

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES
DEPARTEMENT DE TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE



*En vue de l'obtention du diplôme
De MASTER en GENIE DES PROCEDES*

Option : Génie des industries alimentaires

Thème

*Fabrication d'un aliment fonctionne par
enrichissement d'un yaourt ferme avec des
figues et de persil séchés*

Soutenu le : 24 juin 2017

Réalisé par : M^{elle} OUSSAR HAYET

M^{elle} ADDAR SALIMA

Jury de soutenance :

Présidente	M ^{elle} BELARBI A.	MCB	UMBB
Promoteur	M ^r TRACHI M.	MCB	UMBB
Examinatrice	M ^{elle} LCHAB F.	MCB	UMBB
Examinatrice	M ^{elle} SMAILI S.	MAA	UMBB

Année universitaire 2016 /2017

Remerciements

Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la capacité du pouvoir pour suivre nos études et de choisir un métier aussi noble
Nous remercions Monsieur TRACHI MAHMOUD d'avoir accepté de diriger ce travail, pour ses encouragements et pour tous les conseils qu'il nous a prodigués, qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude et de notre estime

A tous nos enseignants.

On tient à remercier vivement les membres de jury d'avoir accepté de juger le présent travail : M^{elle} BELARBI, LCHAB et M^{elle} SMAILI

Nous remercier vivement monsieur BENAKMOUM. A chef de département de technologie alimentaire

Ainsi que le personnel de l'unité de BOUDOUAOU et surtout MADAME IBTISSAM DAHMANI, et Mr LAMRI CHAREF

Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier les laborantins(es) du DTA.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille

A mon très cher père et ma très chère mère, qui ont tait
sacrifié pour me voir réussir dans ma vie.

A mes frères : Kamel, Rachid, Hakim Rida.

A mes Sœurs : Zahra, Assia, OUAHIBA.

A mon mari pour sa confiance en moi et son soutien attentif

A mon binôme, Hayat OUSSAR, et sa famille

Mon oncle, mes cousines et chacun avec son nom

A toute la famille Addar

A tous mes enseignants tous ceux qui ont contribué de près ou

De loin à la réalisation de ce travail et tous ceux ou celle qui
m'aident et que j'aime.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille.

A mon très cher père et ma très mère qui ont tout

Sacrifié pour me voir réussir dans ma vie.

A mes frères : Salah, Bilal, Ahmed

A mes sœurs : Hanane, Yasmine, Meriem

A mon binôme Addar salima et sa famille.

Mon oncle, mes cousines et cousins, chacun avec son

Nom.

A toute la famille OUSSAR et LAHYANI.

A tous mes enseignants.

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et ceux ou celle qui m'aiment et que j'aime.

Sommaire

Introduction générale

Chapitre 1 : Généralités sur Les figues et le persil

1. Le figuier et la figue	3
1.1. Quelques notions botaniques	3
1.2. Systématique du figuier	3
1.3. Origine géographique et botanique	4
1.4. Classification des différentes formes de figuier	4
1.4.1. Les formes horticoles	4
1.4.1.1. figuier bifères	4
1.4.1.2. figuier unifères (d'automne)	4
1.4. 2. les caprifiguiers ou dockers	4
1.5. La figue, fruit du figuier	5
1.6. Propriétés physicochimiques et technologiques des figues	5
1.7. Propriétés nutritives et thérapeutiques	5
1.8. utilisation des figues	6
2. Le persil	6
2.1. Le persil	6
2.2. Classification et systématique	6
2.3. Variétés de persil	6
2.4. Description botanique de la plante	7
2.5. Composition	7
2.6. Usages et propriétés thérapeutiques	7
Chapitre 2 : Généralité sur le Yaourt	8
1. Introduction	9
2. Types de yaourt	9
2.1 Selon le taux de matière grasse	9
2.1.1. Yaourt nature	9
2.1.2. Yaourt entier	10
2.1.3. Yaourt maigre	10
2.1.4. Yaourt aux fruits	10
2.2. Selon la technologie de fabrication	10
2.2.1. Yaourt ferme ou étuvé	10

2.2.2. Yaourt brasse	10
2. Fabrication du yaourt	11
2.1. Définition, historique et réglementation du yaourt	11
2.2. Matière première et ingrédients	11
2.3. Caractéristique d'un yaourt nature	13
3. La fermentation lactique	13
4. Le rôle des ferments lactiques dans la fermentation du lait	14
5. altération du la qualité de yaourt	14
6. Valeur nutritionnelle du yaourt	15
7. Valeur thérapeutique du yaourt	16
Partie 1 : Matériel et Méthodes	
1. Introduction	17
2. Présentation des matières premières	17
2.1. Les figues sèches	17
2.2. La poudre de persil	18
2.3. Préparation des matières premières	19
2.3.1. Préparation des figues sèches	19
2.3.2. Préparation de la poudre de persil	20
3. Caractérisation des matières premières	22
3.1. Détermination des teneurs en eau et en matières sèches	22
3.2. Détermination du pH	23
3.3. Détermination de l'acidité titrable	23
3.4. Détermination de la teneur en cendres	24
4. Mode de préparation du yaourt	25
4.1. Ingrédients utilisés	25
4.2. Mode de préparation	25
5. Analyses des produits finis	27
5.1. Analyse sensoriel	27
5.2. Evaluation sensorielle selon le test de Friedman	29
5.3. Analyses physicochimiques	30
5.3.1. Détermination du pH	30
5.3.2. Détermination de l'extrait sec total	31
5.3.3. Détermination de l'acidité titrable	31

5.4. Evaluation de l'impact de l'enrichissement sur le produit fini à long terme	32
6. Analyses statistiques	32

Partie V : Résultats et discussion

1. Caractérisation physico-chimique des matières premières	33
1.1. Teneur en eau	33
1.2. Autres propriétés physicochimiques	34
1.2. Le pH	34
1.3. L'acidité titrable	34
1.4. Les Cendres	35
2. Caractérisation du yaourt préparé	35
2.1. Caractérisation sensorielle	35
2.2. Interprétation des résultats sensoriels par le test de Friedman	38
2.3. Analyses physicochimiques des produits préparés	41
2.3.1. Le pH	42
2.3.2. L'acidité	42
2.3.3. L'extrait sec total	43
2.4. Evaluation, à long terme de l'impact de l'enrichissement sur le produit fini	44
2.4.1. Le pH	44
2.4.2. L'acidité	45
2.4.3. L'extrait sec total	45

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Liste Des Figures

Chapitre 2 : généralité sur yaourt

Figure 1	Diagramme de fabrication du yaourt (SEYDI M., 2002)	12
----------	---	----

Partie 1 : Matériel Et Méthodes

Figure 1	Photo des figes sèches utilisés dans notre expérimental (Photo originale)	17
Figure 2	Sites de prélèvement des échantillons utilisés dans notre étude	18
Figure 3	Photo des plantes fraîches du persil (Photo originale)	19
Figure 4	Préparation des figes sèches	19
Figure 5	Préparation de la poudre de persil	19
Figure 6	Diagramme de préparation et d'enrichissement du yaourt étuvé (PP : poudre de persil, FS : figes sèches).	21
Figure 7	Bulletin du test hédonique.	29

Partie 2 : Résultat Et Discussion

Figure 1	Résultat de test de dégustation de FS.	37
Figure 2	Résultat de test de dégustation de PP	37
Figure 3	pH caractéristiques aux différentes formulations de yaourt préparé.	37
Figure 4	Acidité Dornic de formulations préparées.	37
Figure 5	Concentration en extrait sec total (%) contenu dans chaque formulation de yaourt préparée.	41
Figure 6	Evolution du pH des différentes formulations préparées en fonction du temps.	42
Figure 7	Evolution de l'acidité Dornic des différentes formulations préparées en fonction du temps.	43
Figure 8	Evolution de l'extrait sec total des différentes formulations préparées en fonction du temps.	44
Figure 9	Evolution de l'acidité Dornic des différentes formulations préparées en fonction du temps.	45
Figure10	Evolution de l'extrait sec total des différentes formulations préparées en fonction du temps	46

Liste des tableaux

Chapitre 1 : Généralité sur les figues et le persil

Les	Titre	Page
Tableau		
Tableau1	Systématique du figuier	3
Tableau2	Composition chimique	5
Tableau3	Classification et systématique des plantes étudiées	7

Chapitre 2 : Généralité sur le yaourt

Tableau1	Composition des laits en poudres utilisés pour la reconstitution des laits ou pour la fortification des laits de vache	11
Tableau2	Caractéristique des quelques types de yaourt	15

Partie : Matériel et Méthodes

Tableau1	Ingrédients (pour 1 L de yaourt) utilisés dans la préparation du yaourt	25
Tableau2	Proportion d'incorporation des figues sèches dans la masse de yaourt étuvé.	27
Tableau3	Proportion d'incorporation de la poudre de persil dans la masse de yaourt étuvé.	27
Tableau4	Evaluation du goût des différentes préparations de yaourt préparé.	28

Partie : Résultat Et Discussion

Tableau1	Teneurs en eau et en matière sèches des figues et du persil avant et parés leur séchage.	33
Tableau2	Quelques propriétés physicochimiques	34
Tableau3	Résultats des scores du test hédonique des deux types de yaourt additionné de figues sèches (FS) et de persil.	35
Tableau4	Classement des produits à base de figues sèches selon le critère 'goût'.	38
Tableau5	Classement des produits à base de persil sec selon leurs critère 'goût'.	39
Tableau6	Paramètres statistique relatifs au test de Friedman.	39
Tableau7	Résultats de la comparaison des formulations selon le critère gout.	40

Liste des abréviations

AFNOR	association française de normalisation
AOAC	association des communautés analytiques
FS	Figue sèche
PP	Poudre de persil
C n	cendre
MG	matière grasse
A	acidité titrable(%)
H	humidité
°C env.	degré sel sucs environ
°D	Degré Dornic
NaOH	Hydroxyde de sodium
M	masse
EST	Extrait sec total
PH	potentiel d'hydrogéné

Introduction générale

Un aliment fonctionnel est considéré comme un aliment exerçant une influence positive et prouvée sur une ou plusieurs fonctions dans l'organisme - des fonctions relatives au bien-être, à la santé ou à la diminution du risque de maladie. Il s'agit d'aliments qui, par leur composition naturelle, reçoivent automatiquement cette étiquette, ou de produits auxquels on a volontairement ajouté un élément, précisément en raison de son effet positif présumé (**Anonyme 1**). Un aliment fonctionnel se diffère donc d'un aliment habituel, qui assure simplement l'apport des nutriments essentiels suivant les besoins de l'organisme.

Avec les aliments fonctionnels, un lien définitif peut être installé entre certains troubles métaboliques et des nutriments. Toutefois, les ingrédients extraits de leur source naturelle ne seront jamais aussi actifs que l'aliment initial. Il a été prouvé que des aliments naturels et complets agissent, et que les agents alimentaires extraits n'agissent pas ou peu. Des stérols d'origine végétale p. ex. ne peuvent en aucun cas remplacer les fruits et les légumes naturels.

L'aliment fonctionnel est souvent présenté comme un médicament, d'où l'appellation "alicament" : l'aliment fonctionnel est fréquemment présenté comme un aliment "sain" qui peut solutionner les problèmes du consommateur, tels que l'abaissement du taux de cholestérol, diminuer sa glycémie, le risque de cancer...

Dans le marché, sont présentés divers types de yaourts qui sont supplémentés de différents ingrédients répartis en fruits et en légumes secs. On cite entre autres, les fraises, le kiwi, fragments de blé, les mûres forestières et les cerises. En plus de la valeur nutritionnelle remarquable du yaourt, de son goût et sa texture appréciés, les ingrédients ajoutés peuvent communiquer ou améliorer des propriétés thérapeutiques et nutritionnelles du produit enrichi grâce à leur composition diversifiée en quantité et en qualité. Ceci lui permet d'acquérir, à la fois, des fonctions médicales et alimentaires. C'est dans le contexte de contribution dans la multiplicité des yaourts enrichis, et par conséquent des aliments fonctionnels que s'inscrit le présent travail qui porte essentiellement sur la préparation et la caractérisation d'un yaourt étuvé enrichi avec des fruits de figues sèches (*Daucus carota*) et de poudre de persil (*Petroselinum Crispum*). Le choix de ces produits revient à leurs valeurs alimentaires et thérapeutiques élevées grâce à leur richesse en vitamines, en éléments minéraux, en glucides et en d'autres substances bioactives telles que les composés phénoliques (**VDAUD, 1997**). La figue est un fruit très apprécié pour son goût sucré et agréable. En Algérie, les figues sont consommées sous différentes formes, confiture, fraîches, séchées ou mélangées à d'autres produits tels que l'huile d'olive.

D'autre part, le persil est une plante aromatique originaire de la région méditerranéenne, elle est très cultivée en Algérie. Depuis l'antiquité cette plante est considérée comme de plante aromatique et médicinale. Elle est employée surtout comme aromate dans la préparation culinaire, servant principalement comme correcteur de goût dans l'industrie agro-alimentaire.

Chapitre 1 : Généralité sur les figues et le persil

1. Le figuier et la figue

1.1. Quelques notions botaniques

Le figuier est un arbre pouvant atteindre 12 à 15 m de hauteur ou constituant tout au moins une forte cépée. Toutes ses parties contiennent un latex, ses feuilles sont alternes, palmées mais très polymorphes. Les fleurs sont très particulières puisqu'elles sont renfermées dans une inflorescence appelée sycone (**BRETAUDEAU et FAURE, 1990**).

1.2. Systématique du figuier

La figue dont le nom botanique est *Ficus carica* L. à un qualificatif générique qui signifie Verrue pour *Ficus* (le lait de figuier pour soigner la verrue) et *carica* fait allusion à une région en Turquie. Il appartient à la famille des moracées qui comprend environ 1500 espèces classées en 52 genres dont le genre *Ficus* décrit par Linné (**VIDAUD, 1997 ; LESPINASSE et LETERME, 2005 ; RAMEAU et al. 2008**).

Le figuier (*ficus carica*) est une Dicotylédone de la famille des Moracées (**EMBERGER, 1960**).

Du point de vue systématique, la classification botanique du figuier telle que l'a décrite **GAUSSEN étal. (1982)**(Tableau 1).

Tableau 1 : Systématique du figuier

Règne	Végétal
Embranchement	phanérogames
Sous embranchement	angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Hamamélidées
Série	apétales unisexuées
Ordre	Urticales
Famille	Moracées
Genre	<i>Ficus</i>
Espèce	<i>ficus carica</i> l.

