

Pour la réalisation de ce travail nous avons effectué un stage pratique au sein de la laiterie « Danone » qui est spécialisée dans la fabrication des produits laitiers: yaourts, boissons lactées, crèmes diserts, fromages frais (annexe 01).

Cependant, le dosage des polyphénols totaux, la détermination du taux des cendres, la détermination de l'acidité titrable et une partie des analyses sensorielles a été effectué au niveau des laboratoires de l'université de Bejaïa.

#### III.1. Matériel végétal

La variété de figes sèches utilisée dans ce présent travail est appelée « Aberkane » et provient de la daïra de Beni Maouche distante de 75km de la willaya de Bejaia (figure 4-a). Ce fruit a été récolté puis séché traditionnellement par les agriculteurs de la région. Cette variété est connue pour être la meilleure en termes de qualité sur le marché locale. Le son de blé utilisé provient des moulins de la prairie et a été acheté (procuré) dans le commerce (figure 4-b).



**Figure n°4** : photographies de la figue sèche (a) et du son de blé (b).

## III.2. Méthodes

### III.2.1. Elaboration du yaourt

La fabrication du yaourt a été réalisée à l'échelle laboratoire au niveau de l'unité Danone Djurdjura Algérie respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt brassé aux fruits (figure n°05). Les ingrédients utilisés pour la préparation de ce yaourt sont : la poudre de lait vache, le sucre cristallisé, le lait écrémé, les ferments lactiques et deux préparations au sirop, l'une à base de la figue sèche et l'autre à base de son de blé.

La préparation de sirop à base de la figue sèche consiste tout d'abord à couper manuellement la figue sèche en petits morceaux d'environ 12 mm, puis de l'eau potable et du sucre sont ajoutés. Ensuite ce mélange a été cuit dans un bain marie pendant 10 minutes à 95°C.

La préparation de son de blé au sirop a suivi les mêmes étapes que celle de la figue sèche.

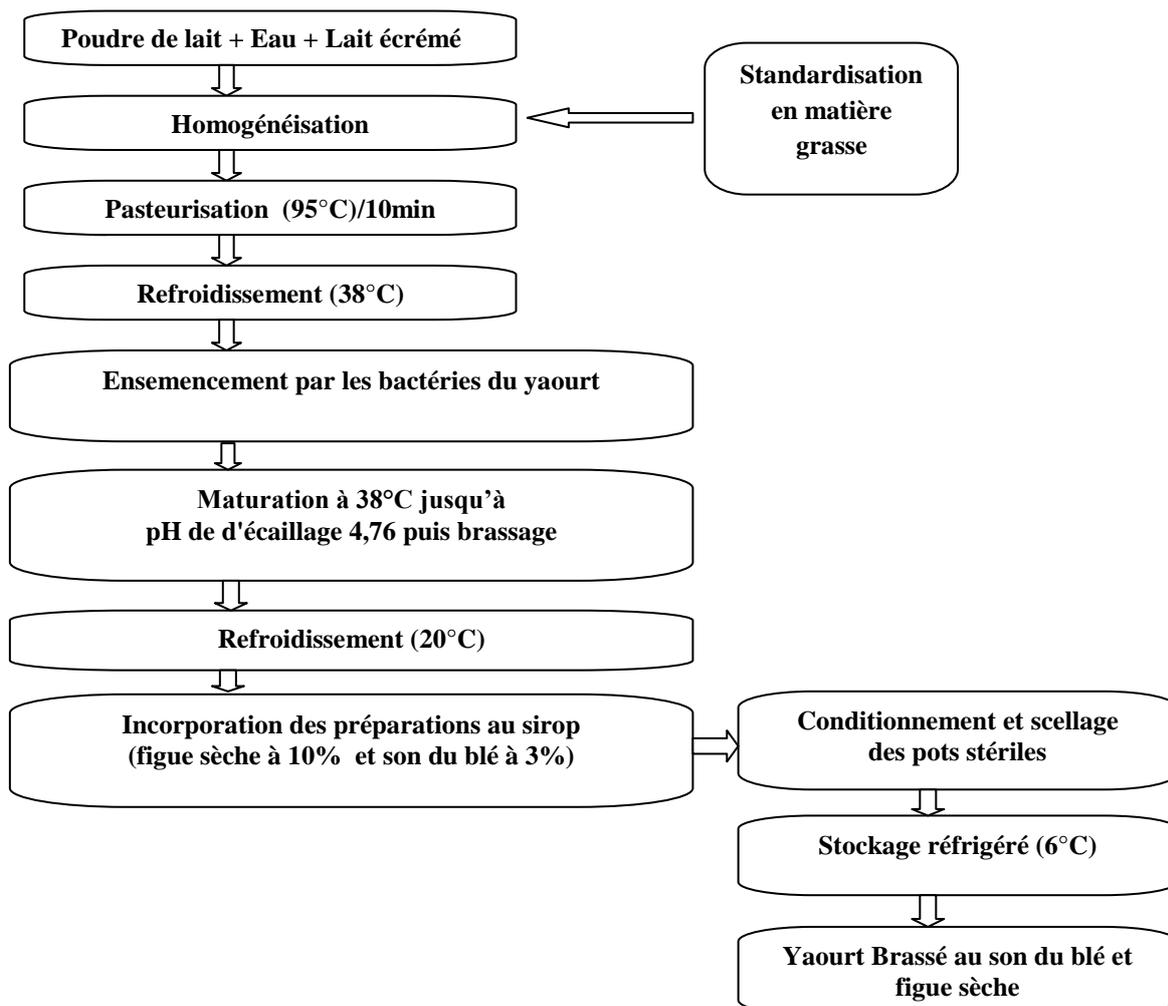


Figure n°5 : Diagramme de fabrication du yaourt à base de figue sèche et son de blé.

### III.2.2. Analyse physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques d'un produit sont réalisées afin de garantir les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques de ce dernier.

Les protocoles d'analyses physico-chimiques suivis sont ceux de l'entreprise, le manuel Danone.

#### III.2.2.1. Mesure de pH

- **Principe**

C'est la détermination en unité pH de la différence du potentiel existant entre deux électrodes plongées dans le produit objet de la mesure (**Norme AFNOR V 05-108**).

- **Mode opératoire**

La sonde du pH mètre est introduite dans un volume d'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion des électrodes. Les échantillons concernés par cette mesure sont : les deux préparations au sirop et le yaourt avant et après incorporation de ces préparations. La valeur de pH se lie directement sur l'écran de l'appareil.

#### III.2.2.2. Détermination de l'acidité titrable

- **Principe**

L'acidité titrable correspond à la quantité d'acide lactique contenu dans le yaourt. Elle est déterminée à partir d'un titrage acido-basique en utilisant une solution basique (**NF V 04-385, 1971**).

- **Mode opératoire**

10 mL d'eau distillée sont ajoutées à 5 g de yaourt à base de figue sèche et de son de blé. Deux à trois gouttes de phénolphtaléine ont été également ajoutées, puis le mélange est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) (1N) jusqu'au virage de la couleur vers un rose qui persiste quelques secondes. Cette acidité est exprimée en degré Dornic (D°) et elle est calculée comme suite:

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

Où

**V** : volume de la chute de burette (mL).

**1°D** = 0,1g d'acide lactique.

### III.2.2.3. Détermination du Brix

- **Principe**

La détermination du Brix est basée sur la détermination du taux de sucre dans le yaourt. Le degré Brix, également appelé indice réfractométrique, est basé sur la réfraction de la lumière; les réfractomètres donnent par simple lecture, l'extrait sec soluble d'un liquide sucré à une température déterminée (Dongare, 2015).

- **Mode opératoire**

La cuvette du réfractomètre a été remplie avec le produit à analyser (le filtrat du yaourt ou le sirop de la figue). En appuyant sur la touche START de l'appareil, le résultat Brix s'affiche sur l'écran.

### III.2.2.4. Test de retrouvabilité de fruits

Un pot de yaourt à la figue sèche et au son de blé a été versé dans un tamis, puis la masse blanche a été éliminée à l'aide de l'eau de robinet. Ensuite le nombre de fruits a été compté. Ce dernier doit être supérieur à 3 morceaux par pots.

### III.2.2.5. Détermination du taux de cendres

- **Principe**

La détermination du taux de cendres consiste à faire calciner des échantillons dans un four à moufle à 900°C jusqu'à l'obtention d'une cendre blanche à grise (NF V05-113,1972).

- **Mode opératoire**

Pour la détermination du taux de cendres, 1 g de chaque échantillon (son de blé, figue sèche et yaourt à base de figue sèche et de son de blé) a été pesé dans des creusets. Ces derniers sont placés dans un four à moufle à 900°C pendant 1 h30 min (NF V05-113,1972).

Le taux de minéraux a été déterminé comme suit:

$$MO\% = \frac{(M1 - M2)}{p} \times 100$$

Tels que;

**MO:** matière organique(%).

**M1 :** masse du creuset + cendres (g).

**M2 :** masse du creuset vide (g).

**P :** masse de la prise d'essai (g).

Le taux de cendres (Cd) est alors:

$$\text{Cd}\% = 100 - \text{MO}\%$$

### III.2.2.6. Détermination de la viscosité

- **Principe**

La viscosité du yaourt représente la dureté, l'adhérence, la cohésion et la résistance à l'écoulement des laits fermentés (Vasiljevic et al, 2016).

- **Mode opératoire**

L'échantillon a été placé bien centré au-dessous du géomètre de l'appareil à une température de 10°C. Ce dernier est ensuite introduit à environ 5mm de la surface de l'échantillon. En appuyant sur la touche démarrer, le résultat s'affiche sur l'écran de l'appareil.

### III.2.2.7. Dosage des protéines brutes

- **Principe**

La méthode utilisée pour le dosage des protéines brutes est celle de Kjeldahl. Elle est basée sur la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique et en présence d'un catalyseur (Lecoq et al, 1965).

- **Mode opératoire**

Pour déterminer la quantité de protéines contenues dans un échantillon, nous avons procédé au dosage de l'azote total par la méthode de **Kjeldahl**. (1983). Cette dernière s'effectue en trois étapes : la minéralisation, la distillation et la titration (Jean et al, 1998).

- **Minéralisation**

Dans un matras de **Kjeldahl**, 2 g de yaourt, 2 g d'un catalyseur (Se, CuSO<sub>4</sub> et K<sub>2</sub>S<sub>4</sub>) et 20 mL de d'acide sulfurique concentré (97 %) ont été introduits. Ensuite, le matras est chauffé jusqu'à ce que ce mélange soit limpide, à ce moment-là l'azote organique est transformé en azote minéral. Après refroidissement, l'échantillon minéralisé est transféré dans une fiole, puis le volume est ajusté à 100 mL avec l'eau distillée.

- **Distillation**

Dans un matras, 20 mL du contenu de la fiole, 50 mL d'eau distillée et 50 mL de la soude (40%) ont été introduits. En parallèle, 20 mL d'acide borique (4%) avec quelques gouttes d'indicateurs colorés (rouge de méthylène et bleu de méthylène) ont été ajoutés.

La distillation s'arrête au bout de 4 minutes à compter du début d'ébullition.

- **Titration**

Elle consiste à titrer l'excès des anions de borate, utilisé dans l'étape de distillation, par l'acide chlorhydrique. Une coloration bleu vert due à la formation d'un complexe phénol-indophénol sous l'action de solutions de phénol alcalin apparait.

Le taux d'azote total est déterminé selon la formule suivante :

$$m_N = \frac{1,4(v_s - v_b) \times c_{\text{HCl}}}{m_{\text{éch}}} \times 100$$

Tels que,

$m_N$ : teneur en azote (%)

$V_s$ : volume d'acide sulfurique utilisé pour l'échantillon (mL).

$V_b$ : volume d'acide sulfurique utilisé pour le témoin (mL).

$C_{\text{HCl}}$ : molarité exacte de la solution volumétrique standard d'acide chlorhydrique (mol/L)

$M_{\text{éch}}$ : masse de la prise d'essai (g).

Le calcul de la teneur en protéines brutes de l'échantillon est effectué à l'aide de la formule suivante:

$$p (\%) = m_N \times 6,38$$

Avec, 6,38 un facteur de conversion basé sur le taux moyen d'azote des protéines.

### III.2.2.8. Détermination de la matière grasse

- **Principe**

Après dissolution des protéines au moyen d'acide sulfurique, il est procédé à la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre de Van Gulik (4.1), la séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso-amylque. L'obtention de la teneur en matière grasse se fait par la lecture directe sur l'échelle du butyromètre (JORA, 2016).

- **Mode opératoire**

Dans un butyromètre, 10g de yaourt, 10mL d'alcool iso amylique et 11 mL d'acide sulfurique ont été introduits. Puis ce mélange est agité jusqu'à ce qu'il devient homogène. Ensuite le butyromètre est placé dans une centrifugeuse (6000 tours/10 min). Le taux de matière grasse est déterminé par lecture directe sur le butyromètre, tel que chaque graduation correspond à 1% de MG.