1.3. Origine géographique et botanique

L'origine du figuier reste un peu confuse. Il est originaire d'Asie occidentale, d'Afrique du Nord ou des Canaries. Il est vraisemblablement issu de l'hybridation de plusieurs espèces sauvages (**VILMORIN, 2003**).

Son aire de répartition s'étend depuis les îles canariennes jusqu'en Inde et au Pakistan, sur les côtes de l'Océan Atlantique comme sur toutes celles de la Méditerranée et dans le Moyen-Orient.

L'intérêt que l'homme a porté au figuier a entraîné sa dispersion dans plusieurs régions du monde, prouvant sa grande faculté d'adaptation et ses affinités avec les climats chauds.

Ficus carica L. est la seule espèce tempérée qui est vraiment cultivée. Il est considéré comme l'un des arbres type du bassin méditerranéen. Il s'étend sur des altitudes allant de 300m jusqu'aux massifs montagneux du Djurdjura (Kabylie) à une altitude de 800 m (MAURL, 1939). Il est parfois rencontré plus haut, à 1000 m voire 1200 m d'altitude que ne peut atteindre l'olivier (REBOUR, 1968).

1.4. Classification des différentes formes de figuier

La classification du figuier a été étudiée par plusieurs auteurs. Certains comme LAUMONNIER(1960) proposent deux catégories :

1.4.1. Les formes horticoles

Les formes horticoles sont réparties eux aussi en deux catégories, figuier bifères et caprifiguiers ou dokkars.

1.4.1.1. Fiquier bifères

Les variétés bifères donnent deux récoltes par an, une première récolte de figue- fleurs en Juin-Juillet qui présente environ un quart de la production et une deuxième récolte de figues d'automne (sur les bois de l'année en cours) à partir d'Aout avec des figues plus petites mais plus sucrées et plus savoureuses (MAURI, 1952).

1.4.1.2. Fiquiers unifères (d'automne)

Ils ne fructifient qu'une fois à la fin Aout-début septembre. Les figues se forment à partir de bourgeons de forme conique visibles sur les rameaux en hiver. Cependant, elles ne mûrissent que si elles sont visitées par le blast phage, insecte pollinisateur qui appartient à la famille des Agonidae et l'ordre des Hyménoptères. Cet insecte de petite taille (2mm) présente une différence entre les deux sexes : l'insecte male est aptère tandis que la femelle est ailée (MAURI, 1952).

1.4.2. Les caprifiguiers ou dokkars

C'est la forme qui produit le pollen et assure la survie blast phage. Ce dernier se reproduit exclusivement dans les réceptacles de cette forme.

Les caprifiguiers ou les fruits du caprifiguiers sont généralement non comestibles en raison de leur goût et leur consistance pailleuse. Trois séries de fruits sont produites dans l'année qui

sont les mammes, le profichis et les mammonis (**MAURI, 1939 ; REBOUR 1968**) résumés dans le tableau 2.

1.5. La figue, fruit du figuier

Le fruit du figuier est dit figue. Elle est constituée par le sycone devenu charnu après fécondation ou par parthénocarpie. La figue est un fruit rond au poids du fruit varie selon les variétés de 30 à 65 grammes (**BRETAUDEAU et FAURE, 1990**).

1.6. Propriétés physicochimiques et technologiques des figues

Elle est composée d'une peau externe colorée et une partie interne qui contient un liquide appelé latex et riche en protéases et lipases. Ces deux parties représentent respectivement 10 et plus de 20% du poids du fruit.

La figue peut se dessécher partiellement sur l'arbre sans perdre sa qualité. La peau se fripe, et la teneur en eau du fruit peut descendre à 70 % sans que le fruit pourrisse. La durée de conservation du fruit à 25°C est de 24 heures et de l'ordre de la semaine en chambre froide, à la température de 4 à 5°C. Les variétés à peau noire et violette sont consommées fraîches, alors que les variétés à peau verte sont le plus souvent séchées. Le fruit dont la teneur en sucres monte à plus de 20 % se conserve beaucoup mieux en chambre froide.

1.7. Propriétés nutritives et thérapeutiques

La figue est un fruit très apprécié pour son goût sucré et agréable. Très énergétique, elle peut être consommée frais ou séché. Elle est très riche en vitamines et éléments minéraux (tableau 2) (**VDAUD, 1997**).

Tableau 2 : Composition chimique

Eau : 79,11g	Cendres totales : 0,66g	Fibres : 2.9g	Valeur énergétique : 74Kcal
Protéine : 0.75g	Lipides : 0.30g	Glucides : 19,18g	Sucre simples : 16,26g

Oligoéléments

Calcium : 35mg	Fer : 0,37mg	Magnésium : 17mg	Phosphates : 14mg
Potassium : 232mg	Cuivre : 0,70mg	Sodium : 1mg	Zinc : 0,15mg

vitamines

Vitamine c : 20mg	Vitamine B1 :0,0mg	B2 :0,050mg	B3 :0,400mg
B5 :0,300mg	B6 :0,113mg	B9 :0µg	B12 :0µg
Vitamine A : 121UI	Rétinol : 0µg	Vitamine E : 0.11µg	Vitamine K : 4,7µg

Acides gras

Sature : 0,060g	Mono-insaturés : 0,066g	Polyinsaturés : 0,144g	Cholestérol : 0mg
-----------------	----------------------------	---------------------------	-------------------

1.8. Utilisation des figes

Ce fruit qui a aussi des propriétés laxatives et diurétiques, peut être sèche et transformé de plusieurs manières. L'industrie accorde actuellement une grande importance à ce fruit pour ses utilisations diverses (confiture, eau de vie, sirop....).

Les feuilles du figuier peuvent être également utilisées comme aliment de bataille latex, sèche et poudre, est utilisé pour la coagulation du lait. Il sert aussi pour l'isolation d'une enzyme digestive de protéines. Les cultures cellulaires de figes sont également évaluées comme une source de protéases. Plusieurs autres utilisations médicinales des produits de la fige sont rapportées.

2. Le persil

2.1. Définition

Le persil (*Petroselinum crispum*) est une espèce du genre *Petroselinum*. C'est une plante herbacée de la famille des Apiacées (Ombellifères), couramment utilisée en cuisine pour ses feuilles très divisées, et en Europe centrale pour sa racine pivot (**Anonyme 2**)

C'est également une plante médicinale.

Nom scientifique : *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A. W. Hill, (syn. *Petroselinum sativum*), famille des Apiacées.

Noms communs : persil, persil cultivé, persil odorant, persin, de : Peters lie, en : parsley, persel, It : prezzemolo, Pétronelle.

2.2. Classification et systématique

Le tableau 3 présente la classification de plante du persil (**QUEZEL, et al 1963**).

Tableau 3 : Classification et systématique des plantes étudiées

Embranchement	Spermaphyte (phanérogame)
Sous embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédone
Sous classe	Rosidae
Ordre	Apiale(Ombellale)
Famille	Apiacée(Ombellifère)
Genre	<i>Petroselinum</i>
Espèce	<i>Crispum</i>

2.3. Variétés de persil

Selon la forme, trois variétés de persil peuvent être distinguées :

- *Petroselinum crispum* var. *crispum*, le persil frisé ;
- *Petroselinum crispum* var. *neapolitanum*, le persil plat ou persil de Naples ;
- *Petroselinum crispum* var. *tuberosum*, le persil tubéreux.

2.4. Description botanique de la plante

Le persil est une plante aromatique originaire de la région méditerranéenne et très cultivé en Algérie.

Très souvent confondu avec la ciguë, quand elle est jeune, le persil est une plante bisannuelle fragile, à racine pivotante. Ses tiges sont cylindriques finement striées dans le sens de la longueur et très divisées. Les inférieures pétiolées sont bi – ou tri-pennatiséquées, à bords dentelés et entiers.

Ses fleurs blanc verdâtre sont réunies en ombelles à 2-12 rayons. Son fruit, gris verdâtre à gris brun est un diakène côtelé **(QUEZEL , et al 1963)**.

2.5. Composition

C'est une plante riche en huiles essentielles dont l'apiol (également appelé camphre de persil, présent dans les graines), accompagné de myristicine. Elle contient un glucoside flavonique, l'apiine ou api oside, dont l'aglycone est l'apigénine.

Les feuilles sont riches en vitamines A et C **(QUEZEL, et al 1963)**.

2.6. Usages et propriétés thérapeutiques

Depuis l'antiquité le persil est considéré comme une plante aromatique et médicinale. Elle est employée comme aromates dans la préparation culinaire, servant principalement comme correcteur de goût dans l'industrie agro-alimentaire :

-Le persil sert à aromatiser les viandes, les sauces, les salades, les poissons et les fromages,

(WICHTL, et al 1999).

-Quant au persil, il est employé pour son effet diurétique, spasmodique, ocytocique et apéritif. C'est un remède populaire dans les troubles digestifs, menstruels. Il s'utilise également contre les poux et les taches de rousseurs en usage externe **(DUKE, 1995, PARVU et al 2005)**.

-Le persil est employé pour ses propriétés diurétiques, sédatives, stimulantes. Les populations marocaines l'utilisent contre l'hypertension et le diabète **(ZIYATET al, 2002)**.

En effet, Il a conclu que, probablement en raison de ses propriétés anti oxydantes, l'extrait du persil a un effet protecteur comparable à la Glibornuride (anti- diabétique)

Contre l'hépatotoxicité causée par le diabète **(OZSOY-SACAN 2006)**. Il a été montré que les rats diabétiques traités avec du persil présentent des niveaux inférieurs de glucose dans le sang ; ce qui signifie que le persil exerce un effet hépatoprotecteur important chez les rats diabétiques **(BOLKENT, et al 2004)**.

Synthèse bibliographique

Chapitre 2 : le yaourt

1. Introduction

Le lait est un système complexe, en raison de son organisation, des interactions existant entre ces divers constituants, et de la variabilité de sa composition qui dépend de l'espèce, de la race, du régime alimentaire et de la période de lactation (**MICHEL MAHANT et al.,2000**).

Ces complexités conduisent à une instabilité du lait qui peut être exploitée lors de sa transformation en une diversité de produit laitiers tel que, les fromages, les crèmes, et le produit fermentés comme le yaourt (**MICHEL MAHANT et al. 2000**).

Les produits fermentés varient selon : la variation particulière de la composition du lait ; la température d'incubation ; la nature de la flore microbienne, lactique et autre ; le traitement technologique, les additifs (**LAMOUREUX., 2000**) l'origine du lait et leur état final (**ROMAIN JEANTET et al. 2007**).

Un de ces produits fermentés c'est le yaourt qui est défini selon la F.A.O/O.M.S(1997) comme suit : c'est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique acide due à ***Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*** du lait pasteurisé ou concentré avec ou sans addition (de lait en poudre, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants (**MICHEL MAHANT ET al., 2000**).

2. Types de yaourt

Il existe plusieurs types de yaourt classés selon le taux de matière grasse ou selon leur technologie de fabrication :

2.1. Selon le taux de matière grasse

2.1.1. Yaourt nature

Le yaourt nature est le yaourt simple, sans adjonction de sucre ou d'autres aromates. Il est obtenu à partir de la fermentation du lait pasteurisé, il est aussi le yaourt le plus simple à faire à la maison, avec du lait et les ferments lactiques adéquats. Le yaourt nature a, par ailleurs, des bienfaits sur la digestion, grâce à la présence des ferments lactiques qui continuent leur travail dans le tube digestif (**ANONYME 3**).

2.1.2. Yaourt entier

Comme sa dénomination l'indique, ce yaourt est à base de lait entier. Sa teneur en matière grasse (MG) est de 3,5% (35g/l). C'est un yaourt très onctueux et crémeux.

2.1.3. Yaourt maigre

Préparé à partir de lait écrémé, le yaourt maigre a une consistance gélifiée. Il est moins moelleux et il ne contient plus de vitamines A et D (ANONYME 3).

2.1.4. Yaourt aux fruits

Auquel on ajoute un pourcentage qui ne dépasse pas les 30% du poids total de la préparation à base de fruits, de conserve, de confiture, de jus ou de chair de fruits contenant des substances aromatiques naturelles (ANONYME 3)

1.2. Selon la technologie de fabrication

D'après cette méthode de classification on peut définir deux types :

1.2.1. Yaourt ferme ou étuvé

Le lait ensemencé est versé dans de petits pots dans lesquels le yaourt sera commercialisé. L'épaississement s'effectue donc dans les pots durant 3 à 5 heures. Lorsque le yaourt est suffisamment ferme, la fermentation peut être arrêtée par un refroidissement à $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Des fruits peuvent avoir été ajoutés lors de la mise en pots. Ils doivent toutefois avoir été stérilisés pour éviter tout risque de fermentation parasite (MENABENI RENZO, 1988).

1.2.2. Yaourt brassé

Le yaourt est fabriqué de la même façon que le yaourt nature normal. Toutefois, afin de lui donner cet aspect plus crémeux et onctueux, il est passé dans une machine qui le brasse, et lui permet ainsi d'avoir toute nouvelle texture, plus douce en bouche (FRANCOIS MLUQUET, 1986).

La fabrication de ces deux types de yaourt peut être réalisée soit à partir de lait entier 3,5% MG, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (1,0 et 0% de MG (LAMOUREUX., 2000).

2. Fabrication du yaourt

2.1. Définition, historique et Réglementation du yaourt

C'est dans la catégorie des laits fermentés obtenus par action de bactéries lactiques thermophiles que se classe le yaourt, il est obtenue selon la fédération internationale laitière par le développement des seules bactéries lactique lactobacilles delbrueckii sous-espèce *bulgaricus* et streptococcus therophilus, qui doivent êtreensemencées simultanément et trouvées vivantes dans le produit a raison d'au moins 10^7 bactérie/g (**BRULEGSCHULE, 2000**).

La dénomination du produit varie selon les langues. Mais les termes les plus utilisés sont «yoghourt», «yoghourt»ou«yaourt» ((**BRULE GSCHULE, 2000**).

2.2. Matière première et ingrédients

La principale matière première pour la fabrication de yaourt est le lait dont, pour l'essentiel, le lait de vache. il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche incluant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux (**VIGNOL, C.I., 2002**).

Afin d'augmenter la viscosité apparente et la consistance des yaourts (38,39) la teneur en matière sèche du lait écrémé utilise est augmentée au préalable jusqu'à 10-12% après concentration (par évaporation ou osmose inverse) ou plus fréquemment, addition de poudre de lait écrémé ou de protéines de lactosérum (**TAMIME, AY.ROBINSON, RK.1985**) - voir tableau 4, on parle alors de lait écrémé fortifié ou enrichi.