### III.2.2.9. Détermination de l'extrait sec total

- **Principe**

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

- **Mode opératoire**

Une coupelle en aluminium bien séchée est placée sur la balance qui se trouve à l'intérieur de la chambre chaude du dessiccateur. 3g de produit sont pesés, ensuite un étalement est effectué sur toute la surface de la coupelle. L'analyse est réalisée à 105°C pendant 10 minutes. Les résultats sont affichés en pourcentage sur l'écran du dessiccateur après l'arrêt automatique de ce dernier.

### III.2.2.10. Détermination de la teneur des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des composés importants des qualités sensorielles (couleur, astringence,...) et nutritionnelles des végétaux que consomme l'Homme (**Sarni-Manchado et al, 2006**). Ils protègent les constituants cellulaires contre les dommages oxydatifs et limitent le risque de plusieurs maladies dégénératives associées au stress oxydatif (**D'Archivio et al., 2007**).

- **Préparation des extraits**

Deux extractions différentes ont été réalisées, l'une concerne les deux matrices végétales (figue sèche et son de blé) et l'autre le yaourt.

Pour la figue sèche et le son de blé, 1,25 g de chaque échantillon est macéré dans 25 mL d'eau distillée pendant une heure sous agitation magnétique. L'extrait est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre (**Soares et al, 2009**).

L'extraction des composés phénoliques à partir du yaourt préparé a été réalisée selon la méthode décrite par **Zainoldin. (2009)**. Pour ce faire, 2,5 mL d'eau distillée ont été ajoutés à 10 g de yaourt. Ce mélange a été agité et son pH est ajusté à 4 à l'aide d'une solution d'HCl(1N), puis incubé à 45°C pendant 10 minutes, ensuite centrifugé (6000 tours/min pendant 20 minutes à 4°C). Après centrifugation, le surnageant est récupéré et son pH est ajusté à 7 à l'aide d'une solution de NaOH (1N). Une deuxième centrifugation a été réalisée (6000 tours/min pendant 20 minutes à 4°C) et le surnageant récupéré va servir pour effectuer le dosage.

- **Dosage des composés phénoliques totaux**

- **Principe**

La réaction est basée sur la réduction du mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ) du réactif de Folin-Ciocalteu, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_{23}$ ). La présence de carbonate de sodium rend le milieu légèrement alcalin (**Vermerris et Nicholson, 2008**).

- **Mode opératoire**

La teneur en polyphénols totaux des extraits est déterminée par la méthode de **Singleton et Rossi. (1965)** en utilisant le réactif de Folin Ciocalteu. 250  $\mu$ L du réactif de Folin-Ciocalteu ont été ajoutés à 50  $\mu$ L de chaque extrait. Après agitation, 750  $\mu$ L de carbonate de sodium (7,5%) ont été additionnées et le mélange est ajusté à 5 mL avec de l'eau distillée. Le mélange obtenu est agité, puis laissé à l'obscurité pendant 2 heures. L'absorbance est mesurée à 740 nm.

La teneur en polyphénols totaux est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique (annexe02). Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

### **III.2.3. Analyses microbiologiques**

Les analyses microbiologiques ont pour objectif d'assurer que les produits présentent une bonne qualité hygiénique.

#### **III.2.3.1. Dénombrement de la flore lactique**

Une solution mère est d'abord préparée en mélangeant une quantité de produit avec un volume d'eau distillée (1 :9). Ensuite une série de dilutions décimales a été réalisée. Un

volume d'un millilitre de chacune des trois dernières dilutions ( $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ) a fait l'objet d'un ensemencement en masse sur la gélose correspondant à chaque germe à raison de deux boîtes de Pétrie par dilution, qui seront par la suite incubées selon les conditions décrits dans le tableau IV.

Le dénombrement a été réalisé pendant quatre semaines jusqu'à ce que le produit atteigne sa limite de conservation, déterminée par le développement évident de levures et moisissures.

**Tableau IV** : récapitulatif des conditions de dénombrement de la flore lactique.

Conditions		Milieu utilisé		T° d'incubation	Durée d'incubation
souches					
<i>Lactobacillus delbrukii</i>	<i>ssp</i>	MRS		37°C	72h
<i>bulgaricus</i>					
<i>Streptococcus thermophilus</i>		M17		40°C	72h
<i>Bifidobacterium</i>		TOS		37°C	72h

Les boîtes dont le nombre de colonies est compris entre 15 et 300 sont retenues (Annexe 03). Le comptage des colonies se fait à partir de la formule ci-dessous et le résultat est exprimé en UFC/g de yaourt.

$$N = \frac{\sum c}{V_{(n1+0,1n2)d}} \times \text{UFC/g}$$

Où,

$\sum c$ : somme des colonies comptées sur toutes les boîtes de Pétrie de deux dilutions successives et dont l'une contient au moins 15 colonies;

V: volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (mL);

N1: nombre de boîtes de Pétrie retenus à la première dilution;

N2: nombre de boîtes de Pétrie retenues à la deuxième dilution ;

d : facteur de dilution correspondant à la première dilution retenue.

### **III.2.3.2. Recherche des entérobactéries et des coliformes**

Quatre groupes bactériens de cette famille sont utilisés comme germes indicateurs de contamination fécale. Ils sont utilisés différemment pour les tests applicables aux aliments. La recherche des coliformes est actuellement effectuée dans des aliments transformés. Elle permet de mettre en évidence l'insuffisance du processus ou de mauvaises conditions de fabrication (**JORA, 2016**).

Pour faire cette analyse, 1mL de l'échantillon a été ajouté à 9 mL d'eau peptonée. Puis 1 mL de cette solution a été déposé dans la boîte de Pétrie d'ensemencement, ensuite le milieu gélosé (VRBG et VRBL) est coulé et maintenu en surfusion, suivi d'une incubation à 37°C pendant 24 heures (**Manuel Danone**).

### **III.2.3.3. Recherche des levures et Moisissures**

Les levures et moisissures sont des agents importants de détérioration des aliments acides ou à faible activité d'eau. Les mycotoxines qu'ils excrètent, présentes dans les aliments, inspirent des préoccupations croissantes. Ces microorganismes sont souvent isolés et dénombrés sur des milieux acidifiés. Le pH bas de ces milieux n'inhibe pas toutes les bactéries et il peut même inhiber certaines levures ou moisissures. Certains milieux contiennent des antibiotiques ou d'autres agents antibactériens OGA (**JORA, 2016**).

Pour effectuer cette analyse, 1 mL de l'échantillon a été ajouté à 9 mL d'eau peptonée. Puis 1 mL de cette solution a été déposé dans la boîte de Pétrie d'ensemencement, ensuite le milieu gélosé (OGA) est coulé et maintenu en surfusion, suivi d'une incubation à 25°C pendant 5 jours (**Manuel Danone**).

### **III.2.3.4. Test de stabilité**

C'est un test microbiologique visuel qui consiste d'une part à placer les pots de yaourt dans des chambres dites chambres de stress, l'une à 30°C pendant 3 jours et l'autre à 25°C pendant 10 jours. Ce test permet d'évaluer la stabilité du produit en vérifiant l'absence de gonflement dû à l'apparition des levures et moisissures suite au changement des caractéristiques (couleurs, odeurs et textures). D'autre part, la stabilité du produit durant la conservation est suivie dans une chambre DLC à 10°C jusqu'à DLC +2 (**Manuel Danone**).

### III.2.4. Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle est une technique d'analyse qui, comparant aux autres peut apparaître simpliste. En effet, elle ne nécessite pas de matériel sophistiqué, elle est basée essentiellement sur les sensations de l'Homme.

Selon **Schlich et al.(2010)**, l'évaluation sensorielle peut être un test de préférence ou un test d'acceptabilité. Le test de préférence consiste à comparer deux ou plusieurs produits pour n'en choisir qu'un ou pour les ordonner selon la préférence du sujet. Alors que le test d'acceptabilité consiste à accorder une note sur une échelle à chacun des produits de l'étude. Durant cette évaluation, deux échantillon codés A et B présentant respectivement le témoin et le produit élaboré, ont entaieint présentés pour chaque dégustateur. Cette évaluation a été effectuée en deux phases: une analyse hédonique et une analyse sensorielle.

L'analyse hédonique consiste à présenter les échantillons d'une façon monadique et le sujet doit exprimer son avis concernant leur caractère agréable sur une échelle de notation ou sur une échelle d'intervalle (**Depledt et al, 2009**). Cette évaluation a eu lieu au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle à l'université Abderrahmane mira de Bejaia. 130 sujets ont participé et ont répondu à un questionnaire renfermant un ensemble de critères : saveur, couleur, odeur, fruit identifié, l'intensité de la saveur et la texture en bouche (annexe 04).

L'analyse sensorielle a été évaluée par un groupe d'individu expert dans le laboratoire d'analyse physico-chimique à Danone. Des critères ont été évalués selon un questionnaire présenté et la préférence a été notée de 1 à 9. Ces critères inclus : la couleur, l'arôme, la sucrosité, l'acidité, la quantité du fruit, la saveur du fruit, le fruit identifié et la texture en bouche (Annexe05).

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

### III.2.5. Analyse statistique

La moyenne et l'écart type pour chaque test ont été calculés par Microsoft Excel 2013. Les différents résultats obtenus pour les échantillons ont été comparés par une analyse de la variance (ANOVA) effectuée avec le logiciel Statistica 7.1 et les valeurs *P* inférieures à 0,05 ont été considérées comme significatives.

# **Résultats et Discussion**

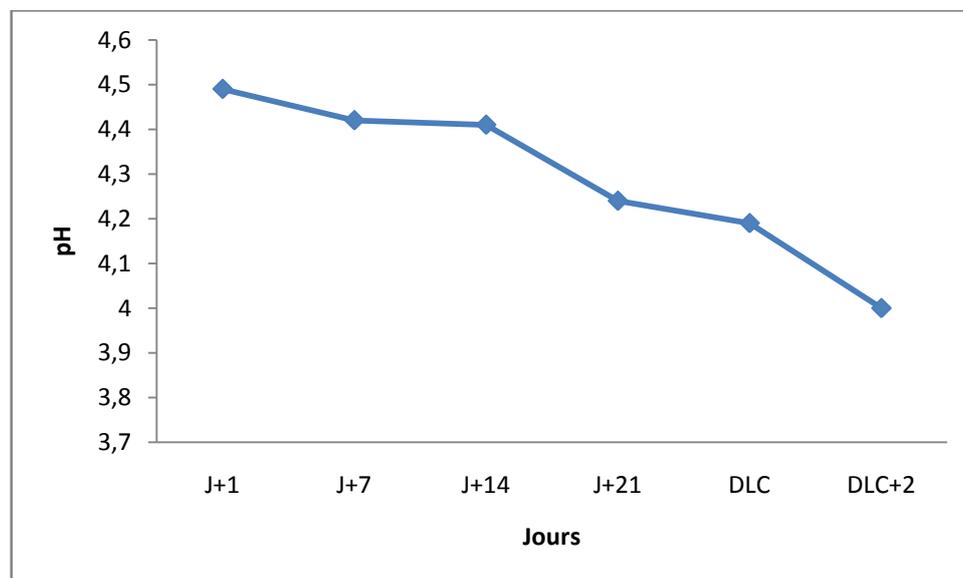
## Chapitre IV: Résultats et discussion

### IV.1. Caractéristiques physico-chimiques

#### IV.1.1. pH

Le pH est un paramètre caractérisant l'acidité et la basicité d'un milieu. Il confère aux aliments une protection contre les microorganismes sensibles aux pH acides (Giddey, 1982).

Pendant le temps de stockage du premier jour au DLC+2, le pH du yaourt élaboré a été mesuré. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure n°06.

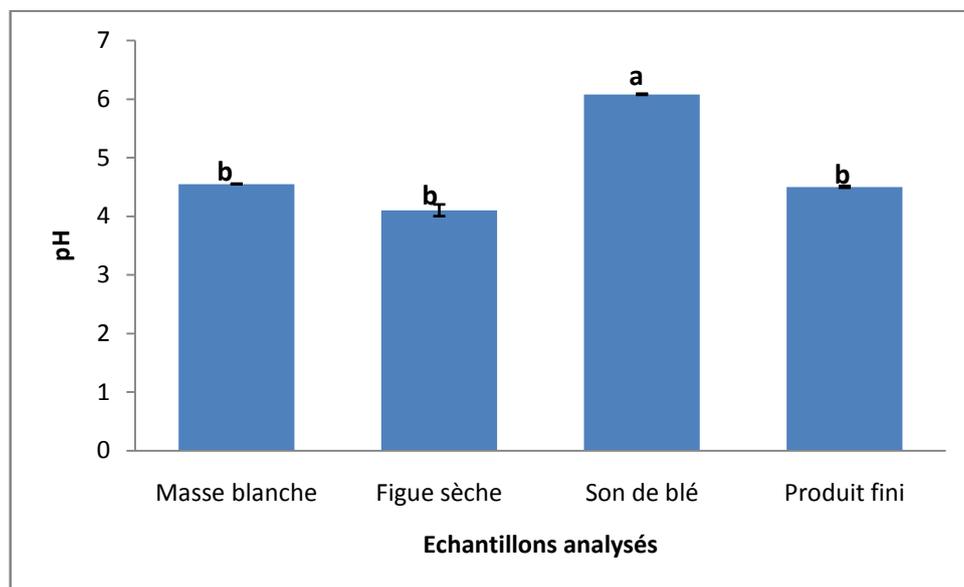


**Figure n°06:** Evolution du pH dans le yaourt à base de figue sèche et de son de blé en fonction du temps de conservation à 10°C.

Les résultats obtenus montrent que le pH du yaourt enrichi en figue sèche et son de blé diminue au cours de son entreposage à 10°C. Au début de l'entreposage, la diminution est faible, mais à partir de J+14, elle devient importante. Cette diminution est expliquée par l'accumulation de l'acide lactique produit par les bactéries lactiques lors de la fermentation du lactose. Pour leur multiplication, les ferments lactiques utilisent également du sucre et des acides organiques, donc la valeur du pH va diminuer. L'évaluation de ce paramètre au cours de la conservation est très importante parce qu'il nous renseigne sur l'état de fraîcheur du yaourt. Un pH acide empêche le développement des microorganismes dans le produit fini (Vahedi et al, 2008).

L'histogramme de la figure n°07 résume les valeurs de pH des matières premières et du produit fini à J+1, il est de  $4,1 \pm 0,1$  pour la figue sèche et de  $6,08 \pm 0,01$  pour le son de blé. Une légère différence de pH est remarquée entre la masse blanche ( $4,5 \pm 0,015$ ) et le produit fini ( $4,54 \pm 0,005$ ), qui peut se référer à la faible activité des *Lacobacillus delbrukiissp bulgaricus*. L'étude statistique a montré qu'il y a une différence significative entre le pH du son de blé et celui des trois autres échantillons analysés ( $P < 0,05$ ), alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les pH de la figue sèche, la masse blanche et le produit fini.

Selon une étude réalisée par **Zainoldin. (2009)**, l'addition de fruits a pu diminuer le pH du yaourt.



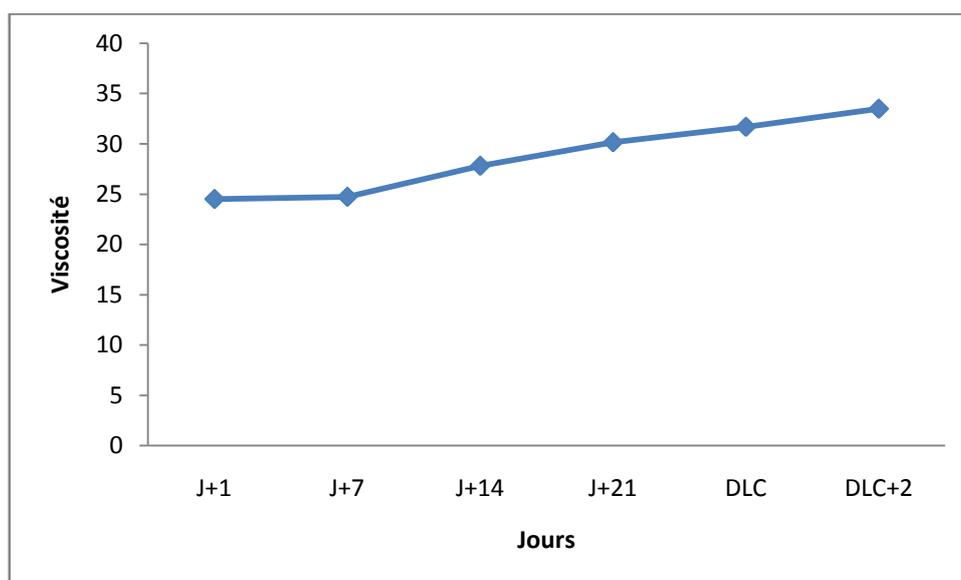
**Figure n°07** : pH des matières premières et du produit fini à J+1. Les lettres a et b indiquent des différences significatives ( $p < 0,05$ ).

#### IV.1.2. Viscosité

Les résultats de la détermination de la viscosité du yaourt élaboré sont présentés dans la figure n°08. Cette dernière montre que la viscosité augmente continuellement en fonction du temps.

La texture semi-solide du gel de yaourt est une conséquence du développement d'un réseau tridimensionnel des protéines du lait suite à la réduction du pH. La dissolution du phosphate de calcium et la réduction de la charge négative nette sur les micelles de caséine améliorent les attractions et l'agrégation des protéines. Les micelles de caséine créés d'abord de fortes liaisons covalentes avec les protéines dénaturées du lactosérum, qui concomitamment avec le déclin du pH, conduit à la formation de chaînes peptidiques et le

regroupement à travers des liaisons hydrophobes et électrostatiques, et enfin la création de la structure du yaourt (Vasiljevic, 2016). Un effet de synergie des bactéries lactiques est marqué sur la consistance et la viscosité du yaourt (Accolas et al, 1980). En effet, certaines bactéries lactiques produisent des polysaccharides qui jouent le rôle d'agent de texture et donneront au produit fini son caractère onctueux ou filant. La production de polysaccharides a été mise en évidence chez *Lactobacillus Delbreuckii ssp bulgaricus*, ainsi que chez *Streptococcus thermophilus* (Loones, 1994). Cela justifie l'augmentation continue de la viscosité du produit parallèlement à la baisse de pH (figure n°08).



**Figure n°8:** Variation de la viscosité du yaourt à base de figue sèche et son de blé au cours de stockage à 10°C.

#### IV.1.3. Brix

Les résultats de la détermination du taux de sucres dans la figue sèche et le yaourt enrichi en figue et son de blé sont rapportés dans le tableau V.

**Tableau V:** Taux de sucres de la figue sèche et du produit fini.

Echantillons	Brix(°B)
<b>Figue sèche</b>	40,09 ± 0,005
<b>Produit fini</b>	16,01 ± 0,015

D'après les résultats illustrés dans le tableau V, la figue sèche présente un degré Brix de 40,09± 0,015. Cette valeur est inférieure à celle trouvée par Gabriel. (2007), qui indique

que le Brix de la figue varie dans l'intervalle de 62 à 79,5°B. Cette différence pourrait être expliquée par le type de la variété utilisée ou le stade de maturation du fruit. Le Brix est en fonction de plusieurs paramètres notamment le cultivar, la teneur en eau et l'intensité du séchage. **Couplan. (1998)** considère les figes sèches comme des aliments prestigieux qui sont caractérisés par un niveau élevé de sucres(55%). Les figes foncées de la peau sont plus riches en sucres réducteurs qu'un fruit plus clair, cela est génétiquement expliqué (**Tradl, 2012**).

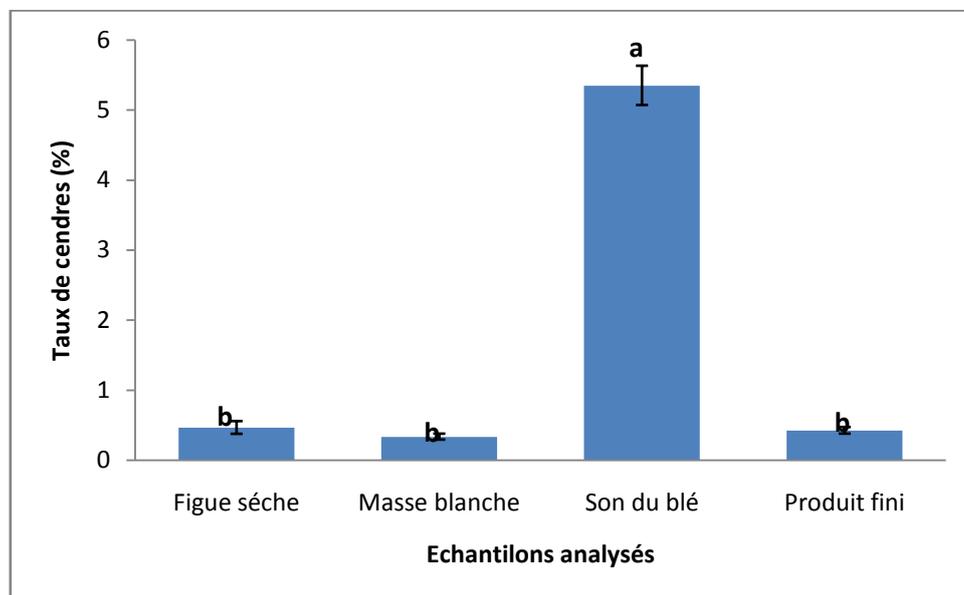
Le yaourt élaboré présente un Brix de  $16,01 \pm 0,005$  °B, ce qui est conforme aux normes Danone.

Selon **Bourliouxa. (2011)**, une adjonction des fruits dans le yaourt est susceptible également d'accroître le taux de sucres.

#### IV.1.4. Taux de cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en minéraux présents dans un échantillon et qui reste après incinération.

Les résultats du test de la détermination du taux de cendres sont présentés dans la figure n°09.



**Figure n°09:** Taux de cendres des matières premières et du produit fini. Les lettres a et b indiquent des différences significatives ( $p < 0,05$ ).

D'après l'histogramme de la figure n°09, le son de blé présente la teneur la plus élevée en cendres avec  $5,35 \pm 0,28\%$ , ce qui confirme la richesse du son de blé en matière minérale.

Cette valeur est supérieure à celle trouvée par **Boudouma. (2006)**, qui est de 4,92%. Cette différence pourrait être expliquée par la variété de blé utilisé ou encore le diagramme de mouture du blé. **Bachir Bey. (2013)** indique que la figue est considérée comme une source de nombreux minéraux, en particulier le potassium et le calcium ce qui explique la valeur assez importante trouvée dans notre échantillon  $0,466 \pm 0,09\%$ .

La figure n°09 montre également que le taux de cendres dans le yaourt enrichi est plus élevé que celui trouvé dans la masse blanche, qui est respectivement de  $0,335 \pm 0,04\%$  et  $0,425 \pm 0,04\%$ . Cette élévation peut se référer à l'ajout de la figue sèche et de son de blé qui possèdent des teneurs importantes en cendres.

L'étude statistique a montré qu'il y a une différence significative entre le taux de cendres du son de blé et celui des trois autres échantillons analysés ( $P < 0,05$ ), alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les taux de cendres de la figue sèche, la masse blanche et le produit fini.

#### **IV.1.5. Matière grasse**

La teneur en matière grasse contenue dans la masse blanche et le yaourt élaboré est illustrée dans le tableau VI. Ce dernier montre que la masse blanche contient  $3,61 \pm 0,21\%$  de matière grasse, alors que le yaourt élaboré en contient  $3,25 \pm 0,05\%$ . Cette diminution pourrait être expliquée par l'ajout de la figue sèche et du son de blé dans le yaourt. Toutefois, il faut signaler que ces valeurs sont conformes aux normes internes de l'unité Danone.

D'après **Lubin. (1995)**, la teneur en matière grasse est variable. Elle diffère généralement selon la catégorie du yaourt et la nature de la matière première utilisée.

#### **IV.1.6. Protéines**

Les résultats du dosage des protéines contenues dans les deux échantillons analysés, la masse blanche et le yaourt enrichi, sont rapportés dans le tableau VI. Ce dernier montre une légère diminution du taux de protéines de la masse blanche et du yaourt enrichi avec des valeurs de  $3,64 \pm 0,04$  g et  $3,47 \pm 0,01$  g respectivement. L'activité protéolytique des ferments lactiques semble être un facteur majeur de cette diminution. Ces résultats sont proches de

ceux trouvés par **Bourliouxa. (2011)**, qui a constaté une diminution de la teneur en protéines de 3,51 g dans la masse blanche à 3,49 g dans le yaourt aux fruits.

**Arnoud. (2004)** a rapporté que la teneur en protéines du yaourt est généralement plus élevée que celle du lait en raison de l'adjonction de lait écrémé en poudre pendant le traitement de standardisation et de concentration, ce qui augmente la teneur en protéines dans le produit fini.

**Tableau VI:** Teneurs en EST, MG et protéines de la masse blanche et du produit fini.

Caractère Echantillon	EST (%)	MG (%)	Protéines (%)
<b>Masse blanche</b>	20,58 ± 0,28	3,61 ± 0,21	3,64 ± 0,04
<b>Produit fini</b>	21,18 ± 0,01	3,25 ± 0,05	3,47 ± 0,01

EST : Extrait sec total, MG : Matière grasse.