Dans le cas de yaourt brassé sans matière grasse, des agents de texture (épaississants ou gélifiants) sont ajoutés. Ils améliorent l'apparence ; la viscosité et la consistance.

Les additifs les plus fréquemment utilisés sont : la gélatine, les alginates, les amidons et les pectines.

Les fruits dans le yaourt sont apportés sous forme de préparations de fruits avec ou sans sucre ajoutés. Les agents de texture. Incorporés dans la préparation de fruit participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (**ROMAN JEANTET ET AL., 2007**).

Tableau 1 : composition des laits en poudres utilisés pour la reconstitution des laits ou pour la fortification des laits de vache (**ROMAN JEANTET ET AL., 2007**).

Composition	Laits entier	Laits partiellement écrémé	Lait écrémé
Matière grasse			
Minimum	26	<1.5	-
maximum	<40	<26	1.5
eau maximum	5	5	5

Diagramme de fabrication du yaourt

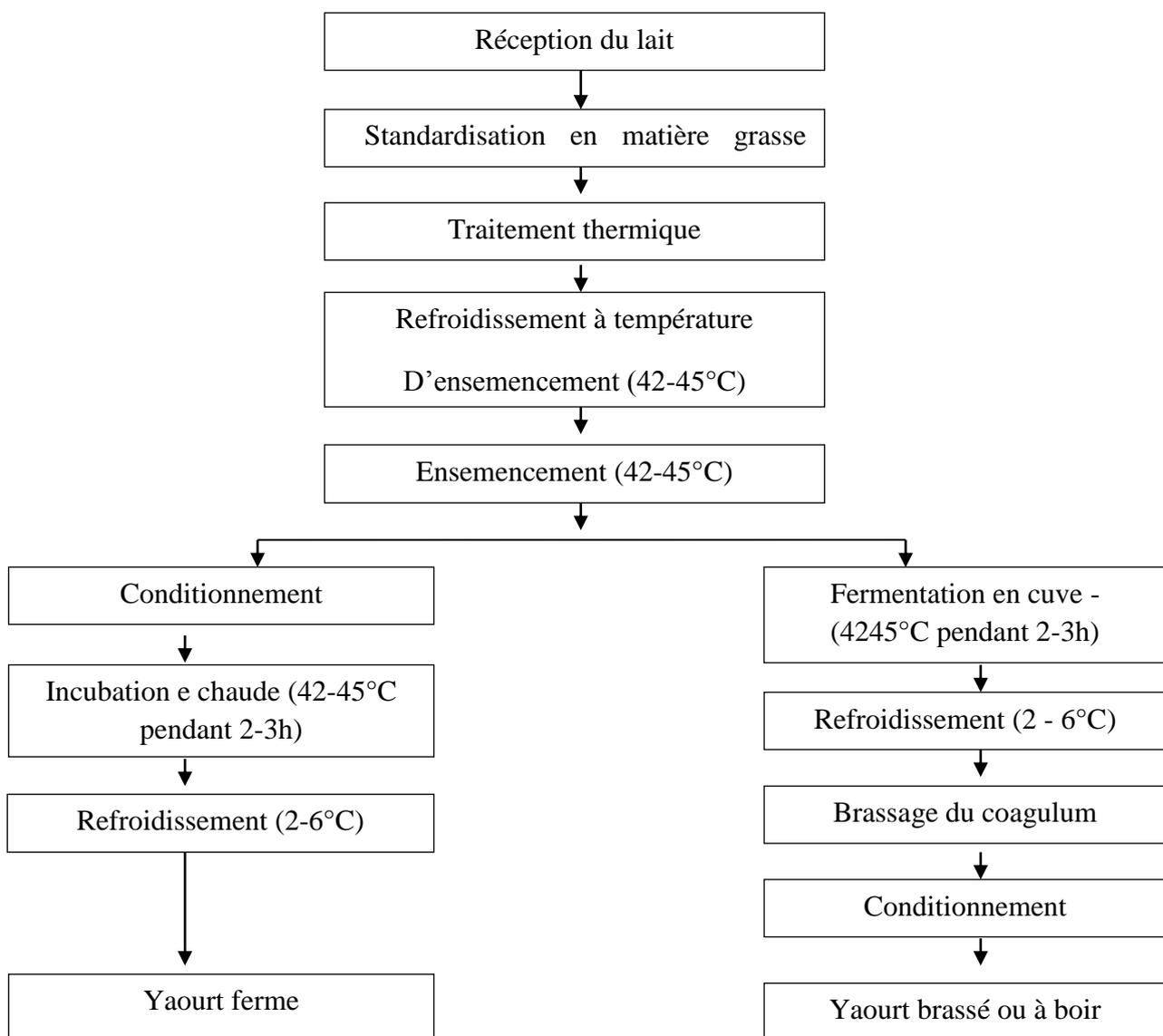


Figure 1 : Diagramme de fabrication du yaourt (SEYDI M., 2002)

2.3.Caractéristiques d'un yaourt nature (COCOLE ET VIGNOLA, 2002)

➤ **présence un degré, de gout ou d'odeurs**

Acide, sucres d'acétaldéhyde.

➤ **absence de gout ou d'odeurs**

Fruite, vanilles, levures, de fromage ; d'herbes, oxyde, brules, trop ou peu sucres, trop ou faiblement acides, aqueux, faiblement aromatique, rances ou amers.

➤ **présence un degré défini, d'une apparence**

Uniforme et jaunâtre.

➤ **absence dans l'apparence de**

Synérèse, mousse à la surface, moisissures, craquelage, collage à la paroi du pot, couche de crème, grumeaux, couleur trop bleutée ou non uniforme ou non homogène.

➤ **présence un degré défini, d'une texture**

Ferme, onctueuse, uniforme visqueuse et consistante.

➤ **Absence d'une texture :**

Molle, coulante ou liquide, trop ferme ou gommeuse, faiblement onctueuse, râpeuse ou sableuse au palais, gélatineuse, faiblement ou fortement visqueuse.

Absence de substances anormales (antibiotiques) et de résidus divers provenant des conditions de production, de récolte et de conservation du lait initial ;

• absence de modification de la structure et de la composition physicochimique pouvant nuire à sa valeur nutritionnelle et à ses aptitudes technologiques.

Ces qualités dépendent de la qualité du lait cru mis en œuvre, du traitement thermique du lait, de la méthode de concentration et de séchage et des conditions de stockage

(ROMAINJEANTET et al. 2007)

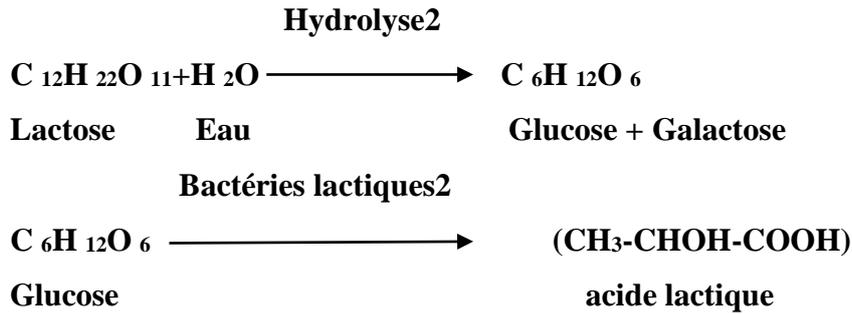
3.La fermentation lactique

Le lactose est le seul sucre fermentescible présent en quantité importante dans le lait. Il est utilisable par les bactéries lactiques avec une production finale d'acide lactique.

Il en résulte un abaissement du pH du lait indispensable pour obtenir soit sa coagulation en obtenant de lait fermentée ou de fromage frais, soit son acidification préalable avant coagulation enzymatique pour la fabrication des fromages affinés.

Généralement, la production d'acide lactique est arrêtée par la suite d'une auto-inhibition du levain par l'acidité acquise (CORVI, 1997).

La réaction globale de fermentation lactique du lactose s'écrit



L'opération de l'ensemencement en ferments du lait prêt à la transformation est très importante parce qu'elle fixe les caractéristique du produit que l'on veut obtenir et qui sont les suivantes :

- On décide quelle est la température d'incubation :
- Qu'elle est le pourcentage des ferments selon le type de culture que nous utilisons et le temps nécessaire pour obtenir le taux d'acidité voulu pour commercer le refroidissement.

4. Rôles des ferments lactiques dans la fermentation du lait

Les ferments lactiques jouent un rôle très important dans la fabrication du yaourt puisqu'ils influencent directement la qualité du produit fini (**FRANCOIS M. LUQUET, 1985**).

- ✓ Acidification ;
- ✓ La production d'agent épaississant ;
- ✓ La flaveur ;
- ✓ La production des bactériocines ;
- ✓ La protéolyse.

5. Altération de la qualité da yaourt :

De nombreux facteurs doivent être contrôlés avec attention pendant le procédé de fabrication pour produire un yaourt de haute qualité qui sont le gout, l'arôme, la viscosité, la consistance et l'apparence requis, et les principaux facteurs qui influent sur la qualité du yaourt sont (**ANONYME 4**) :

- ✓ La qualité du lait
- ✓ La teneur en extrait sec
- ✓ La teneur en matière grasse
- ✓ L'homogénéisation

- ✓ La température et la durée de fermentation
- ✓ La souche des ferments lactiques
- ✓ La méthode de refroidissement et les stabilisants.

6. Valeur nutritionnelle du yaourt

En plus d'être appréciée pour son goût et sa texture le yaourt a une valeur nutritionnelle remarquable (**FRANCOIS M. LUQUET, 1986**) :

- un pot de yaourt a la même valeur nutritionnelle qu'un verre de lait.
- le yaourt reste une source importante de protéines soit de 4 à 5 g/100g.
- la teneur en glucide est variable, selon que le yaourt serait naturel ou sucré entre 5 à 20g/100g, il est représenté par : le lactose, sucre naturel de yaourt, du saccharose et de fructose (si le yaourt contient des pulpes de fruit)

Le yaourt possède une faible teneur en lipide et qui varie selon le yaourt tel que nature (1,2g/100g) lait entier (3,5g/100g) ou écrémé (1g/100g).

Tableau 2 : caractéristique des quelques types de yaourt

	Prot (g)	Lip (g)	Glu (g)	Ca (mg)	Na (mg)	K (mg)	P (mg)	VE (KJ)
-yaourt nature	4,15	1,2	5,20	174	57	210	114	201
-yaourt au lait entier	3,8	3,5	5,30	171	56	206	112	284
-yaourt nature 0%MG	4,2	Traces	5,40	164	55	180	100	163
-yaourt nature sucré	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105	347
-yaourt aromatisé au lait entier	3,2	3,2	12,00	140	50	190	106	372
-yaourt brassé nature	4,3	5,20	5,20	165	40	205	115	230
-yaourt brassé aux fruits	3,75	1,5	14,5	140	50	190	110	368
-yaourt au lait entier aux fruits	3,10	2,7	16,5	140	45	180	100	431
-yaourt maigre aux fruits	3,60	traces	17,2	140	45	180	100	351

7. Valeur thérapeutique du yaourt

La présence de 100-1000millions de bactéries vivantes par millilitre de yaourt aurait des propriétés très intéressantes sur la santé de l'homme.

- Le yaourt permet une meilleure digestion du lactose par les individus déficients en lactose.
- Les ferments spécifiques du yaourt possèdent des enzymes qui servent au transit gastrique et qui sont actifs dans l'intestin, ils remplacent la B-glucosidase naturelle de l'intestin perdu suite à la diminution de la consommation du lait dans le régime alimentaire donc le yaourt permet l'absorption du lactose chez les sujets déficients en lactose, mais cette action n'existe que si les bactéries sont vivantes et leur lactose est actif.
- L'abaissement du pH dans l'estomac favorise la digestion des protéines
- Le yaourt diminue la durée de certains types de diarrhées en particulier chez l'enfant.
- Les ferments vivants contenus dans le yaourt contribueraient à rétablir plus rapidement le fonctionnement normal du transit intestinal (l'OMS recommande de remplacer le lait par le yaourt dans la mesure du possible au cours du traitement de la diarrhée, car il est mieux toléré que le lait)
- La consommation de yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes
- Des études épidémiologiques récentes en France ont montré que les personnes consommant du yaourt présentent un risque plus faible de développer des adénomes colorectaux importants (**MICHELMAHANT,ROMAINJEANTET,PIERRE SCHUCK, GERARD BRULE, 2000**).

Partie : Matériel et méthodes

1. Introduction

Le présent travail a été réalisé aux laboratoires pédagogiques d'analyses physicochimiques de la Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Département Technologie Alimentaire. Il porte essentiellement sur la préparation et la caractérisation d'un yaourt étuvé qui a été enrichi avec des fruits de figues sèches (*Daucus carota*) et de poudre de persil (*PetroselinumCrispum*). L'enrichissement, pour rappel, vise à accroître la valeur alimentaire et diététique du yaourt préparé caractérisant les matières ajoutées tout en faisant un *aliment fonctionnel* destiné à être consommé comme *alicament*.

Dans la présente partie seront présentées et préparées les différentes matières premières utilisées dans la préparation du yaourt ainsi que les méthodes d'élaboration et de caractérisation du produit fini.

2. Présentation des matières premières

2.1. Les figues sèches

Les figues sèches (FS) (figure 1) utilisées dans la présente étude ont été achetées en Février 2017 dans le marché de Bordj Ménail (W. Boumerdes) (figure 2). Les figues ont été ramassées et séchées après leur récolte de l'année 2016 avant d'être conditionnées dans des sachets en plastiques transparents et déposées sur le marché. Les fruits sont donc locaux et sont issus des figuiers qui appartiennent à la famille des moracées et à la variété « *Onk El-Hemam* » (cou de pigeons) très répandus en Algérie.

Arrivés au laboratoire, les figues sèches sont stockés à froid (+4° C env.) jusqu'à leur utilisation.



Figure 1 : Photo des figues sèches utilisés dans notre expérimental (Photo originale)

- **Choix des figes**

Le choix des figes est justifié par leurs propriétés thérapeutiques et nutritionnelles élevées connues depuis la nuit de temps et qui sont dues à leur composition chimique diversifiée. Selon VDAUD (1997), les figes sèches sont particulièrement riches en glucides, en protéines et en lipides. Elles sont aussi riches en vitamines, plus particulièrement les vitamines du groupe B et la vitamine E, ainsi qu'en sels minéraux tels que le calcium (3,5%), le potassium (23,2%), le phosphates (1,4%) et le magnésium (1,7%). Le sodium (0,1%), le fer (0,037%), le cuivre (0,070%) et le zinc (0,015%) se trouvent également dans la portion des minéraux constitutifs de ces fruits. Dans le chapitre I (§1.7), on trouve plus de détails concernant la composition des figes sèches.