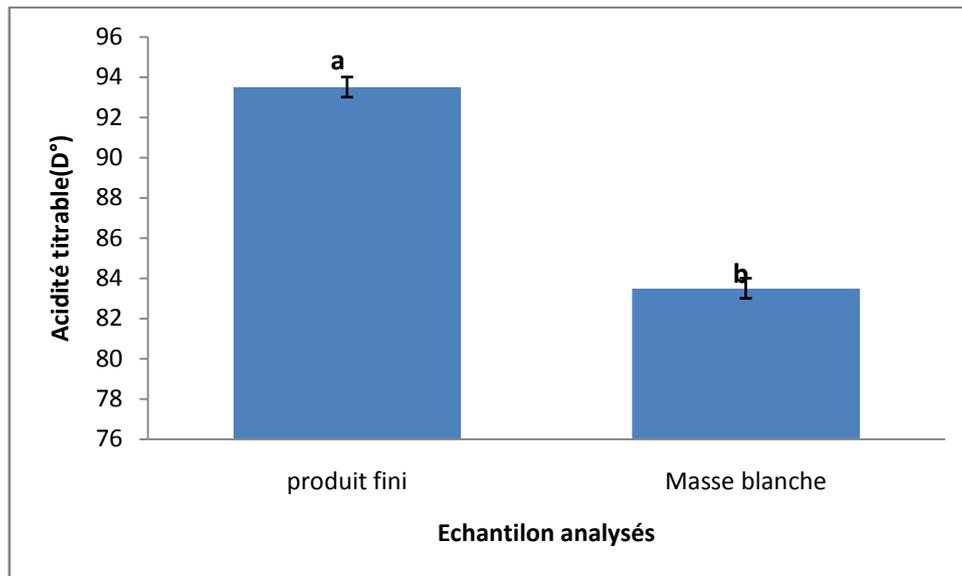
#### IV.1.7. Extrait sec total

L'extrait sec représente la fraction des solides contenant les différents éléments responsables à la fois des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des produits enrichis.

D'après les résultats illustrés dans le tableau VI, le taux d'extrait sec total du produit enrichi (21,18 ± 0,01%) est supérieure à celui de la masse blanche (20,58 ± 0,28%). Cette variation est probablement due à l'ajout de la figue sèche et de son de blé ou/et encore du sucre. D'après **Bourliouxa. (2011)**, la quantité des fruits ajoutés aux produits peut également avoir une influence sur leur teneur EST.

#### IV.1.8. Acidité Dornic

L'acidité titrable nous renseigne sur la quantité d'acides organiques présente dans l'échantillon (**Ferhoum, 2010**). Elle est déterminée pour la masse blanche et le produit fini et les résultats obtenus sont illustrés dans la figure n°10.



**Figure n°10:**Acidité Dornic de la masse blanche et du produit fini. Les lettres a et b indiquent qu'il y a de différence significative ( $p < 0,05$ ).

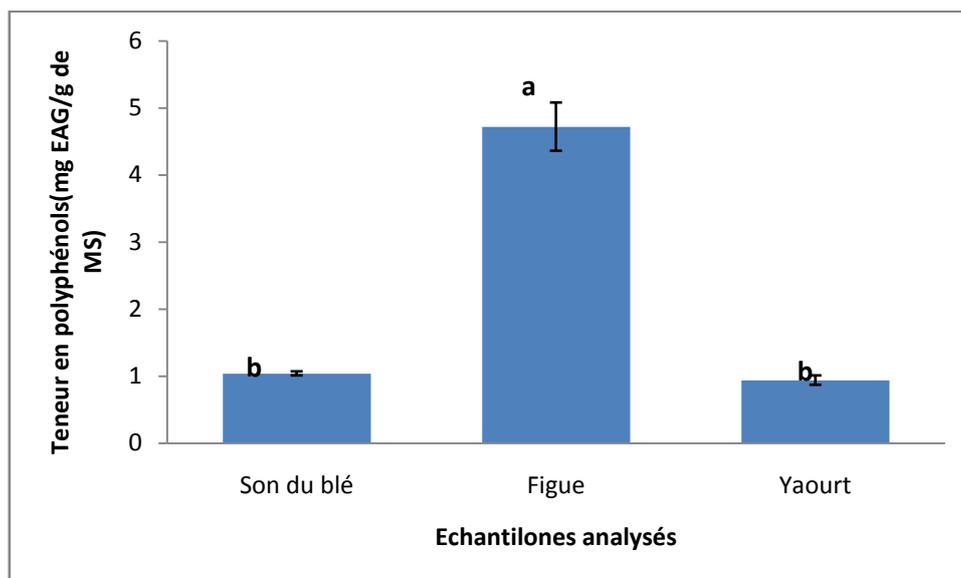
Comme le montre l'histogramme de la figure n°10, l'acidité titrable est plus importante dans le yaourt enrichi ( $93,5 \pm 0,5^{\circ}\text{D}$ ) que dans la masse blanche ( $83,5 \pm 0,5^{\circ}\text{D}$ ). Cela revient probablement à l'ajout de la figue sèche qui possède un pH acide ( $4,1 \pm 0,1$ ), qui peut être expliqué par le passage de substances de nature acide depuis les matières additionnées vers l'extérieur, ou à l'activité fermentaire continue des bactéries lactiques qui produisent l'acide lactique.

Cependant, l'étude statistique a montré qu'il y a de différence significative entre l'acidité titrable de la masse blanche et celle du produit fini.

#### IV.1.10. Polyphénols totaux

Pour améliorer et préserver la bonne qualité des produits, les industriels agroalimentaires recherchent des antioxydants naturels efficaces avec des effets secondaires négligeables. Les composés phénoliques sont parmi les antioxydants naturels qui répondent davantage à cette préoccupation (**Ouchemoukh-Amssis et al, 2016**). L'importance des polyphénols est due à leur capacité à neutraliser les radicaux libres (**Nawaza et al., 2006**). Ils jouent également un rôle important dans la peroxydation stabilisante de lipides (**Truong et al, 2016**).

Les résultats du dosage des polyphénols totaux contenus dans les extraits de son de blé, de figue sèche et du yaourt élaboré sont présentés dans la figure n°11.



**Figure n°11:** Teneurs en composés phénoliques des extraits de son de blé, de figue sèche et du yaourt élaboré (EAG : Equivalent acide gallique, MS : Matière sèche, PT : Polyphénols totaux). Les lettres a et b indiquent des différences significatives ( $p < 0,05$ ).

La figure n°11 montre que l'extrait de la figue sèche présente une teneur en polyphénols totaux de  $4,72 \pm 0,36$  mg EAG/g de MS. Cette valeur se rapproche de celle annoncée par **Bachir Bey et Louaileche. (2015)**, qui ont trouvé une valeur de 4,82 mg d'EAG/g de MS pour la même variété de figues sèches que celle étudiée dans le présent travail, il s'agit de la variété « Aberkane ». L'extrait de son du blé présente une teneur en polyphénols totaux de  $1,04 \pm 0,03$  mg d'EAG/g de MS. En revanche, la teneur en polyphénols totaux obtenus dans l'extrait du yaourt enrichi est de  $0,94 \pm 0,07$  mg EAG/g de MS. Nous remarquons que cette valeur a nettement diminué par rapport à celle trouvée dans les deux autres extraits. Cela pourrait être expliqué par les réactions qui ont eu lieu entre les polyphénols et les composés du yaourt (**Truong et al, 2016**).

L'étude statistique a montré qu'il y a une différence significative entre la teneur en composés phénoliques de l'extrait de la figue sèche et celle des deux autres extraits (l'extrait du son de blé et celui du yaourt élaboré) ( $P < 0,05$ ), alors qu'il n'y a pas de différence significative entre la teneur en composés phénoliques des extraits de son de blé et du yaourt enrichi.

La figue sèche contient des composés phénoliques qui contribuent à sa qualité. Ces composés peuvent provoquer une augmentation significative de la capacité antioxydante du plasma humain et peuvent protéger les lipoprotéines du plasma contre l'oxydation (**Bachir Bey et Louaileche, 2015**).

## IV.2. Analyses microbiologiques

### IV.2. 1. Suivi de la viabilité des ferments lactiques jusqu'à la DLC+2

La production du yaourt résulte de l'association des deux espèces thermophiles : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces ferments lactiques inhibent la prolifération des microorganismes pathogènes et d'altération des aliments par l'abaissement du pH et la sécrétion de molécules bioactives tels que les arômes et les bactériocines (Meribai, 2015).

Les figures n°12, 13 et 14 présentent l'évolution de la flore lactique du yaourt brassé à la figue sèche et au son de blé durant le stockage à 10°C.

Le nombre de *Streptococcus thermophilus* illustré dans la figure n°12 est de  $30 \times 10^8$  UFC/mL de yaourt. Ce dernier augmente pour atteindre son maximum au 7<sup>ème</sup> jour qui est de  $30 \times 10^8$  UFC/mL de yaourt, puis diminue jusqu'à  $25,6 \times 10^8$  UFC/mL de yaourt à J+14. Le nombre de cellules viables décroît brutalement dès le 21<sup>ème</sup> jour de conservation à 10°C pour atteindre  $4,2 \times 10^8$  UFC/mL de yaourt deux jours après la DLC. Cette chute s'explique par l'augmentation rapide du degré d'acidité qui est un facteur principal pour la perte de la viabilité de cette souche très sensible à l'acidité. Ceci est attribué à la diminution du pH du milieu et à l'accumulation des acides organiques (Jelen, 1990).

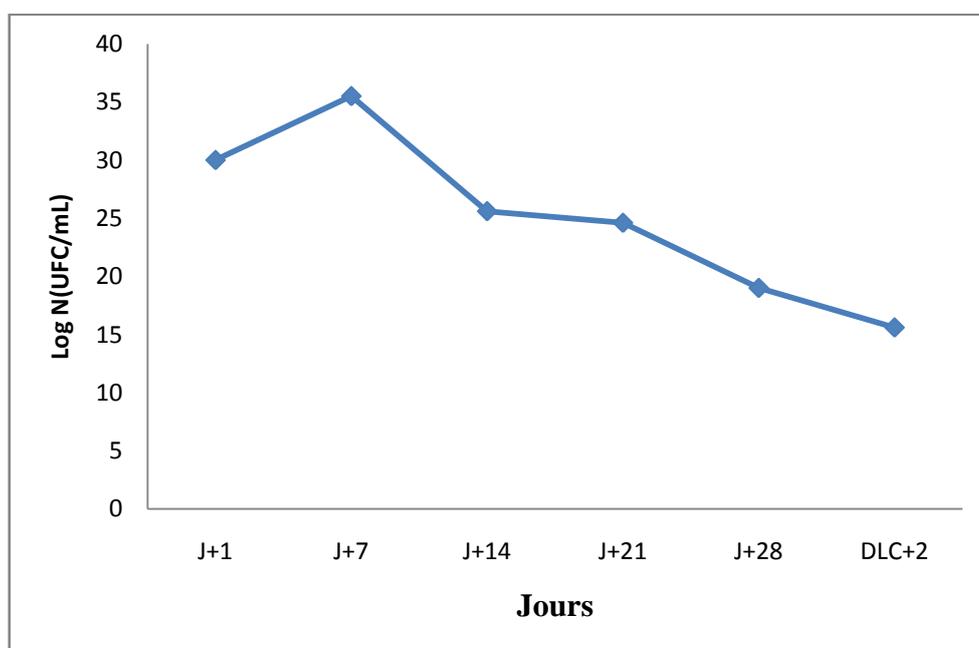


Figure n°12 : Suivi de la viabilité de *Streptococcus thermophilus* jusqu'à la DLC+2.

La figure n°13 montre que le nombre de *Lactobacillus Bulgaricus* à J+1 est de  $15 \times 10^8$  UFC/mL de yaourt. L'augmentation du nombre de ces cellules a été remarquée qui atteint son maximum à  $21,2 \times 10^8$  UFC/mL de yaourt à J+7. Cela est justifié par les conditions favorables de croissance telles que la richesse du yaourt en peptides et acides aminés. Il a été démontré que cette souche pourrait survivre dans le yaourt jusqu'à 28 jours (Donkora, 2006). Une diminution progressive de cette charge a été observée à partir de J+14 jusqu'à la disparition complète de lactobacilles à la DLC+ 2. Cela est probablement dû à la diminution de l'activité d'eau qui a un effet sur la viabilité des lactobacilles au cours de l'entreposage du yaourt à  $10^\circ\text{C}$ , mais aussi à la présence d' $\text{O}_2$  qui est un facteur hostile au *Lactobacillus bulgaricus*, sachant que cette espèce est anaérobie stricte. L'oxygène est introduit lors de l'incorporation du fruit et qui est un des facteurs majeurs limitant la durée de vie du yaourt (Lacroix et Lachance, 1988).