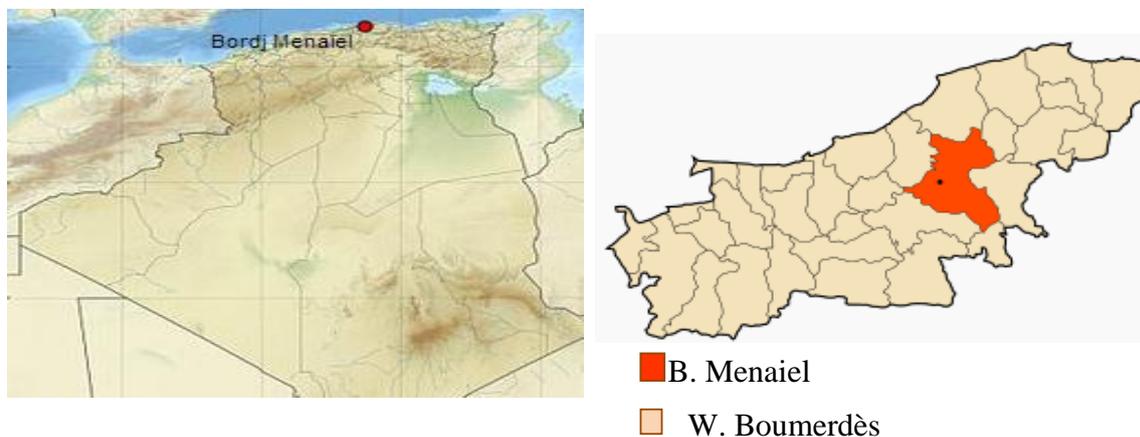


Figure 2 : Sites de prélèvement des échantillons utilisés dans notre étude

2.2. La poudre de persil

La deuxième matière première employée dans cette étude était la poudre de persil (PP). Cette plante potagère a été achetée dans le marché de Boumerdes (figure 2) dans la même période que celle des FS. Botaniquement, le persil appartient à la famille des ombellifères, à l'espèce de *Crispum* et à la variété « persil plat ». La figure 3 montre la plante fraîche du persil.



Figure 3 :Photo des plantes fraîches du persil (Photo originale)

● Choix du persil

A l'instar des figes sèches, le persil est une plante qui peut être qualifiée aussi par une valeur alimentaire et thérapeutique très impressionnante. Elle est connue par sa richesse en vitamines, particulièrement les vitamines du groupe B, la vitamine C (170mg/100g) et la vitamine E (2,2mg/100g).

2.3. Préparation des matières premières

Avant leur utilisation, les figes sèches et les persils ont subi un ensemble de traitements préparatifs.

2.3.1. Préparation des figes sèches

La figure4 montre les principales étapes de préparation.

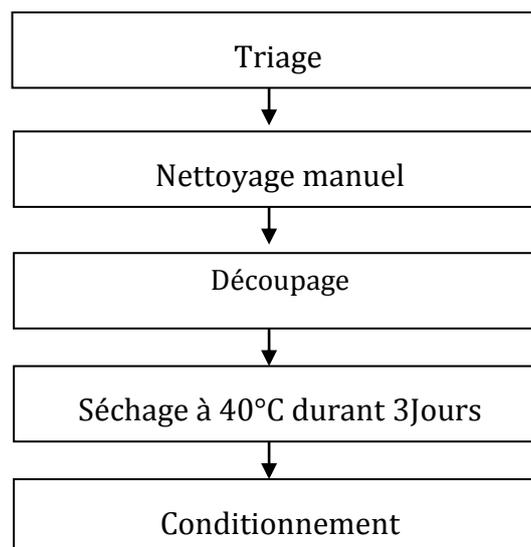


Figure 4 : Préparation des figes sèches

Avant leur incorporation, les figes sèches ont subi un triage, nettoyage manuel suivi d'un découpage et d'un séchage doux puis d'un conditionnement.

- **Triage**

Effectué à la main, cette opération a pour but d'enlever toutes les impuretés visibles dont celles trouvées collées aux fruits et débarrasser les fruits inappropriés.

- **Nettoyage manuel**

Le nettoyage a pour but d'enlever toutes les impuretés visibles trouvées collées aux fruits et les parties indésirables. Pour enlever les particules de poussières, un chiffon propre (en lin) a été employé.

- **Découpage**

Il consiste à découper les fruits en petits morceaux (0,5 x 0,5 cm environ). Les petits morceaux ainsi obtenus pourraient être facilement séchés (étape ci-après), d'une part, et répondraient à la façon de leur incorporation dans la masse de yaourt, d'autre part.

- **Séchage doux**

Découpés en petits morceaux, les figues sèches avaient subi un nouveau séchage afin de corriger leur taux de matières sèches en réduisant la teneur en eau (éventuellement réabsorbée après leur séchage primaire) jusqu'à un niveau acceptable. Le séchage est effectué à une étuve (MEMMERT) réglée à une température de 45°C durant trois jours. La matière ainsi obtenue avait fait l'objet de l'enrichissement du yaourt.

- **Conditionnement**

Après leur séchage, les morceaux des figues sont conditionnés dans des boîtes en plastiques hermétiquement fermées et entreposées à froid (4°C env.).

2.3.2. Préparation de la poudre de persil

À l'instar des figues sèches, le persil frais a subi la même série de traitements permettant ainsi de le transformer en poudre fine : triage, lavage et découpage suivi d'un séchage, puis d'un broyage mécanique et d'un tamisage (figure 5).

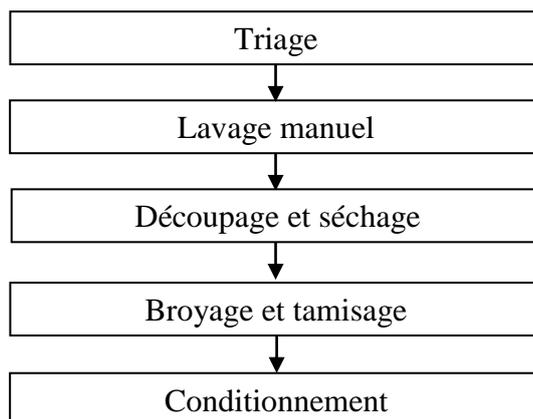


Figure 5 : Préparation de la poudre de persil

- **Triage**

Effectué à la main, cette opération a pour but d'enlever toutes les impuretés visibles dont celles trouvées collées aux fruits et débarrasser les fruits inappropriés.

- **Lavage manuel**

Afin d'enlever toutes les impuretés susceptibles d'être collées aux feuilles et aux tiges de la plantetelle que les poussières, le persil frais a été immergé dans de l'eau ordinaire et lavé manuellement puis laissé égoutté afin d'enlever l'excès d'eau.

- **Découpage et Séchage**

Le persil frais a été réduit en petits morceaux (1 cm environ) et porté au séchage. Le séchage est effectué dans un premier temps au soleil puis dans une étuve (type MEMMERT) réglée à une température de 45°C pendant 4 jours. Ceci a permis de réduire son taux d'humidité jusqu'à 12% (ms) environ.

- **Broyage et tamisage**

Après son séchage, le persil sec a été réduit mécaniquement en poudre fine par le biais d'un broyeur à café, puis tamisé à travers d'une passoire (diamètre 1/8cm) afin d'homogénéiser la poudre obtenue. Cette dernière a servi de matière première du persil ajouté au yaourt étuvé.

- **Conditionnement**

Après le broyage et le tamisage, la poudre de persil (PP) a été conditionnée dans des boîtes en plastiques hermétiquement fermées et entreposées à froid (4°C env.) jusqu'à son utilisation.

3. Caractérisation des matières premières

Un ensemble de paramètres physicochimiques ont été déterminés afin de caractériser les figues sèches et la poudre de persil utilisés. Il s'agit de la teneur en eau, le pH, l'acidité titrable et la teneur en cendres.

3.1. Détermination des teneurs en eau et en matières sèches (AFNOR, 1982)

Principe

Le teneur en eau de la figue et persil sont déterminées par la méthode NF T 60-305, juin 1976 normalisée, décrite par AFNOR 1982 et qui consiste en un étuvage d'un échantillon d'un gramme de matière à $105 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Mode opératoire

A 0.0001 de précision, 3 gramme d'échantillon est pesé dans chaque capsule avant d'être placé à l'étuvage durant 3 heures. Les capsules sont retirées de l'étuve puis placées dans le dessiccateur pour être refroidies et pesées. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée du séchage à 30 min). Exprimée en pourcentage par rapport à la masse humide de la matière, la teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H (\%) = [(M_1 - M_2) \times 100] / P$$

Où :

H% : humidité ;

M_1 : masse de l'ensemble (capsule + matière fraîche avant étuvage) ;

M_2 : masse de l'ensemble après étuvage ;

P : masse de la prise d'essais.

La matière sèche (ms, %) est déduite selon la formule suivante :

$$Ms(\%) = 100 - H(\%)$$

3.2. Détermination de pH (AFNOR 36-16, 1999)

Principe

La mesure du pH est basée sur la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence.

Mode opératoire

Après avoir fait l'étalonnage du pH-mètre avec la solution d'hydrogénocarbonate de potassium (6,5 à 7), on a procédé à la détermination du pH de chaque échantillon, en plongeant l'électrode (propre) dans la solution de l'échantillon à analyser et on le maintient jusqu'à la stabilisation du pH.

Pour chaque échantillon broyé, une masse de $3\pm 0,001$ g est placée dans un bécher 20ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie. Le mélange est agité jusqu'à obtenir un liquide homogène. Le pH est mesuré par immersion directe de l'électrode du pH-mètre dans celui-ci.

La lecture se fait directement sur le pH-mètre à une température de 20°C.

3.3. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR, 1982)

Principe

Cette méthode est basée sur le titrage de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphaléine comme indicateur.

Mode opératoire

L'acidité titrable est déterminée selon la méthode NF V 05-101(1974) décrite par AFNOR 1982 et relative au produit d'origine végétale.

Pour chaque échantillon broyé, une masse de $3\pm 0,001$ g est placée dans une fiole conique contenant 20ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie. Le mélange est agité jusqu'à obtenir un liquide homogène. La fiole conique est adaptée à un réfrigérant à reflux afin de chauffer (à 70°C env.) le contenu au bain-marie pendant 1 heure avec agitation (de temps en temps).

Après refroidissement, le contenu de la fiole conique est transvasé quantitativement dans une fiole jaugée de 25 ml et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Ensuite, il est mélangé puis filtré. Dix ml du filtrat sont versés dans un Becher et titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N en présence de 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30s.

Exprimée en gramme d'équivalents de NaOH par 100g de matière sèche, l'acidité titrable (A), est déterminée selon la formule suivante :

$$A = (25 \cdot V_1 \cdot 100) / (M \cdot 10 \cdot V_0)$$

Où :

M : Masse en gramme d'échantillon prélevé ;

V₀ : volume (10ml) en millilitres de la prise d'essai ;

V₁ : volume versé, en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1N utilisé.

3.4. Détermination de la teneur en cendres (AFNOR NF 04-201,1980)

Principe

La méthode est basée sur la calcination du pollen à 600°C dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanchâtres de poids constant.

Mode opératoire

La teneur en cendre est déterminée selon la méthode AOAC (2000). Une masse de 3 grammes de l'échantillon est placée dans une capsule en porcelaine et introduit dans un four réglé à 600±15°C durant 4 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise-claire ou blanchâtre. Les capsules sont ensuite refroidies dans un dessiccateur puis pesées.

La teneur en cendres (Cn) est déterminée selon la formule suivante :

$$Cn(\%) = [M_2 - (M_1 - P)] \times 100 / P$$

Où :

M_1 : masse «capsule +prise d'essai»(en g) ;

M_2 : masse « Capsule +cendres»(en g) ;

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

4. Mode de préparation du yaourt

La préparation du yaourt étuvé a été faite à l'échelle du laboratoire de l'unité de production SARL COPROLAIT de Boudaoud (Boumerdes).

L'élaboration a été faite manuellement conformément à la recette et au mode de préparation proposée par l'unité de production SARL COPROLAIT.

4.1. Ingrédients utilisés

Le tableau 8 regroupe les différents ingrédients utilisés dans l'élaboration du yaourt étuvé.

Tableau 1 :Ingrédients (pour 1 L de yaourt) utilisés dans la préparation du yaourt.

Ingrédient	Sucrose	Eau	Lait en poudre à 0% de MG*	Lait en poudre à 26% de MG	Ferments lactiques	FS	PP
Quantité	100g (cas de FS) 200g (cas de PP)	750ml	80g	60g	1 %	variable	variable

*MG : matières grasses, FS : Figs sèches, PP : persil en poudre.

4.2. Mode de préparation

La préparation de yaourt étuvé est réalisée à l'échelle de laboratoire en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt montré à la figure 6.

➤ Mélange et homogénéisation des ingrédients

Dans un premier temps, les ingrédients : poudre de lait, eau minérale et sucre ont été mélangés et remués à l'aide d'une cuillère pour être homogénéisés.

➤ **Standardisation du lait**

Le lait a été standardisé, à 140g de matière sèche par litre de lait, par l'addition d'un mélange de laits, l'un est à 0% de matières grasses (Lait 0), l'autre est à 26% de ces matières (Lait 26). Le rapport « Lait 0 : Lait 26 » a été respecté selon la recette proposée et utilisée par l'unité de production COPROLAIT.

➤ **Incorporation des figes sèches et le persil**

Les figes sèches (coupés en morceaux) et le persil en poudre ont été introduits en différentes proportions avant la pasteurisation du mélange. Le pourcentage des matières ajoutées est exprimé en gramme de matière par 100 gramme de mélange (yaourt + matière ajoutée).

➤ **Pasteurisation du mélange**

Ensuite le mélange a été pasteurisé à 95°C pendant 5 minutes. Ce traitement thermique a été effectué en chauffant le yaourt enrichi à une température de 95°C durant 5 minutes.

➤ **Refroidissement**

Le mélange pasteurisé a été refroidi en maintenant les pots à la température ambiante jusqu' à ce que la température soit 45°C, la température optimale à la fermentation lactique.

➤ **Incubation**

L'incubation des pots est effectuée à 45°C durant 4 heures.

La fermentation a été assurée par des ferments lactiques préalablement préparés et conditionnés dans des petits sacs en plastique annexe 1 ; c'est les ferments employés et proposés par l'unité de production SARL COPROLAIT.

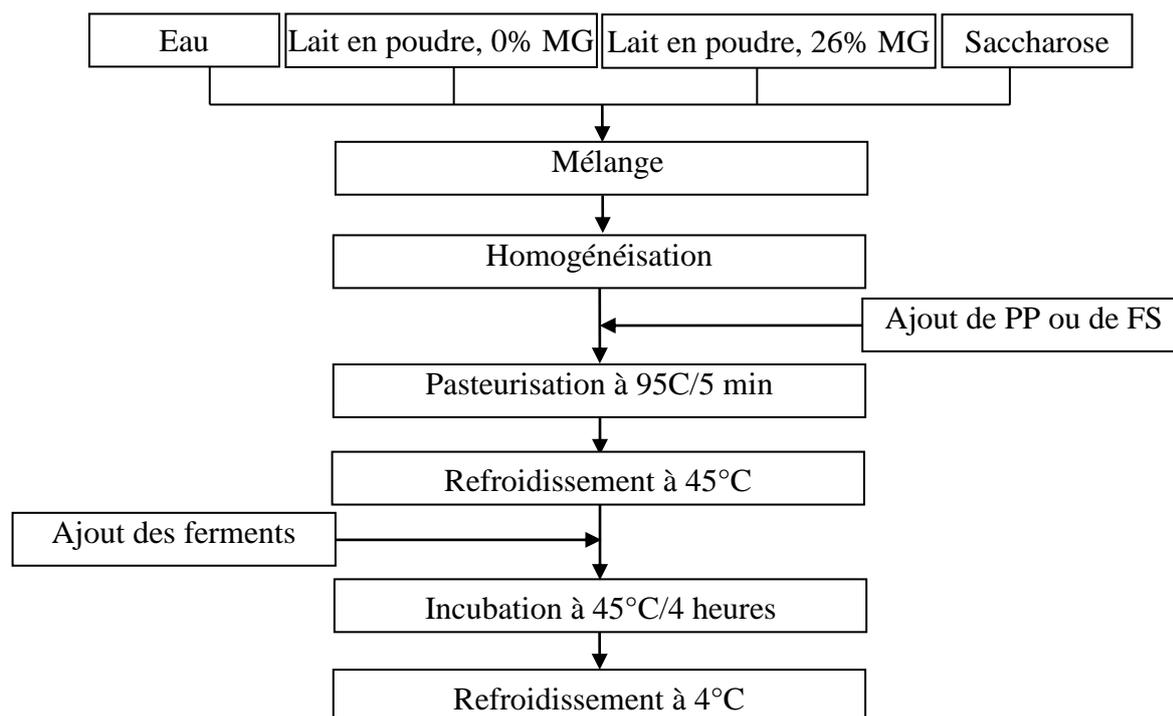


Figure 6 : Diagramme de préparation et d'enrichissement du yaourt étuvé (PP : poudre de persil, FS : figes sèches).

Afin de vérifier l'effet des matières ajoutées sur les propriétés physicochimiques et sensorielles, un yaourt témoin a été préparé dans les mêmes conditions d'élaboration. Lestableaux 8 et 9 présentent les différentes proportions des matières ajoutées.

Tableau 2 : Proportion d'incorporation des figes sèches dans la masse de yaourt étuvé.

Yaourt	Quantité, en g		
	95	90	80
Figes sèches	5	10	20
Mélange	100	100	100

Tableau 3 : Proportion d'incorporation de la poudre de persil dans la masse de yaourt étuvé.

Yaourt	Quantité, en g			
	99,5	97	95	93
Poudre de persil	0,5	3	5	7
Mélange	100	100	100	100

5. Analyses des produits finis

Afin d'étudier l'impact des matières ajoutées sur les produits préparés, ces derniers ont été analysés sur les deux plans sensoriel et physicochimique. L'impact sur les produits finis a été également vérifié à long terme.

5.1. Analyse sensoriel

L'analyse sensorielle est un test de dégustation qui a pour but de vérifier l'acceptabilité des différentes préparations de yaourt par le consommateur au moyen d'un test «hédonique ». Celui-ci permet de mesurer le degré d'appréciation des produits. Dans ce test, on se sert d'une échelle de 9 niveaux allant de 1 à 9. Chaque niveau correspond à une catégorie bien définie comme la montre le tableau 9. Pour cela, les échantillons préparés sont présentés au panel de dégustation constitué de 20 sujets amateurs. Il s'agit des étudiants et des enseignants de la faculté des Science de l'Ingénieur, Université de Boumerdes, dont l'âge est compris entre 18 et 43 ans.

Tableau 4 : Evaluation du goût des différentes préparations de yaourt préparé.

Catégorie	Note
Extrêmement désagréable	1
Très désagréable	2
Désagréable	3
Assez désagréable	4
Ni désagréable ni agréable	5
Assez agréable	6
Agréable	7
Très agréable	8
Extrêmement agréable	9

❖ Description de la tâche d'analyse

Le panel de dégustation est appelé à évaluer les échantillons codés en indiquant leur degré d'appréciation sur l'échelle de 9 niveaux.

❖ Présentation des échantillons

Les échantillons sont présentés dans des contenants identiques, codés avec des codes de trois chiffres. Tous les échantillons sont présentés simultanément à chaque dégustateur. A la figure 7 est présenté le bulletin d'évaluation du degré d'appréciation par les dégustateurs.

<u>FICHE DE TEST HEDONIQUE</u>			
NOM : PRENOM : Age :			
Veuillez goûter et évaluer chaque échantillon en donnant une note de 1 à 9.			
325	231	332	113

Figure 7 : Bulletin du test hédonique

❖ Analyse de la variance

La signification des différences entre les résultats de l'analyse hédonique concernant les différentes préparations de yaourt testé a été évaluée en se basant sur l'Anova. Ceci a été effectué par le biais du logiciel XL-Stat, 2009.

5.2. Evaluation sensorielle selon le test de Friedman

C'est le test non paramétrique le plus employé en évaluation sensorielle car il correspond à une expérience équilibrée où un sujet note chacun des p ou k produits de l'étude. Les données sont donc appariées et la statistique de test utilise les rangs des produits. Ces rangs peuvent être calculés à partir des notes données par les panelistes (**Danzart, 1998**).

Le test de Friedman est un test de χ^2 d'écart entre la somme des rangs obtenus par chaque produit et une somme des rangs moyens.

$$Fr = \frac{12}{n.K.(K+1)} \sum SR_k^2 - 3n.(K+1)$$

Où

Fr : Facteur de Friedman ;

n : nombre de sujets (dégustateurs) ;

K : nombre d'échantillons ;SR : somme des rangs du groupe calculé partir des scores donnees aux produits par les n sujets.

La valeur de Fr doit être comparée à la valeur théorique(L) lue dans la table de liberteé au niveau 5 % (Annexe 2).

Si $F < l$: les produits sont perçus comme étant significativement identiques.

Si $F > l$: les produits sont perçus comme étant significativement différents.

Quant $F > L$, On poursuit les calculs par la comparaison entre les couples d'échantillons pour déterminer qui sont différents entre eux pour cela en effectue un test de comparaison multiple des somme des rangs, la plus petite différence significative est égale à :

$$\delta = z \times [p(p+1) / 6]^{1/2}$$

Avec Z la valeur lue dans la table Gaussienne au niveau $2\alpha / (P(P+1))$ (Annexe 3).

Si $|R-R| < \delta$: les produit i et j sont perçus comme étant significativement identique.

Si $|R-R| > \delta$: les produit i et j sont perçus comme étant significativement différents.

5.3. Analyses physicochimiques

Pour évaluer l'impact des matières ajoutées sur le produit fini et caractériser ce dernier, différents paramètres physicochimiques ont été analysés : le pH, l'extrait sec total (EST)et l'acidité Dornic (A°D).

5.3.1. Détermination du pH (AFNOR 36-16,1999)

Principe

La mesure du pH est basée sur la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence.

Mode opératoire

Pour déterminer le pH, une masse de 10 g de yaourt a été utilisée. Après l'étalonnage de l'appareil comme montré précédemment, nous avons procédé à la mesure du pH. Celle-ci a été effectuée en prolongeant directement l'électrode dans la masse du produit à analyser jusqu'à la stabilisation de la valeur du pH. La valeur est notée directement à partir de l'écran de l'appareil.

5.3.2. Détermination de l'extrait sec total (EST) (AFNOR ,1986)

Principe

L'EST est déterminé par la méthode d'étuvage qui est basée sur l'élimination de la totalité de l'eau dans l'échantillon.

Mode opératoire

Dans une capsule séchée, une masse de 3 g de yaourt a été introduite et placée dans une étuve à 105°C, pendant 2 heures. Ensuite, la capsule a été refroidie dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante puis pesée. L'opération a été reprise plusieurs fois jusqu'au poids constant (différence entre deux pesées successives ne dépassant pas 0,005g). La teneur du yaourt en matière sèche en % est égale à :

$$\text{EST (\%)} = (M_2 - M_0) / (M_1 - M_0) \times 100$$

Où

M_0 : Poids de la capsule vide (g) ;

M_1 : poids de la capsule + l'échantillon (g) ;

M_2 : poids de la capsule + l'échantillon après dessiccation (g).

5.3.3. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR NF 36-16,1986)

Principe

Le principe consiste à mesurer la teneur en acides, elle est déterminée par titrage volumique à l'aide d'une solution alcaline en présence d'un indicateur coloré qui est la phénophtaléine. Elle est exprimée conventionnellement en gramme d'acide lactique par litre de l'échantillon ou en degré Dornic (°D).

Mode opératoire

Dans un Bechar de 100ml, on verse 10 ml d'échantillon, on ajoute 3 gouttes de phénophtaléine (rose en milieu basique et incolore en milieu acide), on place le bécher sous la burette graduée et on ajoute doucement à la burette une solution d'hydroxyde de sodium de normalité N/9, on titre jusqu'apparition persistante d'une couleur rose.

Expression des résultats

L'acidité renseigne sur le taux d'acides contenus dans le yaourt et est exprimée en degré Dornic (°D) (1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de l'échantillon). Elle est déterminée selon la relation suivante :

$$\text{Acidité} = V * 10 (\text{°D})$$

V : le volume, en ml de solution d'hydroxyde de sodium NaOH à N/9.

5.4. Evaluation de l'impact de l'enrichissement sur le produit fini à long terme

Pour vérifier l'impact des matières additionnées sur le yaourt enrichi à long terme, un suivi, durant un mois, de l'évolution des mêmes paramètres précédents a été effectué : le pH, l'extrait sec total et l'acidité Dornic.

Leur détermination a été faite chaque semaine, durant un mois, suivant les protocoles décrits précédemment.

6. Analyses statistiques

Les analyses statistiques des données ont été effectuées par le biais du logiciel Excel 2010. Les résultats sont présentés comme étant la moyenne d'au moins trois répétitions. L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée en utilisant le logiciel XL-STAT-2009.

Partie : Résultats et discussion

Rappelons que notre expérimentale porte principalement sur la préparation et la caractérisation d'un yaourt étuvé qui a été enrichi avec des fruits de figes sèches (*Daucus carota*) et de poudre de persil (*Petroselinum Crispum*). L'enrichissement, pour rappel, vise à augmenter la valeur alimentaire et diététique du yaourt préparé.

Dans la présente partie seront présentées et discutés les résultats obtenus et qui sont relatifs aux différentes analyses physicochimiques et sensorielles effectuées.

1. Caractérisation physico-chimique des matières premières

1.1. Teneur en eau

Le tableau 1 montre les teneurs en eau et en matières sèches des figes et du persil avant et parés leur séchage.

Tableau 1 : Teneurs en eau et en matière sèches des figes et du persil avant et parés leur séchage.

Paramètre	Figes		Persil	
	Avant séchage	après séchages	Avant séchage	après séchages
Teneur en eau (g/100g, mh)	22,13±0,33	8,96±0,36	80,87±1,82	12,59±0,52
Matière sèche (g/100g, mh)	77,87	91,04	19,13	87,41

D'après le tableau 1, les figes analysées présentent une teneur en eau et une teneur en matière sèche voisinant, respectivement, les 22 g/100g (mh) et 78 g/100 (mh). Le séchage au laboratoire a significativement augmenté le taux de matières sèches jusqu'à 91 g/100g (mh).

De sa part, le persil frais possède une teneur en eau dépassant les 80,87g/100g (ms) et donc une valeur faible de masse sèche proche de 19,13g/100g (ms). Sous l'effet du séchage, la teneur en matières sèches du persil a augmenté de 4 fois la valeur initiale.

Dans les aliments, la masse sèche est la partie qui renferme les substances nutritionnelles et indispensables dans notre alimentation telles que les vitamines, les matières grasses, protéines et les minéraux. Ceci fait que cette teneur soit un paramètre déterminant

dans le processus d'enrichissement. Le séchage est donc un moyen de concentration permettant d'augmenter la teneur en nutriments.

D'autre part, la teneur en eau peut être un critère de qualité et un paramètre important pour la conservation des produits alimentaires.

1.2. Autres propriétés physicochimiques

Le tableau 2 regroupe les résultats relatifs à la détermination de l'acidité titrable, du pH et à la teneur en cendres caractéristiques des figes sèches et du persil après leur séchage au laboratoire. Les valeurs indiquées représentent la moyenne des résultats des trois essais effectués.

Tableau 2 : Quelques propriétés physicochimiques (exprimées en moyenne \pm écart type) des figes sèches (FS) et du persil en poudre (PP) utilisés dans notre expérimental.

Paramètre	Figes sèches	Poudre de persil
pH	5,4 \pm 0,04	6,08 \pm 0,09
Acidité titrable (g/100g ms)	11,98 \pm 0,69	40,36 \pm 1,29
Teneur en cendres (g/100g ms)	0,89 \pm 0,14	1,82 \pm 0,91
Teneur en matières organiques	99,11 \pm 0,14	98,18 \pm 0,91

1.2.1. Le pH

Selon le Tableau 1, les matières premières utilisées possèdent un pH acide dont la valeur est proche de 6. La valeur du pH obtenue dans cette étude et qui caractérise le persil est proche de celle trouvée dans la littérature (**Anonyme 1**).