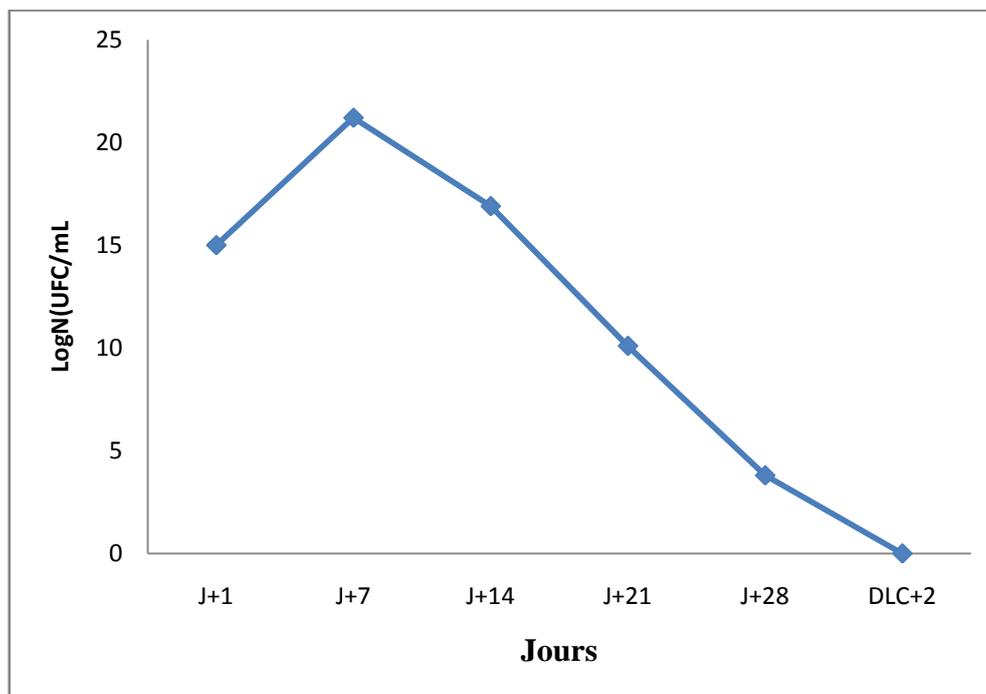
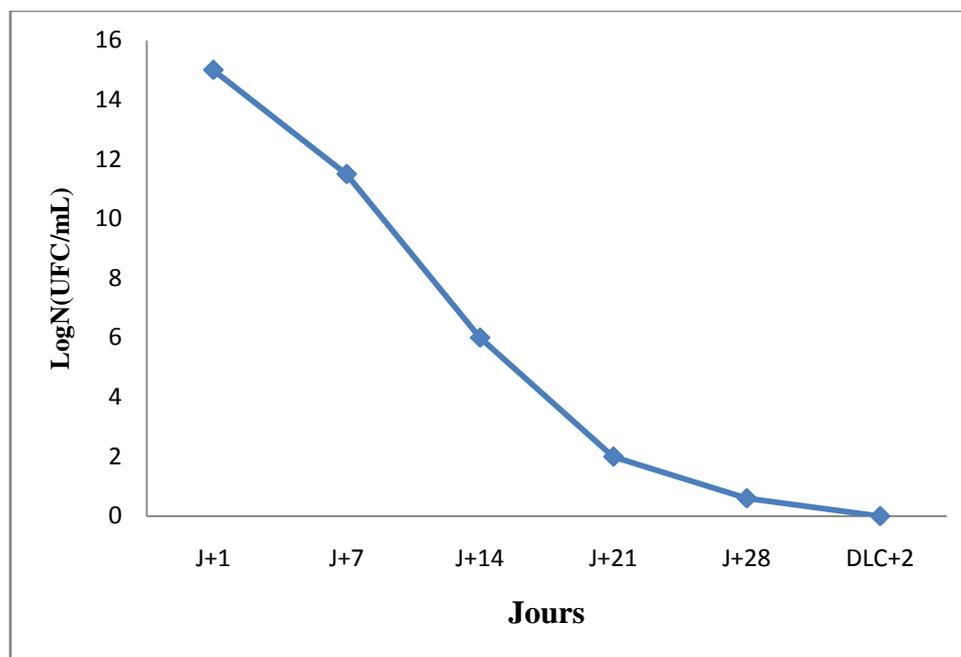


Figure n°13 : Suivi de la viabilité de *Lactobacillus Bulgaricus* jusqu'à la DLC+2

#### IV.2. 2. Suivi de la viabilité des bifidobactéries jusqu'à la DLC+2

À J+1, les bifidobactéries marquent leurs valeurs maximales qui est de  $15 \times 10^8$  UFC/mL de yaourt, ensuite leur nombre diminue pour disparaître totalement à la DLC +2 (figure n°14). Cela est dû à de nombreux facteurs qui peuvent affecter la survie de *bifidobactérium* dans le yaourt à savoir : les contraintes des bactéries probiotiques, le

faible pH, la présence de peroxyde d'hydrogène et d'oxygène dissous, la concentration élevée des métabolites tels que l'acide lactique et l'acide acétique et la température de stockage. La viabilité dépend également de la disponibilité des aliments, des inhibiteurs de la croissance, de la concentration des corps dissous (pression osmotique), du niveau d'inoculation et de la température d'incubation (Donkora *et al*, 2005).



**Figure n°14 :** Suivi de la viabilité de bifidobactéries jusqu'à la DLC+2.

#### IV.2. 3. Germes recherchés

Les résultats obtenus pour les analyses microbiologiques des différents échantillons sont illustrés dans le tableau VII.

**Tableau VII:** Résultats des analyses microbiologiques des différents échantillons.

Germes recherchés	Figue sèche	Son de blé	Produit fini
Entérobactéries	Absent	Absent	Absent
Coliformes	Absent	Absent	Absent
Levures	Absent	Absent	Absent
Moisissures	Absent	Absent	Absent

Le tableau VII indique l'absence totale des germes recherchés. Ces résultats montrent la conformité du produit fini qui a été maintenu au froid pendant 10 jours aux normes du JORA. (2016). Cette conformité reflète le bon déroulement de tout le processus de fabrication,

la bonne qualité hygiénique et microbiologique des préparations incorporées dans le yaourt, l'efficacité du traitement thermique appliqué, ainsi que le respect des bonnes pratiques d'hygiène.

Un test de stress a été effectué pour favoriser l'apparition des germes en cas de leur présence (tableau VIII).

**Tableau VIII:** Résultats du test de stress.

La chambre stress	Produit fini
Stress après 3 jours à 30°C	Aucune remarque
Stress après 10 jours à 25°C	Aucune remarque

Le tableau VIII montre qu'après la soumission du produit fini à des conditions extrêmes et défavorables, aucune anomalie n'a été détectée, ni gonflement, ni odeur désagréable, ni changement de couleur. Cela confirme la fiabilité des résultats du tableau VII (germes recherchés) qui montre l'absence totale des germes et assure que le produit est préparé dans les bonnes conditions durant toutes les étapes de fabrication.

### **IV.3. Analyse sensorielle**

#### **IV.3.1. Test du plan d'expérience**

La planification expérimentale est une étape fondamentale pour s'assurer que les données collectées sont exploitables dans les meilleures conditions statistiques possibles.

Avant d'effectuer les différents tests sur XL-STAT, un plan d'expérience a été réalisé. Une fois les données des jurys experts et des consommateurs naïfs sont rapportés sur ce logiciel, la procédure de génération d'un plan d'expérience est lancée.

Pour chacune des catégories d'experts ou de consommateurs naïfs, un plan d'expérience optimal a été trouvé, ce qui valide les autres tests sur XL-STAT-MX.

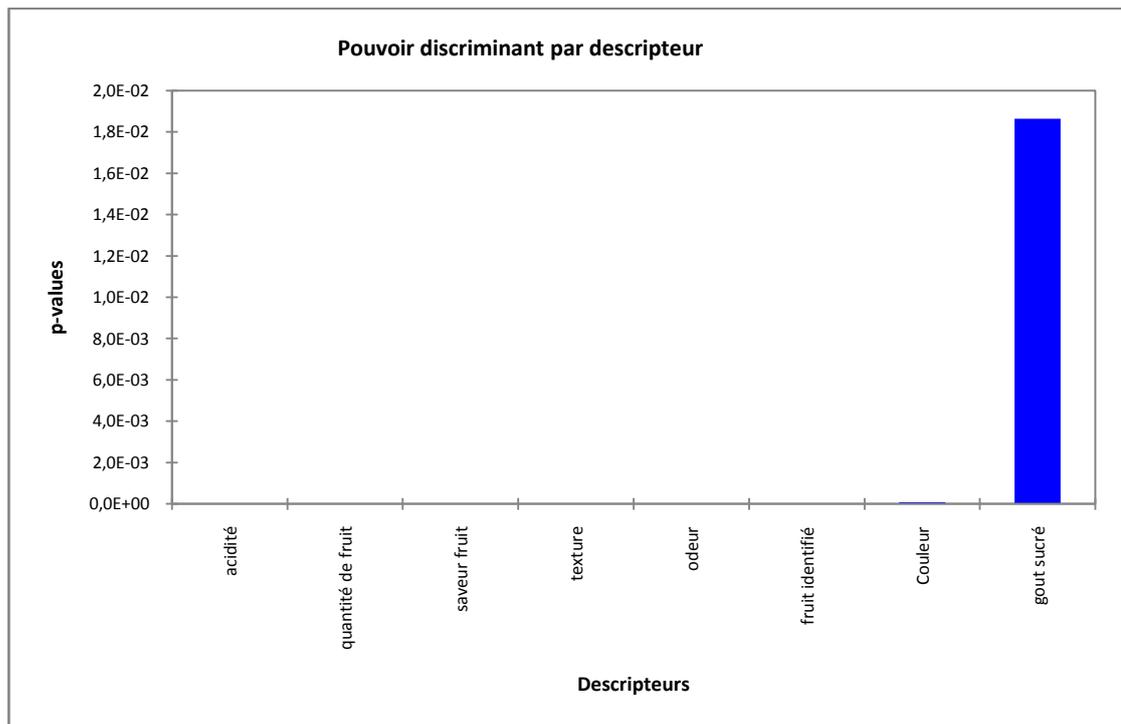
#### **IV.3.2. Caractérisation du produit**

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

### IV.3.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur

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

Les résultats de ce test sont présentés dans la figure n°15.

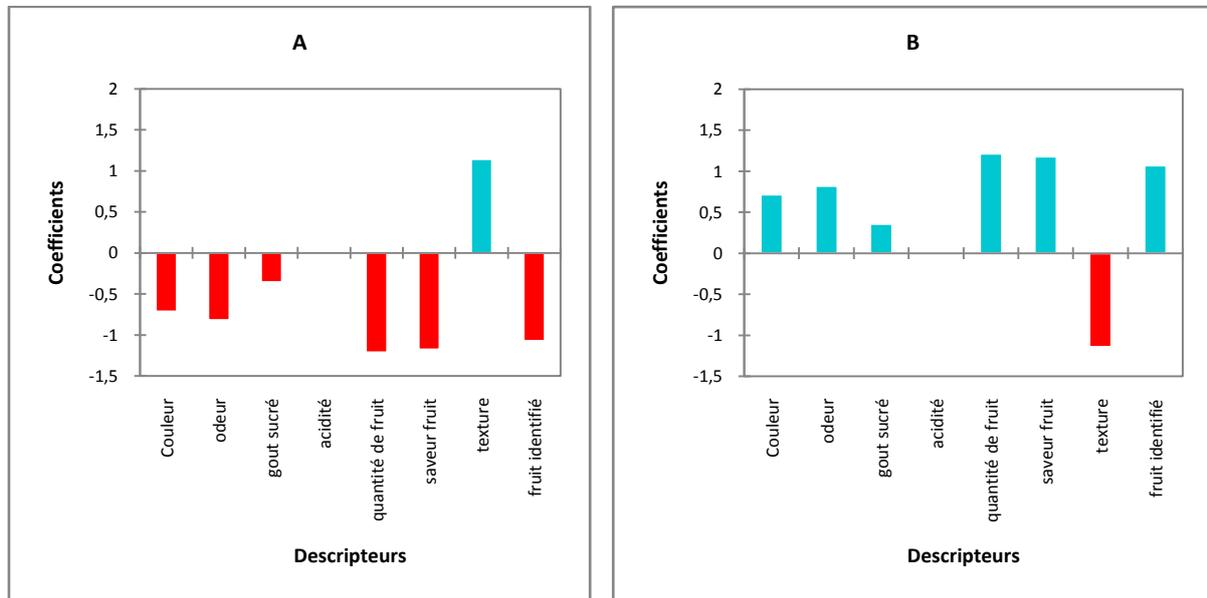


**Figure n°15 : Pouvoir discriminant par descripteur.**

L'histogramme de la figure n°15 résume l'ensemble des descripteurs et montre clairement que l'acidité, le fruit identifié, la texture et l'odeur sont les descripteurs les plus discriminants, c'est-à-dire que les sujets experts ont constaté une grande différence entre les deux échantillons, masse blanche et yaourt à la figue sèche et au son de blé, suivi de la couleur avec un pouvoir discriminant moins fort qui veut dire qu'une petite différence a été constaté dans ce paramètre. Alors que le goût sucré n'a pas été discriminé. Cela prouve que les experts n'ont pas constaté des divergences de ce descripteur.

#### IV.3.2.2. Coefficients des modèles

Dans ce test sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Les résultats des coefficients du modèle sont représentés dans la figure n°16.



**Figure n°16:** Coefficients des modèles des deux échantillons de yaourt.

Les graphes de la figure n°16 permettent de définir l'appréciation ou la non appréciation des descripteurs des deux échantillons de yaourt A et B par les jurys experts. Ainsi, ceux qui sont illustrés en bleu sont significativement positifs et plus intenses, alors que ceux présentés en blanc sont moyens et non significatifs, tandis que ceux en rouge sont significativement négatifs et moins intenses. D'après ces résultats, le produit A est caractérisé par une texture granuleuse, une acidité moyenne, aucune détection du fruit, une couleur blanche, une odeur et un goût sucré ; la quantité et l'intensité de la saveur du fruit ne sont pas intenses. En revanche, le produit B est caractérisé par une texture lisse, une couleur beige, une acidité moyenne, le son de blé et la figue sèche ont été identifiés, une odeur, un goût sucré ; la quantité et la saveur du fruit présente une intensité élevée. Ces paramètres sont présentés en bleu, ce qui veut dire qu'ils sont appréciés par les jurys.

### IV.3.2.3. Moyennes ajustées par produit

L'objectif de ce test est de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés dans le tableau IX.

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

Critères Échantillon	Couleur	Odeur	Goût sucré	Saveur fruit	Fruit identifié	Quantité de fruit	Acidité	Texture
B	2,500	3,286	3,214	3,429	3,143	3,429	2,143	2,143
A	1,071	1,643	2,500	1,071	1,000	1,000	2,143	4,429

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont illustrés dans le tableau IX. Les cellules présentés en blanc sont proches de la moyenne globale, celles en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale, et en rouge celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale. Cela montre clairement que les descripteurs sont plus intenses pour le produit B (en bleu) que pour le produit A (en rouge) à l'exception de la texture qui est granuleuse pour A et lisse pour B, et l'acidité est moyenne pour les deux échantillons.

### IV.3.3. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales (ACP) est une technique d'analyse des données qui permet, à partir de n variables continues initiales, de construire d'autres variables appelées composantes principales qui sont des combinaisons linéaires des variables initiales, et qui présentent d'intéressantes caractéristiques (Tufféry., 2005).

La figure n°17 illustre une carte qui présente le rapprochement des deux produits A et B. Cette carte montre que les experts ont observé une grande divergence entre les produits avec un niveau de variabilité de 99,97%. Nous constatons que le produit B est caractérisé spécialement par sa couleur, son odeur, et la quantité et la saveur du fruit alors que le produit A est caractérisé par son goût sucré, ce qui confirme les résultats trouvés dans le tableau des moyennes ajustées.

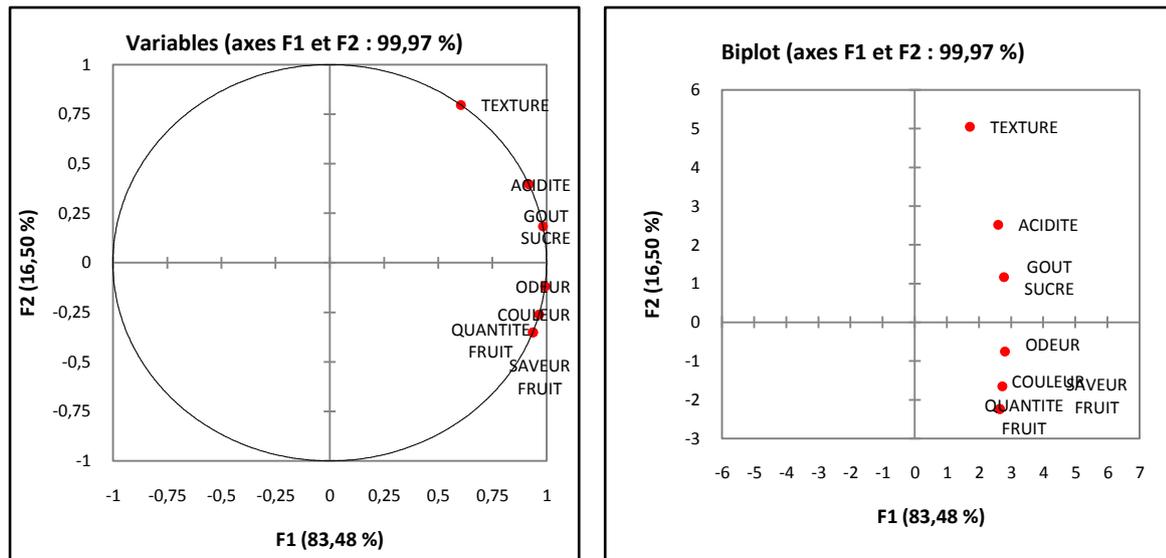


Figure n°17: Correlations entre les variables et les facteurs.

#### IV.3.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La classification hiérarchique fonctionne en recherchant à chaque étape les classes les plus proches pour les fusionner (Tufféry., 2012) (figure n°18).

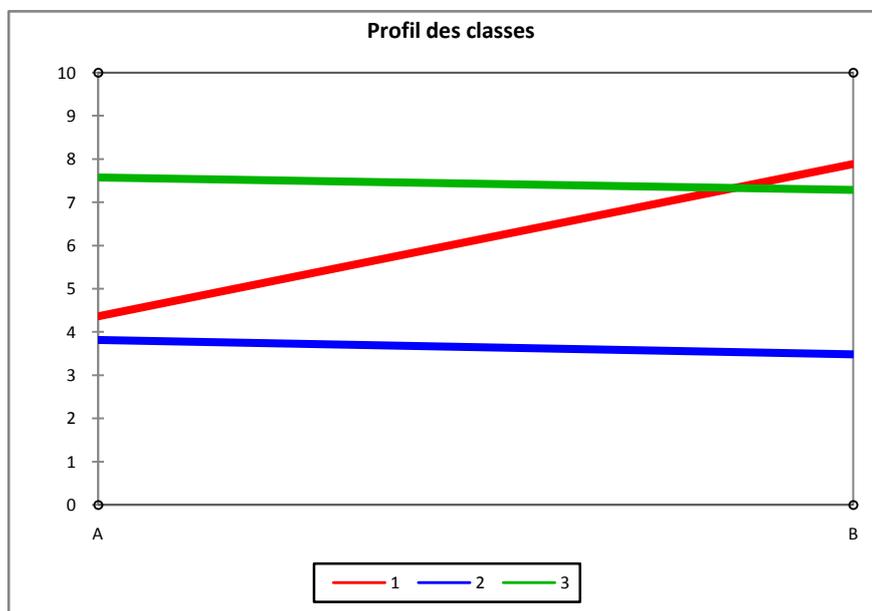


Figure n°18: Profil des différentes classes créées.

L'application de l'analyse des données CAH génère plusieurs tableaux et graphes. Le graphe du profil des classes permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées. La figure n°18 montre qu'il existe trois classes de consommateurs selon leurs préférences. La première classe illustrée en rouge préfère beaucoup plus le produit B (enrichi avec la figue sèche et le son de blé) que le produit A, contrairement à la deuxième et la troisième classe qui apprécient légèrement le produit A avec un niveau élevé de préférence des deux produits pour la deuxième classe qui apparaît en bleu, et un niveau moyen pour la troisième qui apparaît en vert.

#### IV.3.5. Cartographie externe de préférence (PREFMAP)

La figure n°19 définit la courbe des niveaux et la carte des préférences.

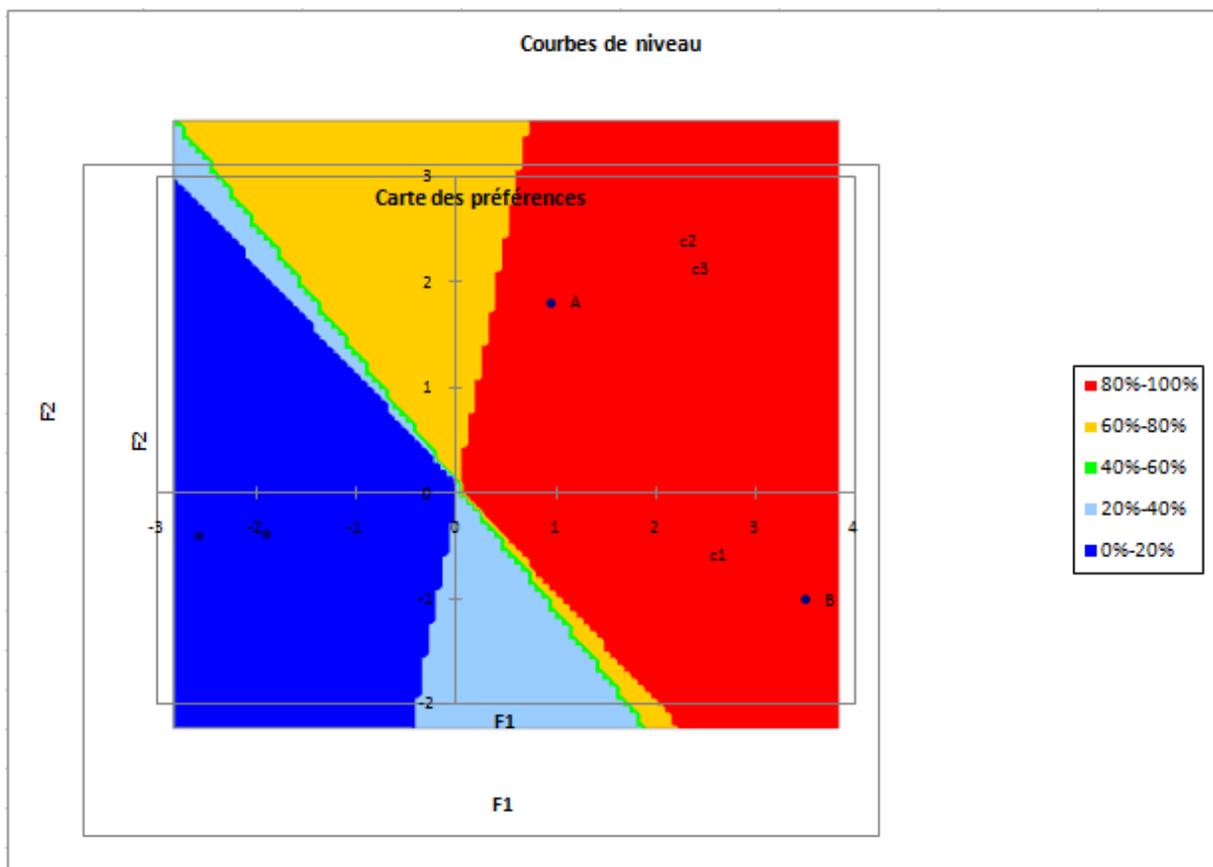


Figure n°19: Courbe de niveau et carte des préférences.

Selon la figure n°19, les deux produits yaourt nature (la masse blanche) et yaourt enrichi par la figue sèche et le son de blé ont le même degré de préférence entre 80% et 100%, nous remarquons qu'ils sont très bien appréciés. La superposition de la courbe de niveau et carte des préférences montre que le produit A est apprécié surtout par les classes 2 et 3 et le produit B par la classe 1. Cette cartographie permet de renforcer les résultats obtenus dans la CAH.

## **Conclusion et perspectives**

L'objectif de la présente étude est de formuler un yaourt brassé enrichi en figue sèche et son de blé. Pour cela, nous avons effectué un stage pratique au niveau de la laiterie Danone. Ce stage nous a permis d'élaborer notre produit dans de meilleures conditions, enrichir nos connaissances dans le domaine laitier et plus spécialement le yaourt, et aussi s'approfondir dans les analyses du yaourt et le contrôle de qualité.

Un ensemble d'analyses physico-chimiques a été effectué. Ces analyses ont révélé :  
-un pH acide pour la figue sèche ( $4,1 \pm 0,1$ ), un taux de Brix de  $40,09 \pm 0,015\%$ , une teneur assez importante en matière minérale qui vaut  $0,466 \pm 0,09\%$  et  $4,72 \pm 0,36$  mg d'EAG/g de MS de polyphénols totaux ;

-le son de blé est très riche en matière minérale ( $5,35 \pm 0,28\%$ ) avec un pH plus élevé ( $6,08 \pm 0,01$ ) et une teneur en polyphénols totaux de  $1,04 \pm 0,03$  mg d'EAG/g de MS ;

-le yaourt élaboré se caractérise par un pH légèrement acide ( $4,54 \pm 0,005$ ), un taux de Brix de  $16,01 \pm 0,005\%$ , une teneur assez importante en matière minérale qui vaut  $0,425 \pm 0,04\%$ , un taux de matière grasse de  $3,25 \pm 0,05\%$ ,  $3,47 \pm 0,01\%$  de protéines, un EST de  $21,18 \pm 0,01\%$ , une acidité titrable de  $93,5 \pm 0,5^\circ\text{D}$  et  $0,94 \pm 0,07$  mg d'EAG/g de MS de polyphénols totaux.

L'ajout de figues sèches et du son de blé au yaourt brassé a clairement affecté ses propriétés physico-chimiques. L'acidité titrable, la matière minérale et l'extrait sec total ont augmenté, par contre la matière grasse et les protéines ont diminué.