1.2.2. L'acidité titrable

En ce qui concerne l'acidité titrable, ce paramètre a révélé que les figes analysées constituent une source non négligeable d'acides organiques, en présentant un taux d'acides dépassant les 10%. De sa part, le persil caractérisé constitue une excellente source de ces acides dont la teneur dépasse les 40% de la masse sèche.

Selon la littérature, ces acides se trouvent diversifiés en quantité et qualité dans les graines.

1.2.3. Les Cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans l'échantillon et qui reste après incinération. La teneur moyenne trouvée dans notre étude et qui caractérise les figues et le persil analysés est de l'ordre de 1 et 1,5 % du poids sec, respectivement.

En comparant la teneur en cendres trouvée dans notre étude à celle rapportant dans la littérature, celle-ci se trouve plus inférieure que celle rapportée dans la littérature.

D'autre part, les cendres constituant les figues et le persil sont composées d'une multitude d'éléments minéraux tels que le P, K, Mg, Ca, Zn, Set le Fe (VDAUD, 1997).

2. Caractérisation du yaourt préparé

2.1. Caractérisation sensorielle

Le tableau 3 regroupe les notations du degré d'appréciation données par le jury d'évaluation des yaourts préparés.

Tableau 3 : Résultats des scores du test hédonique des deux types de yaourt additionné de figues sèches (FS) et de persil.

Sujets	yaourt ajouté de FS				Yaourt ajouté de PP			
	0%*	5%	10%	20%	0,5%	3%	5%	7%
1	6	9	8	7	8	7	5	4
2	6	7	8	9	4	5	8	7
3	8	9	7	6	7	6	5	4
4	7	8	9	4	9	8	6	5
5	7	6	5	4	9	8	6	5
6	8	8	8	9	7	6	5	4
7	7	8	5	8	8	6	5	4
8	7	9	8	5	9	8	6	5
9	8	7	6	5	6	5	4	3
10	6	7	8	9	8	7	5	4

*Pourcentage massique : g de FS/100g de mélange, yaourt + FS ou yaourt + PP.

Tableau 3 -Suit

Sujets	yaourt ajouté de FS				Yaourt ajouté de PP			
	0%*	5%	10%	20%	0,5%	3%	5%	7%
11	6	9	8	7	7	5	4	3
12	6	7	8	5	9	8	7	5
13	5	9	6	4	6	7	8	9
14	7	6	8	5	8	6	5	4
15	8	7	5	6	8	7	6	5
16	8	4	8	6	4	5	6	7
17	7	9	9	8	7	4	5	6
18	9	7	8	6	8	7	6	5
19	6	8	8	7	6	5	4	3
20	6	8	8	7	5	7	8	9

D'après le test de Tukey procédé lors de l'étude de l'ANOVA, le panel de dégustation a différemment ($p < 0,05$) apprécié les yaourts préparés par rapport au témoin (0%). Pour mieux constater cette différence, les résultats trouvés sont retracés sous forme d'histogramme montré en figure 2 et 3. L'examen du profil de la notation indique que les yaourts ajoutés de figes se situent dans la borne d'appréciation variant de la catégorie « assez agréable » à celle « extriméement agréable ». Avec des appréciations indifférentes, l'ensemble des préparations enrichies est mieux apprécié que le témoin. Tandis que pour la deuxième série, l'analyse sensorielle montre que les yaourts ajoutés de 0,5, 3 et 5% de persil sont apprécié au même titre que le témoin, alors que le yaourt suplémenté de 7% s'avère le moins apprécié. Cependant, cette différence reste assez médiocre, car la majorité de sujets ont jugé que ce produit demeure 'ni agréable ni désagréable'.

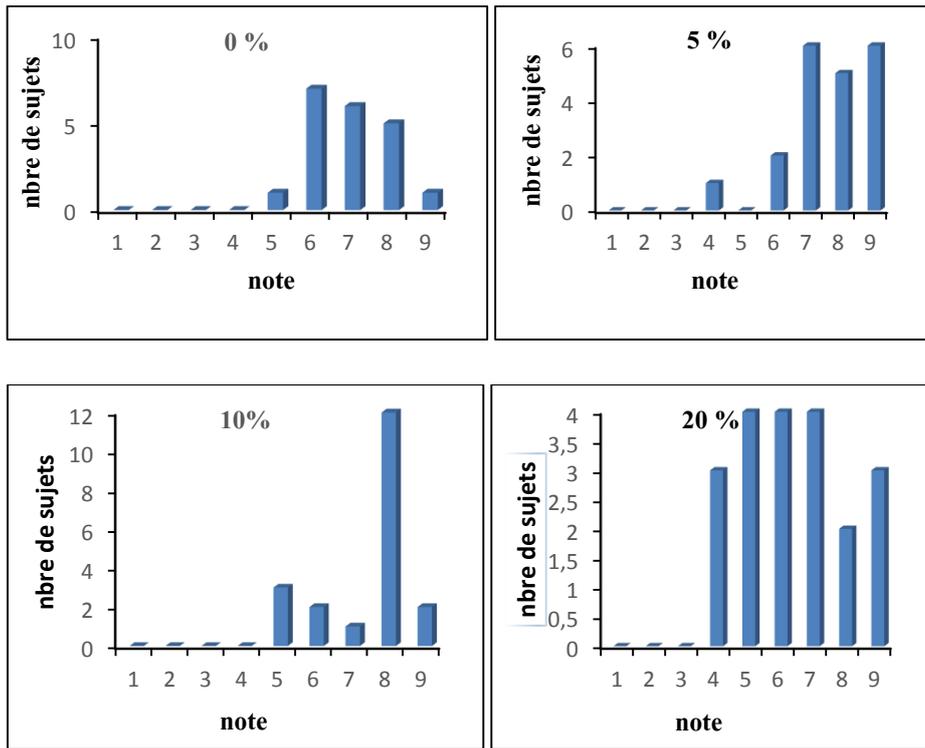


Figure 1 : Résultats de test de dégustation de figes sèches

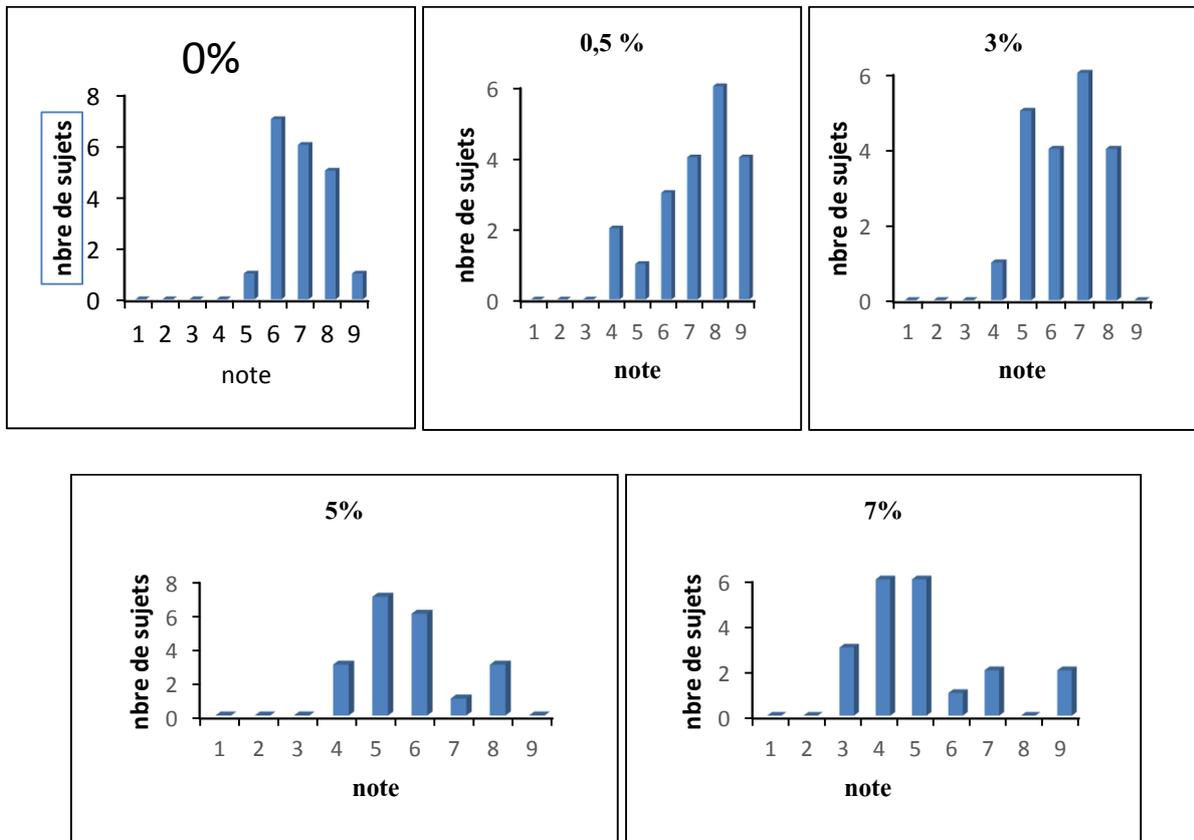


Figure 2 : Résultat de test de dégustation de persil sec

2.2. Interprétation des résultats sensoriels par le test de Friedman

Les données d'analyse hédonique sont également traitées par le test de Friedman. Les tableaux 4 et 5 montrent les résultats de classement des différents yaourts enrichis. Ce classement, rappelons-nous, consiste à classer ceux-ci par rapport au total au rang, 10 dans le yaourt enrichi avec les FS et 15 pour le yaourt enrichi de persil sec.

Tableau 4 : Classement des produits à base de figes sèches selon le critère 'goût'.

Sujets	Proportions en figes sèches ajoutées				somme
	0%*	5%	10%	20%	
1	4	1	2	3	10
2	4	3	2	1	10
3	2	1	3	4	10
4	3	2	1	4	10
5	1	2	3	4	10
6	3	3	3	1	10
7	3	1,5	4	1,5	10
8	3	1	2	4	10
9	1	2	3	4	10
10	4	3	2	1	10
11	4	1	2	3	10
12	3	2	1	4	10
13	3	1	2	4	10
14	2	3	1	4	10
15	1	2	4	3	10
16	1,5	4	1,5	3	10
17	4	1,5	1,5	3	10
18	1	3	2	4	10
19	4	1,5	1,5	3	10
20	4	1,5	1,5	3	10
$\sum R$	55,5	40	43	61,5	200

Tableau 5 : Classement des produits à base de persil sec selon leurs critère 'goût'.

Sujets	yaourts à base de persil sec					Somme
	0%*	0,5 %	3%	5%	7%	15
1	3	1	2	4	5	15
2	3	5	4	1	2	15
3	1	2	3	4	5	15
4	3	1	2	4	5	15
5	3	1	2	4	5	15
6	1	2	3	4	5	15
7	2	1	3	4	5	15
8	3	1	2	4	5	15
9	1	2	3	4	5	15
10	3	1	2	4	5	15
11	2	1	3	4	5	15
12	4	1	2	3	5	15
13	5	4	3	2	1	15
14	2	1	3	4	5	15
15	1,5	1,5	3	4	5	15
16	1	5	4	3	2	15
17	1,5	1,5	5	4	3	15
18	1	2	3	4	5	15
19	1,5	1,5	3	4	5	15
20	4	5	3	2	1	15
$\sum R$	46,5	40,5	58	71	84	300

L'interprétation statistique des résultats obtenus par le test de Friedman est basée sur le calcul de la valeur Fr et d'autres paramètres statistiques regroupés dans le tableau 4.

Tableau 6 : Paramètres statistique relatifs au test de Friedman.

Paramètre	Yaourt à base de FS	Yaourt à base de PP
Fr	9 ,345	25 ,27
L*	7,81	9,49
A	5%	5%
Z	2 ,65	2,88
δ	21,63	28.8

L : valeur théorique, lue sur la table de X^2 (Annexe 1), A : valeur théorique lue sur la table de,
 Z : valeur lue dans la table Gaussienne au niveau $2\alpha/P (P-1)$ (Annexe 2)

Pour rappel, la signification des différences entre les résultats concernant l'appréciation gustative des différentes préparations est basée sur la comparaison des paramètres statistiques 'Fr' et 'L' selon ce qui suit :

- Si $F > L$: implique que les produits sont perçus comme étant significativement différents ;
- $F < L$: implique que les produits sont perçus comme étant significativement identiques.

Le tableau 5 regroupe les résultats relatifs au test de comparaison multiple du somme des rangs a été effectué dans le but de déterminer la signification des différences entre les produits.

Tableau 7 : Résultats de la comparaison des formulations selon le critère gout.

Produit	$ R_i - R_j ^{(*)}$	Valeur	Par rapport à δ	Remarque
Yaourt à base de FS	$ R_{325} - R_{231} $	15,5	inférieure	significativement identiques
	$ R_{325} - R_{332} $	12,5	inférieure	significativement identiques
	$ R_{325} - R_{113} $	6	inférieure	significativement identiques
	$ R_{231} - R_{332} $	3	inférieure	significativement identiques
	$ R_{231} - R_{113} $	21,5	inférieure	significativement identiques
	$ R_{332} - R_{113} $	18,5	inférieure	significativement identiques
Yaourt à base de PP	$ R_{325} - R_{260} $	6	inferieure	significativement différents
	$ R_{325} - R_{255} $	11,5	inferieure	significativement différents
	$ R_{325} - R_{411} $	24,5	inferieure	significativement différents
	$ R_{325} - R_{300} $	37,5	supérieure	significativement différents
	$ R_{260} - R_{255} $	17,5	inferieure	significativement différents
	$ R_{260} - R_{411} $	30,5	supérieure	significativement différents
	$ R_{260} - R_{300} $	43,5	supérieure	significativement différents
	$ R_{255} - R_{411} $	13	inferieure	significativement différents
	$ R_{255} - R_{300} $	26	inferieure	significativement différents
	$ R_{411} - R_{300} $	13	inferieure	significativement différents

(*) R : somme des rangs

Selon le test de Friedman, les préparations à base de figues sont appréciées au même titre que le témoin, tandis que les produits enrichis avec le persil sont significativement différents. Qualifiés 'agréable et très agréable, respectivement, les produits dont les doses sont de 0, 5 et 3% semblent plus appréciés dans cette série. La différence, faut-il le souligner, entre l'ensemble de préparations de chaque série peut être qualifiée non sensible, en tenant compte de la majorité de sujets qui ont jugé que les deux autres produits sont au moins 'ni agréable ni désagréable'.

De façon générale, les résultats obtenus avec le teste de Friedman confirme ce qu'a été montré par l'Anova.