Du point de vue microbiologique, nous avons constaté l'absence de germes indésirables dans toutes les préparations. Les bactéries lactiques, qui malgré leurs régressions au cours du stockage, restent viables et abondantes dans le produit fini.

L'analyse sensorielle a montré une grande appréciation du produit par les dégustateurs.

Les résultats de la présente étude restent préliminaires. Il serait donc intéressant d'approfondir cette étude en faisant :

- l'étude de la formulation du yaourt enrichi par le plan d'expériences pour trouver la meilleure formule possible;
- la mesure des propriétés rhéologiques du yaourt élaboré ;
- la caractérisation des extraits de figue sèche, de son de blé et du yaourt enrichi.

# **Références bibliographiques**

# Références bibliographiques

## A

**Accolas P., Hemme D.m., Desmazeaud J., Vassal C. Bouillanne I., Veaux M. 1980.** Les levains lactiques thermophiles, Propriétés et comportement en technologie laitière. Ed Station de recherche laitieres Institut National Recherche Agroalimentaire; Jouy-en-Josas, France; 487-524.

**Adrain J., Potus J., Poiffait A., Dauvillier P., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Ed Tec et Doc, Lavoisier Paris; pp 38.

**Alais C., Guy L., Laurent M., 2005.** Biochimie alimentaire. 5<sup>ème</sup> édition de l'abrégé; Paris- France; pp 186.

**Amessis-Ouchemoukh N., Ouchemoukh. S., Meziant N., Idiri Y., Dolores Hernanz C., Carla M., Stinco D., Francisco J., Rodríguez-Pulido D., Francisco J., Heredia D., Madani K., José L., 2017.** Bioactive metabolites involved in the antioxidant, anticancer and antipain activities of *Ficus carica* L., *Ceratonia siliqua* L. and *Quercus ilex* L. extracts. Industrial Crops and Products; 95 : 6-17.

**Arnaud P., Iacrocic c., 2004 .** Encapsulation of bifidobacteria in whey protein-based microcapsul and survival in simulated gastrointestinal condition and in yoghurt . International Dairy Journal ; pp 505-515

**Azzi R., 2013.** Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien. Thèse de doctorat, université Abou Bekr Belkaid -Tlemcen, Algérie. 214 p.

## B

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

**Bachir Bey M., 2015.** Etude de l'effet du séchage sur les caractéristiques physicochimiques, les propriétés antioxydantes et les profils phénoliques de variétés de figues. Thèse de doctorat, université de Bejaïa, Algérie. p 146.

**Bachir Bey M., Louaileche H., 2015.** Une étude comparative de profil phytochimique et de dans activités antioxydantes *in vitro* de l'obscurité et de la figue sèche par lumière (*Ficus carica* L.). Journal of Phytopharmacology; 4 (1) : 41-48

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

**Bosnea L. A., Kopsahelis N., Kokkali V., Terpou, A., Kanellaki, M. 2016 ,** Production of a novel probiotic yogurt by incorporation of *L.casei* enriched fresh apple pieces, dried raisins and wheat grains. Food and Bioproducts Processing - Athens Grece.pp 33.

**Boudouma D., 2008.** Composition chimique du son de blé dur produit par les moulins industriels algériens. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique - Tizi-ouzou, Algérie pp172.

**Boudreau A., Ménard G., 1992.** Le Blé: éléments fondamentaux et transformation. Ed Dominique Johnson, pp 48- Laval, Canada.

**Bouhnik., 1993.** Probiotiques, bactéries probiotiques, levains Survie et effets chez l'homme des bactéries ingérées dans les laits fermentés. Ed INSERM hôpital Saint-Lazare - Paris, France. p 241.

**Bourlioux P., Braesco V., Denis D., Mater., 2011.** Yoghurts and other fermented milks. Cahier de Nutrition et de Diététique; Paris France 46: 305-314.

**Boutigny A.L., 2007.** Etude de l'effet de composés du grain de blé dur sur la régulation de la voie de biosynthèse des trichothécènes B : purification de composés inhibiteurs, analyse des mécanismes impliqués. Thèse de doctorat, Ecole doctorale de sciences du vivant, geosciences, sciences de l'environnement - Bordeaux, France. pp 404.

**Branlard G., 2010.** Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse de doctorat, Ecole doctorale des sciences de la vie, de la santé, agronomie, environnement. 530 p.

## C

**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 - Punjab, India; 1(4): 215-232.

**Couplan F., 2012.** Guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées. Ed; Sophie DAGUIN-France. pp; 133.

**Czerniejewski C.P., Bechtel W.G., Bradley W.B., 1964,** the minerals of wheat; flour and bran, cer chem; 14, 65-72.

## D

**D'Archivio M., Filesi C, Di Benedetto R, Gargiulo R, Giovannini C, Masella RD'Archivio., 2007.** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. ;43(4):348-61.

**Debiton C., 2010.** Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. France; pp 275.

**Depledt F., SSHA., 2009.** Evaluation sensorielle manuel méthodologique. Ed; Tec et Doc Lavoisier - France; pp 205.

**Dongare M.L., Buchade A.D., 2015.** Refractive Index based Optical Brix Measurement Technique with Equilateral Angle Prism for Sugar and Allied Industries. International Journal for Light and Electron Optics. Pune - India; 05-137.

**Donkora O.N., Henrikssonb A., Vasiljevica T., Shaha N.P., 2005.** Effet de l'acidification sur l'activité du probiotiques en yaourt pendant l'entreposage au froid. Journal international de laiterie. Sydney- Australie; 16 (2006) 1181-1189.

**Duluzeau R., lardiré M., Raibaud P., 1984,** Effet de l'ingestion de son de blé sur la flore microbienne fécale de donneurs humains et de souris gnotoxéniques receveuses, et sur les effets de barrière exercés par ces flores à l'égard de divers microorganismes potentiellement pathogènes ; laboratoire d'écologie microbienne INRA-CNRZ.

#### E

**El-Khaloui M., 2010.** Valorisation de la figue au Maroc. Transfert de technologie en agriculture- Ministre de l'agriculture et de la pêche maritime- Maroc; 186 : 1-4.

#### F

**Feillet P., 2000.** le grain de blé composition et utilisation, Ed; Instut National Recherche Agroalimentaire paris. pp 17-26.

**Ferhoum F., 2010.** Analyses physico chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d'abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*). Thèse de magister en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara. Boumerdès; pp 122.

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

#### G

**Giddey C., 1982.** Les produits à humidité intermédiaire : Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire .Ed; Apria. Paris. pp; 21-28.

**Gournier-château N., Jean P., Larpent., Inas M., Castellanos Jan., Larpent L., 1994.** Probiotique en alimentation humaine et animale. Ed; Tec et Doc Lavoisier paris; pp 108.

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

#### H

**Hemme D.W., Nardi M., 1980.** variation de l'équipement enzymatique de *streptococcus thermophilus*; pp111.

#### J

**Jean A., Potus J., Poiffait A., Dauvillier P., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires ; Ed Tec et Doc Lavoisier, paris, pp 38.

**Jeddi L., 2009.** Valorisation des figues 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) : pp 8.

**Jelen., P., 1990.** Survie des bactéries d'acide lactique et de leurs lactases dans des conditions acides. Journal des sciences de l'alimentation, 55, 506-509.

**JORA., 2016.** Arrêté interministériel du 16 jourmada ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leurs mises à la consommation. Journal of Biological Macromolecules - Algeria: p 22; 29(2), 115-125.

## K

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

**kent-jones D.W., Amos A.J., 1967.** modern cereal chemistry. food trade press London; 10-12.

**Kjeldahl J., 1883.** A new method for the determination of nitrogen in organic matter .Z.

## L

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

**Lecoq R., 1965.** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Ed; Doin, Deren et Cie, pp 241-251.

**Loones A., 1994.** Laits fermentés par les bactéries lactiques. In Bactéries Lactiques : aspects fondamentaux et technologiques. Vol 2, De Roissart, H and Luquet F. M. Ed., Loriga, Uriage, 135-154.

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

**Luquet F.M, 2008,** Lait et produits laitiers vache brebis chèvre; Ed Tec et Doc - France; pp 125

## M

**Mahaut M., Jeant R., Croguennec T., Schuck P., Brulé J., 2008,** les produits laitiers. Ed Tec et Doc Lavoisier-Paris; pp 31.

**Meribai A., Diafet A., Bahloul A., Ouarkoub M., Naami S., Mekhoukh N., Bensoltane A., 2015.** Stabilité acide et viables starters après conservation des yaourts industriels, commercialisés aux Nord -Est d'Algérie; Laboratoire de Microbiologie Alimentaire. université Es'Senia- Oran Algerie.

**Mission scientifique de syndifrais., 1997.** yaourt et laits fermentés. le lait Institut National Recherche Agroalimentaire Ed Saint-Peter sbourg; Paris. pp 321-358.

**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

**Nawaz H., Shi J., Mittal G.S. et Kakuda Y. 2006.** Extraction of polyphenols from grape seeds and concentration by ultra filtration. Separation and Purification Technology- Guelph,Canada; (48): 176-181.

**Nongonierma A.B., Springett M., Le Quéré J.L, Cayot P. et Voilley A., 2006.** Flavour release at gas/matrix interfases of stirred yoghurt models. International Dairy Journal; Dijon-France; 16, 102-110.

## O

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

**Ouaouich A., Chimi H., 2005.** Guide du sécheur de figes. Ed; L'organisation des Nations Unies pour le développement industriel - Rabat, Maroc. 5-7.

**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.

## R

**Roissart H., Luquet F.M., 1994,** bactéries lactiques. Ed; Loriga Saint Georges, pp 147.

## S

**Savadogo a., Alfred s.,2011.** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés Traore. Int. J. Biol. Chem. Sci-Ouagadougou, Burkina Faso.. 5(5): 2057-2075

**Sarni-manchado P., cheynier V., 2006.** Les polyphénols en agroalimentaire., Ed; Lavoisier. Tec et Doc- France; pp 01.

**Schlich P., deglaire A., cordelle S., urbano., biguzzi C. Et martin C.,2010.** Les préférences hédoniques pour le gras, mesures et variabilité. Innovations Agronomiques. dijon - France; 95-114, p. 20.

**Singleton V.L., Rossi, J.A., 1965.** Colorimetry of total phenolicswithphosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture 16 (3), 144– 158.

**Soares A.A., Marques de Souza C.G., Daniel F.M., Ferrari G.P., Gomes da Costa S. M., Peralta R.M., 2009.** Antioxidant activity and total phenolic content of *Agaricusbrasilensis* (*Agaricusblazei*Murril) in two stages of maturity. Food Chemistry- France; 112 (4), 775–781.

**Stover E.D., Aradhya M.K., Crisosto C. Ferguson L., 2007.** The fig : Overview of an ancient fruit. Department of Plant Sciences, One Shields Avenue, University of California, Hort Science; 42(5): 1083-1087.

## T

**Trad M., Gaaliche B., Renard C.M.G.C., Mars M. 2012.** Quality Performance of “Smyrna” Type Figs Grown under Mediterranean Conditions of Tunisia. Ed; Journal of Ornamental and Horticultural Plants. 2 (3): 139-146.

**Truong H., Sonia Y. Liu A., and Peter H., 2016.** Starch utilisation in chicken-meat production: the foremost influential factors. Ed; University of New England, Armidale- Bretagne; 56, 797–814.

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

## V

**Vahedi N., Mazaheri M., Tehrani., Shahidi F ., 2008.** Optimizing of Fruit Yoghurt Formulation and Evaluating Its Quality During Storage. Ed; American-Eurasian J. Agric. & Environ- Iran, 922-927.

**Valette P., garrigue.,1997.** Le figuier. Corbières matin- Ed; verdier; france.

**Vasiljevic T., McKechnie S., Donkor O.N., Sah B.N.P., 2016,** Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre -rich pineapple peel powder during refrigerated storage. Ed; Journal international de laiterie. Sydney-Australie ; 978-986.

**Veisseyre R., 1975.** Technologie du lait, constitution, récolte, traitement et transformation du lait. Ed; la maison Rustique. paris; pp 332.