2.3. Analyses physicochimiques des produits préparés

2.3.1. Le pH

La figure 5 montre les résultats relatifs au pH des différents yaourts préparés.

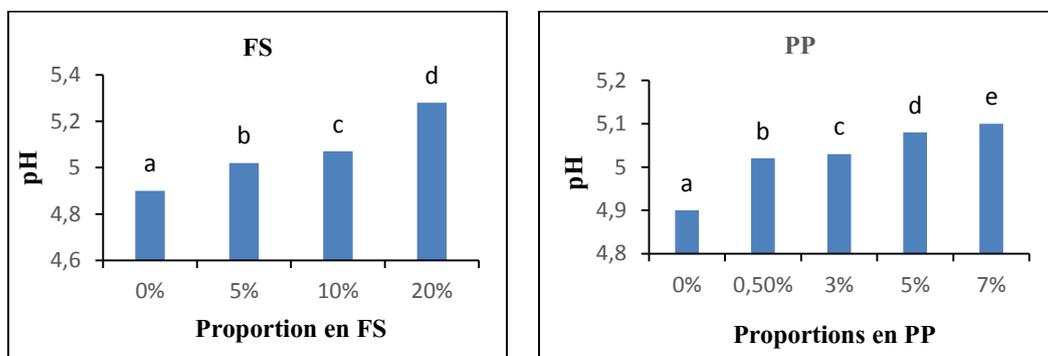


Figure 5 : pH caractéristique aux différentes formulations de yaourt préparés

Comme le montre la figure 5, et selon le test d'Anova, l'ajout des figues sèches ou de la poudre de persil au yaourt a provoqué une augmentation significative ($p < 0,05$) du pH de yaourt préparé. En effet, il est aisé de constater que le pH augmente en fonction de la proportion des produits ajoutés de 4,9 (formulation de 0%) à 5,1 (formulation de 7%), dans le cas de l'enrichissement est effectué avec de la poudre de persil et de 4,9 (formulation de 0%) à 5,28 (formulation de 20%) dans le cas qui concerne l'enrichissement avec les figues sèches. La composition des matières ajoutées a significativement influencé l'acidité du yaourt préparé. Cela peut revenir à la richesse de ces matières en acides organiques, comme on a montré dans la partie « caractérisation physicochimiques ». Leur contenance de sucres probablement contribué dans le processus de fermentation nécessitant ainsi la présence de ce genre de substances.

D'autre part, le yaourt préparé semble avoir un pH qui conforme à la norme. Selon le Codex Alimentaires.

2.3.2. L'acidité

La figure 6 montre les résultats de l'évaluation de l'acidité Dornic caractéristiques aux différentes formulations préparées.

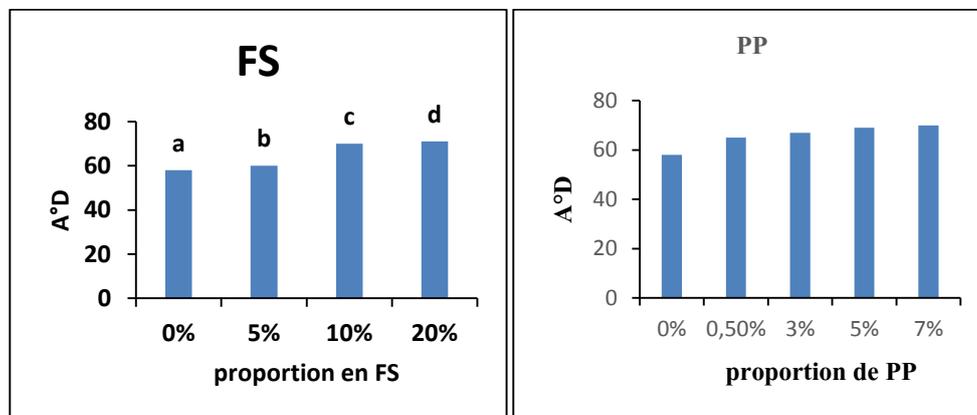


Figure 6 : Acidité Dornic de formulations préparées.

D'après la figure 6 et de façon générale, le processus d'enrichissement a engendré une augmentation dans le taux d'acides exprimé en degré Dornic, selon l'Anova. Ceci peut être expliqué par la richesse en acides organiques des matières ajoutées : La poudre de persil, pour rappel, contient un taux d'acide qui dépasse 90 %, tandis que les figes sèches en contiennent une quantité qui avoisine les 11%.

Notons que la fermentation permet la conservation des aliments du fait de la production d'acide par les bactéries, la production d'alcool par les levures et l'inhibition de flore pathogène ou d'altération. L'inhibition de la flore pathogène ou d'altération repose sur la compétition nutritionnelle et ou sur la production de métabolites comme les bactériocines. Elle améliore les qualités nutritionnelles des produits laitiers. Le lactose ou sucre du lait est transformé par les bactéries en acide lactique mieux toléré par l'organisme.

2.3.3. L'extrait sec total

Les résultats de la quantification de l'extrait sec total caractérisant les différentes formulations de yaourt préparées sont présentées à la figure 7.

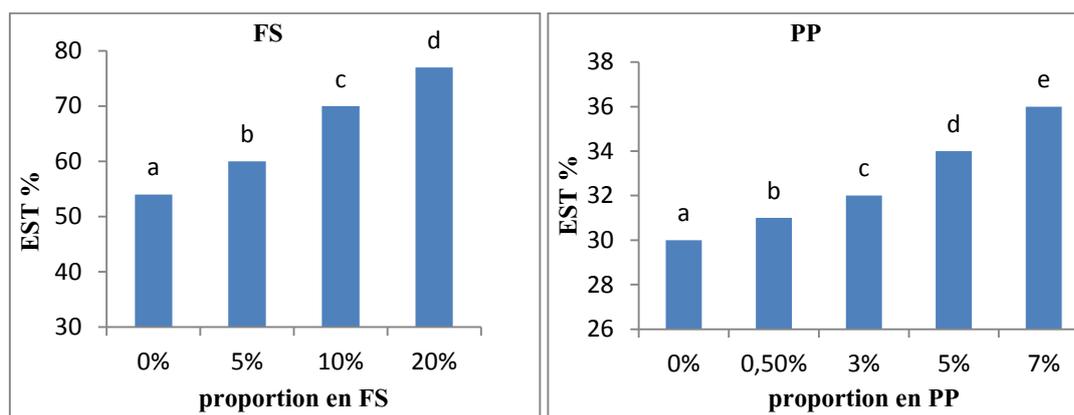


Figure 7 : Concentration en extrait sec total (%) contenu dans chaque formulation de yaourt préparée.

Comme le montre la figure 7, l'EST augmente en fonction de la quantité de matières ajoutées, aussi bien pour les deux séries de yaourts. En effet, la quantité de l'EST est passée de 54 % à 77 % quand la dose des figes sèches augmente de 0 % à 20% et de 30 % à 37 % en augmentant la quantité de poudre de persil de 0% à 7%.

En comparant les deux séries, on constate que le yaourt enrichi avec des figes sèches présentent un taux d'EST plus grand que celui ajouté de poudre de persil.

D'autre part, le yaourt (témoin) préparé s'avère conforme aux normes (23%-25%) exigées par l'entreprise SARL COPROLAIT (BOUDOUAOU) de point de vu extrait sec total.

L'extrait sec total représente la fraction solide qui renferme des substances diversifiées responsables de la valeur alimentaire et thérapeutiques des aliments fonctionnels. L'addition des figes ou de persil séchés au yaourt permet d'accroître le taux de sa fraction solide, ce qui pourrait donc améliorer ses propriétés fonctionnelles. Notons que les figes ou le persil sont des aliments qui se caractérisent par une composition chimique très diversifiée : sont composées d'une multitude d'éléments minéraux tels que le P, K, Mg, Ca, Zn, Set le Fe (VDAUD, 1997).

2.4. Evaluation, à long terme de l'impact de l'enrichissement sur le produit fini

2.4.1. Le pH

L'évolution, en fonction du temps, du pH des différentes préparations de yaourt est présentée dans la figure 8.

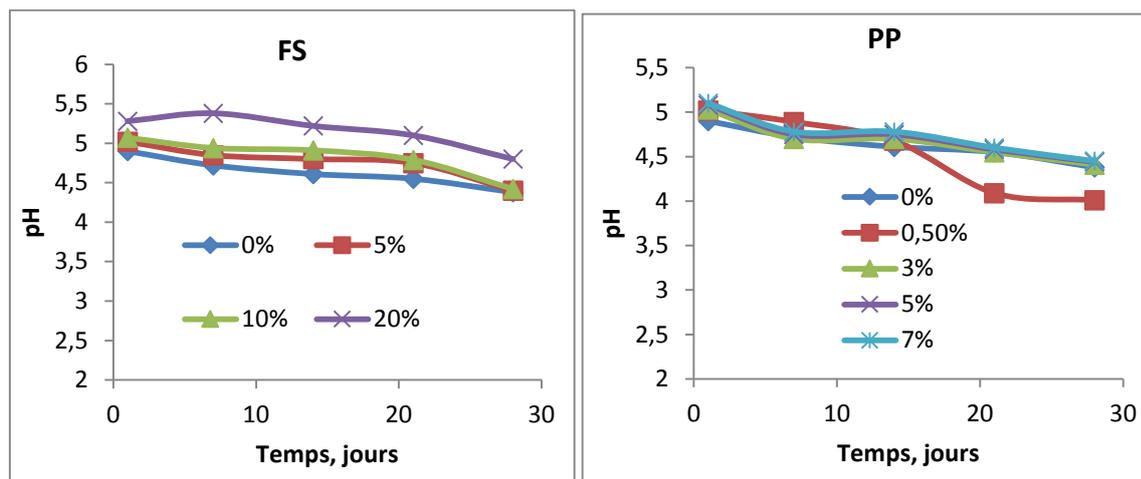


Figure 8 : Evolution du pH des différentes formulations préparées en fonction du temps

Sur la figure 8, on observe que le pH des différentes préparations de yaourt diminue légèrement en fonction du temps pendant toute la période d'essai. La légère diminution du pH peut être attribuée à la diffusion contenue des acides organiques depuis les matières ajoutées vers le milieu réactionnel. D'autre part, cette évolution peut être expliquée par la production continue de l'acide lactique sous l'effet des ferments lactiques lors de l'entreposage des produits.

D'autre part, le yaourt (témoin) préparé s'avère conforme aux normes (4-6) exigées par l'entreprise SARL COPROLAIT (BOUDOUAOU) de point de vu pH.

De façon générale, l'addition des figes sèches ou de persil sec au yaourt préparé dans notre étude n'a pas significativement affecté son acidité potentielle traduite par une diminution négligeable durant un entreposage de 28 jours.

2.4.2. L'acidité

La figure 9 présente l'évolution de l'acidité Dornic qui caractérise les différents yaourts préparés en fonction temps.

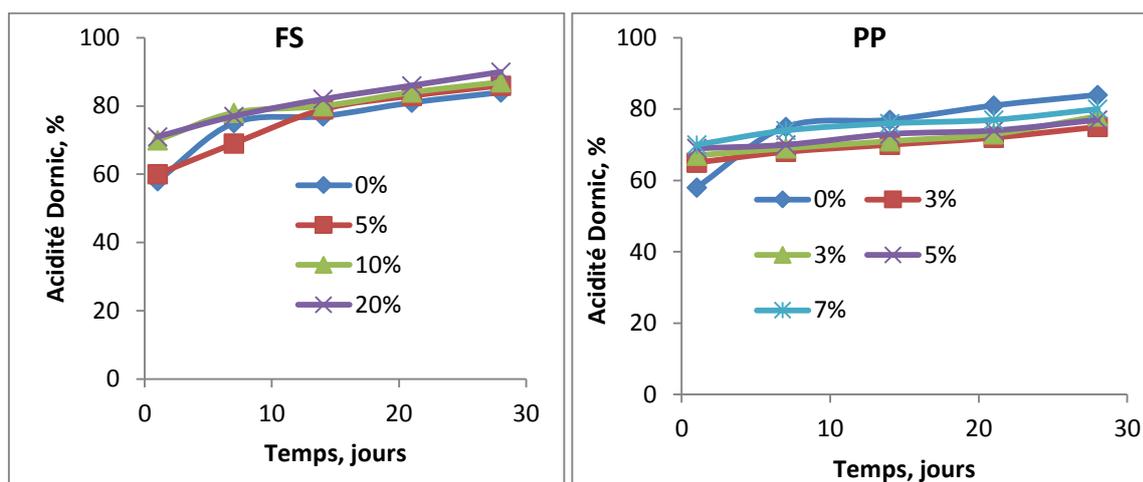


Figure 9 : Evolution de l'acidité Dornic des différentes formulations préparées en fonction du temps.

Comme montré par la figure 9, une augmentation légère de l'acidité Dornic est observée durant toute la période de stockage et pour toutes les préparations de yaourts. Cette légère augmentation est confirmée par l'évolution du pH comme expliqué précédemment. L'accroissement du taux d'acides dans le mélange, par rapport à celui du yaourt témoin est expliqué par le passage des substances de nature acide depuis les matières additionnées vers ce milieu, d'une part, ou par la formation continue de l'acide lactique produit suite à l'activité fermentative des ferments, comme signalé précédemment.

D'autre part, le yaourt (témoin) préparé s'avère conforme aux normes (70%-90%) exigées par l'entreprise SARL COPROLAIT (BOUDOUAOU) de point de vue l'acidité Dornic.

Il faut noter que l'ajout, jusqu'à 7 % de persil sec et jusqu'à 20 % de figes sèches n'affecte pas significativement l'acidité apparente du yaourt enrichi par ces matières. Cela est sûr au moins durant la période de stockage qu'on avait testée.

2.4.3. L'extrait sec total

L'évolution, en fonction du temps, de l'extrait sec total des différentes préparations de yaourt est montrée dans la figure 10.