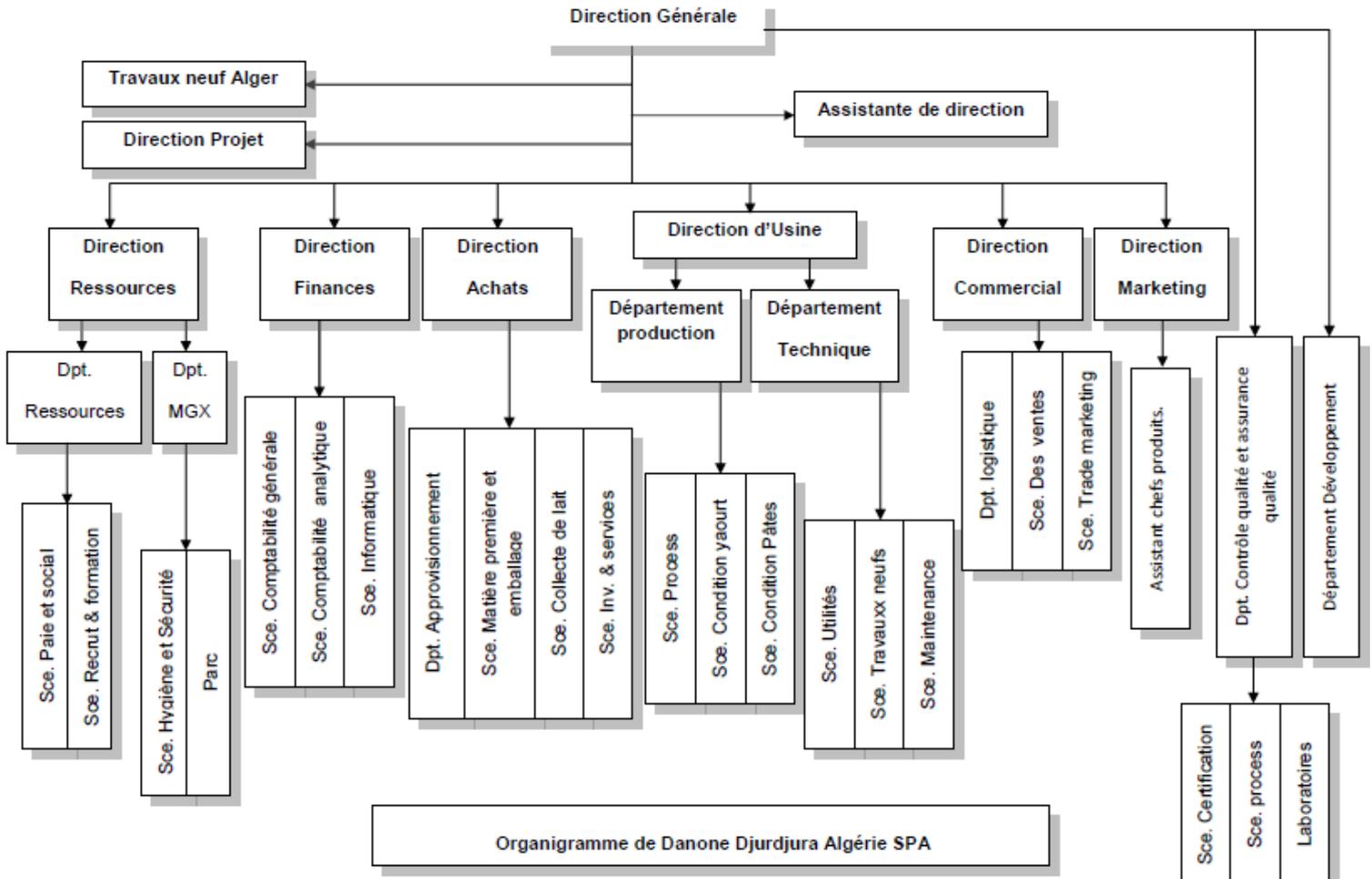
**Vermerris W., Nicholson R., 2008.** Phenolic compound Biochemistry. Springer science Business Média B.V. P: 36.

## Z

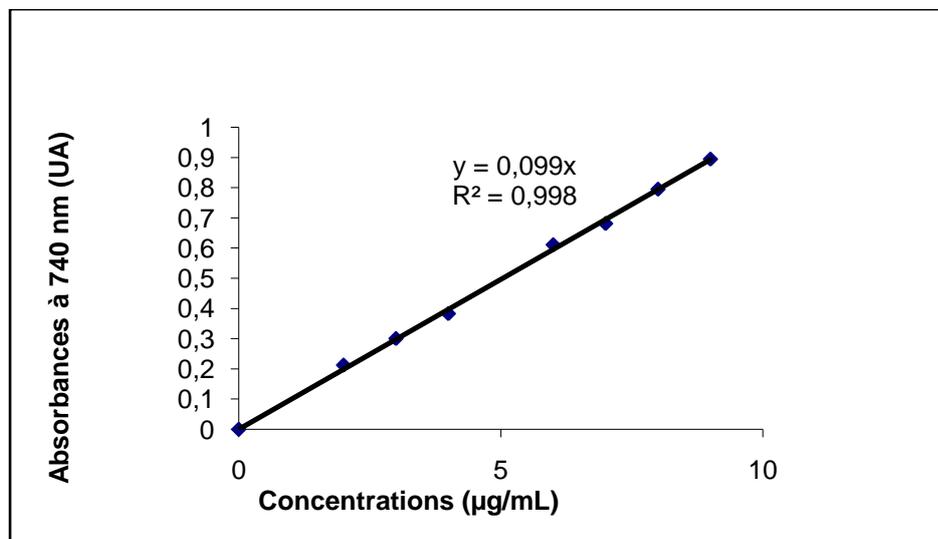
**Zainoldin K.H., Baba., A.S., 2009.** The Effect of *Hylocereuspolyrhizus*and *Hylocereusundatus*on Physicochemical, Proteolysis, and Antioxidant Activity in Yogurt World Academy of Science, Engineering and Technology. Ed; International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering; Vol:3, No:12. p 586.

# Annexe

## Annexel Présentation de l'organisme d'accueil



## Annexe 2



## Annexe

Courbe d'étalonnage du dosage des polyphénols totaux.

### Annexe 3

Résultats du dénombrement des bactéries lactiques du yaourt.

Jours	J+1	J+7	J+14	J+21	J+28	DLC+2
<b>Souches</b>						
<i>Streptococcus thermophilus</i> (10 <sup>8</sup> ) (UFC/ml)	30	35,5	25,6	19,3	12,7	4,2
<i>Lactobacillus Bulgaricus</i> (10 <sup>8</sup> ) (UFC/ml)	15	21,2	16,19	10,1	3,8	-
<i>Bifidobactéries</i> (10 <sup>8</sup> ) UFC/mL	15	11,5	6	2	0,6	-

### Annexe 04

Université A. MIRA - Bejaia

Questionnaires D'analyse hédonique d'un yaourt brassé aux fruits

Age ....

Date .../.../..... h : ... /

....

Sexe : Féminin

Masculin

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

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

**I-Odeur :**

1-Absente

2-Faible

4-Forte

5-Très forte

**L'odeur vous l'appréciez ?**

1-Non appréciée

Echantillon A	Echantillon B

## Annexe

---

2-Peu appréciée

3-Moyennement appréciée

Echantillon A	Echantillon B

4-Bien appréciée

5-Très appréciée

### **II-Couleur :**

1-Blanc

2-Beige

3-Rose

Echantillon A	Echantillon B

4-Rose foncé

5-Marron

### **La couleur du yaourt vous l'appréciez ?**

1-Non appréciée

2-Peu appréciée

3-Moyennement appréciée

Echantillon A	Echantillon B

4-Bien appréciée

5-Très appréciée

### **III-Saveur :**

#### **a-Saveur sucrée :**

1-Absente

2-Faible

3-Moyenne

Echantillon A	Echantillon B

4-Forte

5-Très forte

#### **b-Fruit identifié :**

1-Absent

2- son de blé

3- datte

Echantillon A	Echantillon B

4- son de blé+ Figue sèche

5- Figue sèche

## Annexe

### c- L'intensité de la saveur (Arôme) :

1- Absente

2- Faible

Echantillon A	Echantillon B

3- Moyenne

4- Forte

5- Très forte

### IV - Texture :

#### Texture en bouche :

1- Très lisse

2- lisse

Echantillon A	Echantillon B

3- Peu granuleuse

4- Granuleuse

5- Très granuleuse

### V - Préférences :

Attribuer une note entre 1 et 9 pour chaque échantillon selon son appréciation comme présenté dans l'échantillon ci dessus :

1- Extrêmement désagréable.

2- Très désagréable

Echantillon A	Echantillon B

3- Désagréable

4- Agréable

Autre.....

.....

**Merci pour votre coopération**

Annexe 05

**Université A. MIRA - Bejaia**

**Questionnaire d'analyse sensorielle d'un yaourt brassé au fruits.**

**Age :**

**Date :**

**h : .....**

**Sexe : Féminin**

**masculin**

## Annexe

---

Dans le cadre d'une analyse sensorielle d'un yaourt brassé aux fruits deux Échantillons codés A et B vous sont présentés. Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation sur leur des codes donnés de 1 à 5.

### La Couleur du yaourt

1-Blanc

2-Beige

3-orange

4-marron

5-marron foncé

Echantillon A	Echantillon B

### L'Arôme du yaourt

1-Absent

2-Faible

3-Moyenne

4-Forte

5-Très forte

Echantillon A	Echantillon B

### La sucrosité du yaourt

1-Absent

2-Faible

3-Moyenne

4-Forte

5-Très forte

Echantillon A	Echantillon B

### L'acidité du yaourt

1-Absent

2-Faible

3-Moyenne

4-Forte

5-Très forte

Echantillon A	Echantillon B

## Annexe

---

### La quantité du Fruit dans le yaourt

1-Absent

2-Faible

3-Moyenne

4-Forte

5-Très forte

Echantillon A	Echantillon B

### Saveur du Fruit

1-Absent

2-Faible

3-Moyenne

4-Forte

5-Très forte

Echantillon A	Echantillon B

### Fruit identifié

1-Absent

2-son de blé

3-raisin

4-Son + figue sèche

5-Figue

Echantillon A	Echantillon B

### La texture en bouche du yaourt

Très lisse

Lisse

Peu granuleuse

Granuleuse

Très granuleuse

Echantillon A	Echantillon B

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

## Annexe

---

1-Extrêmement désagréable

2-Très désagréable

3- désagréable

4-Assez désagréable

5-Ni agréable ni désagréable

6- assez agréable

7- agréable

8-très agréable

9- Extrêmement agréable

Echantillon A	Echantillon B

**Autres:**

.....  
.....

## Résumé

L'objectif de ce travail est la formulation et la caractérisation d'un yaourt brassé à base de figue sèche et du son de blé. La caractérisation physicochimique a montré un pH acide pour la figue sèche ( $4,1 \pm 0,1$ ), un taux de Brix de  $40,09 \pm 0,015\%$ , une teneur en cendres ( $0,466 \pm 0,09\%$ ) et  $4,72 \pm 0,36$  mg d'EAG/g de MS de polyphénols totaux ; par ailleurs les analyses physicochimiques effectuées sur la préparation du son de blé ont révélé une teneur élevée en cendres ( $5,35 \pm 0,28\%$ ), un pH ( $6,08 \pm 0,01$ ) et de  $1,04 \pm 0,03$  mg d'EAG/g de MS de polyphénols totaux. La préparation du yaourt a été réalisée à l'échelle du laboratoire recherche et développement au sein de la laiterie Danone en respectant un diagramme de fabrication de l'unité. Le produit fini se caractérise par pH ( $4,54 \pm 0,005$ ), Brix ( $16,01 \pm 0,005\%$ ), taux de cendres ( $0,425 \pm 0,04\%$ ), MG ( $3,25 \pm 0,05\%$ ), protéines ( $3,47 \pm 0,01\%$ ), EST ( $21,18 \pm 0,01\%$ ), une acidité titrable de ( $93,5 \pm 0,5^\circ\text{D}$ ), polyphénols  $0,94 \pm 0,07$  mg d'EAG/g de MS. Les analyses microbiologiques (dénombrement de la flore lactique et recherche des germes indésirables) sont conformes aux normes Danone. Selon l'évaluation sensorielle effectuée le produit est très bien apprécié.

**Mots clé :** Yaourt ; Figue sèche ; Son de blé ; Analyses physicochimiques et microbiologiques ; Polyphénols.

## Abstract

The objective of this work is the formulation and characterization of a stirred yogurt based on dried fig and wheat bran. The physicochemical characterization showed an acid pH for dried fig ( $4.1 \pm 0.1$ ), a Brix level of  $40.09 \pm 0.015\%$ , an ash content ( $0.466 \pm 0.09\%$ ) and  $4.72 \pm 0.36$  mg EAG / g MS total polyphenols; furthermore, the physicochemical analysis carried out on the wheat bran preparation revealed a high content of ash ( $5.35 \pm 0.28\%$ ), a Ph ( $6.08 \pm 0.01$ ) and  $1.04 \pm 0,03$  mg of EAG / g of total polyphenol MS. The preparation of the yoghurt was carried out at the research and development laboratory at Danone Dairy in accordance with a manufacturing diagram of the unit. The finished product is characterized by pH ( $4.54 \pm 0.005$ ), Brix ( $16.01 \pm 0.005\%$ ), ash content ( $0.425 \pm 0.04\%$ ), MG ( $3.25 \pm 0.05\%$ ), protein ( $3.47 \pm 0.01\%$ ), EST ( $21.18 \pm 0.01\%$ ), a titratable acidity of ( $93.5 \pm 0.5^\circ\text{D}$ ), polyphenols  $0.94 \pm 0.07$  mg of EAG / g of MS. Microbiological analyzes (denuding lactic flora and detecting unwanted germs) comply with Danone standards. According to the sensory evaluation carried out the product is very well appreciated

**Key words:** Yogurt; Dried fig; Wheat yarn; Physicochemical and microbiological analyzes; Polyphenols.