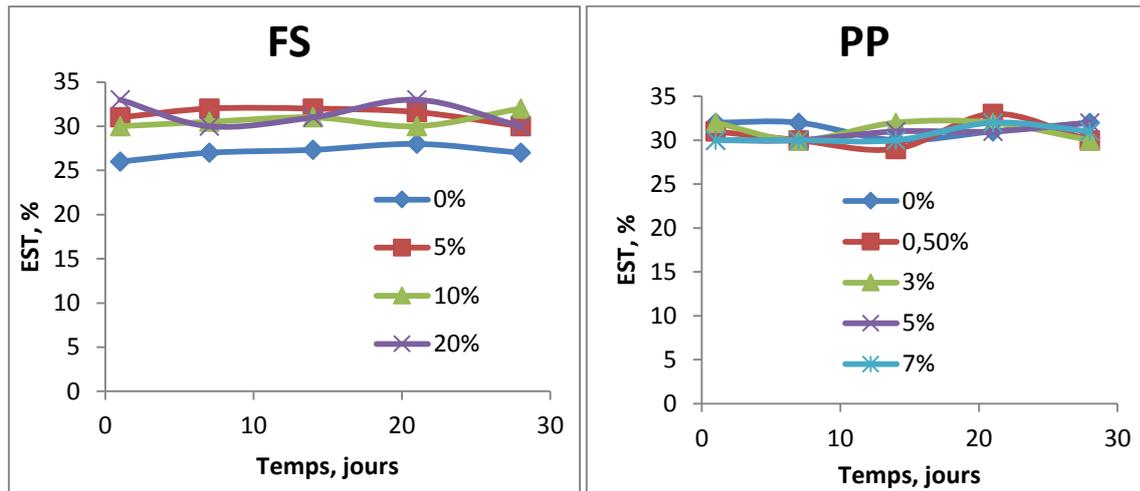


Figure 10 : Evolution de l'extrait sec total des différentes formulations préparées en fonction du temps

Comme l'indique la figure 10, le suivi de l'évolution du taux d'extrait sec total des différentes préparations de yaourt montre une claire stabilisation tout au long de la durée de stockage.

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

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de la présente étude est de préparer et caractériser un yaourt étuvé supplémenté de fruits de figes sèches (*Daucus carota*) et de poudre de persil (*Petroselinum Crispum*) afin d'augmenter la valeur alimentaire et diététique du yaourt préparé.

Les résultats obtenus ont révélé ce qui suit :

- Avec un goût agréable, comme l'a été montré par les analyses sensorielles, les yaourts enrichi ont été, plus appréciés par le panel de dégustation. L'addition d'au-delà de 5% de persil sec affecte légèrement l'acceptance de la saveur finale du produit.

- L'ajout des figes et du persil secs au yaourt étuvé ont nettement affecté ses propriétés physicochimiques analysés. L'augmentation dans l'acidité apparente et la teneur en matières sèches par rapport au témoin exprime l'enrichissement, avec les acides et d'autres matières solides, du produit final.

- Comme l'a été avéré par l'étude de la stabilité à long terme, les produits élaborés ont montré une stabilité notable tout au long de la période d'entreposage testée bien qu'elle soit marquée par une légère affection des acidités apparente et potentielle des yaourts probablement due au développement de la fermentation lactique.

- De façon générale, il a été montré dans la présente étude qu'il est possible d'enrichir sans affection notable des qualités physicochimique et sensorielle- un yaourt étuvé avec deux produits différents qui sont les figes sèches et le persil sec, réponsus en Algérie.

Ces résultats obtenus ne sont que des préliminaires et l'étude n'est qu'une initiation à un travail qui semble colossal. C'est pourquoi et comme perspectives, il est intéressant que cette étude soit complété et approfondie, notamment par :

- Elargir le champ de l'étude d'analyses physicochimiques afin de mieux caractériser et étudier l'impact des ingrédients ajoutés sur le produit final.
- Effectuer une étude clinique ou in vivo qui permettrait de montrer le ou les effets thérapeutiques inhérents à ces aliments fonctionnels ;
- Etablir une étude économique permettant de mettre en évidence.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

AFNOR 1982 : Recueil de norme françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. AFNOR.

AFNOR 1986 : Lait et produits laitiers, méthode d'analyse recueil de normalisation française 2 éd, Masson Paris. P508.

AFNOR 1999 : Lait et produits laitiers, v.1, Ed. Technique et documentation,

Anonyme 3 : www.produits_laitiers.com. Les yaourts

Anonyme 4 : Manuel de transformation du lait / chapitre 11.

ANONYME 1 : Institut Technique Des Cultures Maraichères et Industrielles – Route de Moretti BP 50 STAOUELI - ALGER

Anonyme1: WWW.ZOELHO.COM:ZoelhoFR/Publish/Nutrition/Fonctionnelle_voeding.htm

BERTAUDEAU J et FAURE Y. ,1990 : atlas d'arboriculture fruitière VOL.4. Et Tec. DOC. Lavoisier, 289p

BOLKENT et al 2004 : Res.2004, 18,996-999.

BOUDIER, J.F.190 : produits frais. In laits et produits laitiers. Vache.brebis-chevre.

BRULE GSCHULE, 2000 : les produits industriels laitiers.

COCOLE ET VIGNOLA, 2002 : science et technologie du lait (transformation du lait, P.451-458).

CORVI, 1997 : Evènement : les yaourts, les laits fermentes.P14-17

DANZART.M ,1998 : Statistique Evaluation Sensorielle. Technique Et Documentation Lavoisier.Paris.219-300.

DUKE; 1995: Hand book of medical herb», CRC Press, Inc. 1995, 198 -199;

FRANCOIS M.LUQUET ,1985.laits et produits laitiers vache-brebis-chèvre (les laits de la mamelle à la laiterie) V1p18-19

FRANCOIS M.LUQUET ,1986 : laits et produits laitiers vache-brebis-chèvre (les laits de la mamelle à la laiterie) V3p109.

- FRANCOIS MLUQUET ,1986** : laits et produit laitiers vache –chèvre, v.3.P.109.
- GAUSSEN H., LEROY JF ET OZENDA P., 1982** : Précise botanique, tonne II : végétaux supérieure Masson : 558 – 560pp
- LAMOUREUX, 2000** : exportation de l'activité β .Galactosidase de culture de bifidobacteries en vue enrichir des produits laitiers en galacto- oligosaccharides.
- LAUMONNIER R ., 1960** : culture fruitière méditerranéenne. Paris, Jablière et Fils, pp 161 – 183.
- LE SPINASSE JM ; LETERME E., 2005** : De la taille à la conduite des arbres fruitiers. Ed. Rouergue – Parc Saint – Joseph, 104p.
- LOONES, A.1994** : laits fermentes par les bactéries lactique. In Bactéries lactique : aspects fondamentaux et technologique. VOL 2.De ROISSART, H.et LUQUET, F.M(Eds), Lorica, Vriage, 135-154.
- LUQUET, F.M** : (Eds), technique et documentation, Lavoisier, paris, 35-66
- MAURI N. ,1939** : les figuiers cultives en kabyles. Contribution à leur de détermination et étalonnage. Documents et renseignements agricoles, bulletin n°5, alger.64p
- MAURI N. ,1952** : les figuiers cultives en Algérie. Documents et renseignements agricoles, bulletin n°105, alger.57p
- MELGAARD.M, CIVILLE.G.V, CARBET, 1999** : The Spectrum Descriptive Analysais Méthode Sensory Evaluation Techniques.3RD.CRC Pressing Boca-Raton, FL.
- MENABENI RENZO ,1988** : manuel de technologie pour la fabrication du yaourt-p.2-36.
- MICHEL MAHANT ET al., 2000** : les produits industriels laitiers .Ed.la voisier.p.27-31.
- MICHEL MAHANT, ROMAIN JEANTET, PIERRE SCHUCK, GERARD BRULE, 2000** : les produits industriels laitiers. Ed Lavoisier.p27-31
- OZSOY-SACAN 2006:** Journal of Ethan pharmacology 2006, 104, 175-181.
- PARVU et al 2005** :«Proceedings of International Symposium Integrated SystemsforAgrofood Production», Sipa, 05,Timisoara-Opportunities of Integrated Systems for Agro food Production, Ed. Orizonturiuniversitare, Timisoara2005
- Persils tubéreux, légumes anciens, légumes oubliés, animations, démonstrations, cuisine du

QUEZEL ; et al 1963 :«Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques et méridionales»,
Tome II.1963, 657, 671,678.

RAMEAU J – C ; MANSION D ; DUMEG ; GAUBERVILLE C., 2008 : Flore Forestière
Française : Région Méditerranéenne. Ed. France. Institut Pour Le Développement Forestier ;
631p

REBOUR, H., 1968 : fruit méditerranéens autre que les agrumes. Ed. La maison rustique : pp :
190 – 206.

ROMAIN JEANTET ET al. ,2007 : Science des aliments (biochimie, microbiologie,
procèdes, produits), technologie des produits alimentaires, v.2, p.7_31.

SEYDI M., 2002 : le lait fermenté type yaourt ou yoghourt : EISMV/HIDADA.-5p

TAMIME, AY.ROBINSON, RK.1985: Background to manufacturing Patrice.un
yoghourt.science and technologic.Tamime; Pergamon press, Paris 7-90

VIDAUD J ., 1997 : le figuier monographie du CTIFL (centre technique interprofessionnel des
fruits et légumes). 267 p

VIGNOLA, C.L., 2002 : sciences et technologies du lait, transformation du lait, DL voisiez,
paris, P600

VILMORIN J – B. ,2003 : Histoire D'arbre. Ed .Jean – Paul Gisserot. 74 P

WICHTEL ; M ET ANTON, R : «**Plantes Thérapeutiques**», Ed. Tec. & Doc.1999, 405 ;-
409 ; 35-37 ; 187-190.

WICHTL et al 1999 : Plantes thérapeutiques», Ed. Tec. & Doc.1999, 405 ;-409 ; 35-37 ; 187-
190.

ZIYATET al 2002: Journal of Ethnophar—macology1997, 58, 45-54 ;) b) kreydiyyeh, S. I.
Usta, Journal of Ethnopharmacology2002

ANNEX

Annex :01



Figure 1 : Les ferments utilisés

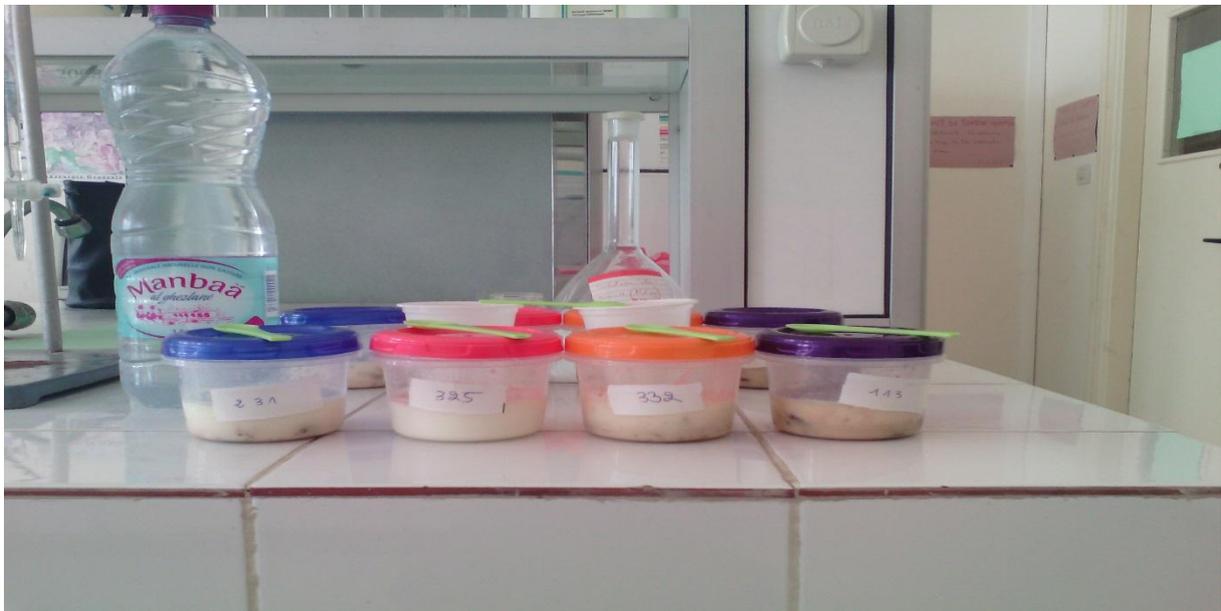


Figure 1 : Les échantillons de yaourt

Annexe N°02

Table Gaussienne

z	α										
0	0,5	1	0,1587	2	0,0228	0	1	1	0,3174	2	0,0456
0,02	0,492	1,02	0,1539	2,02	0,0217	0,02	0,984	1,02	0,3064	2,02	0,0434
0,04	0,484	1,04	0,1492	2,04	0,0207	0,04	0,968	1,04	0,2984	2,04	0,0414
0,06	0,4761	1,06	0,1446	2,06	0,0197	0,06	0,9522	1,06	0,2892	2,06	0,0394
0,08	0,4681	1,08	0,1401	2,08	0,0188	0,08	0,9362	1,08	0,2802	2,08	0,0376
0,1	0,4602	1,1	0,1357	2,1	0,0179	0,1	0,9204	1,1	0,2714	2,1	0,0358
0,12	0,4522	1,12	0,1314	2,12	0,017	0,12	0,9044	1,12	0,2628	2,12	0,034
0,14	0,4443	1,14	0,1271	2,14	0,0162	0,14	0,8886	1,14	0,2542	2,14	0,0324
0,16	0,4364	1,16	0,123	2,16	0,0154	0,16	0,8728	1,16	0,246	2,16	0,0308
0,18	0,4286	1,18	0,119	2,18	0,0146	0,18	0,8572	1,18	0,238	2,18	0,0292
0,2	0,4207	1,2	0,1151	2,2	0,0139	0,2	0,8414	1,2	0,2302	2,2	0,0278
0,22	0,4129	1,22	0,1112	2,22	0,0132	0,22	0,8258	1,22	0,2224	2,22	0,0264
0,24	0,4052	1,24	0,1075	2,24	0,0125	0,24	0,8104	1,24	0,215	2,24	0,025
0,26	0,3947	1,26	0,1038	2,26	0,0119	0,26	0,7948	1,26	0,2076	2,26	0,0238
0,28	0,3897	1,28	0,1003	2,28	0,0113	0,28	0,7794	1,28	0,2006	2,28	0,0226
0,3	0,3821	1,3	0,0968	2,3	0,0107	0,3	0,7642	1,3	0,1936	2,3	0,0214
0,32	0,3745	1,32	0,0934	2,32	0,0102	0,32	0,749	1,32	0,1868	2,32	0,0204
0,34	0,3669	1,34	0,0901	2,34	0,0096	0,34	0,7338	1,34	0,1802	2,34	0,0192
0,36	0,3594	1,36	0,0869	2,36	0,0091	0,36	0,7188	1,36	0,1738	2,36	0,0182
0,38	0,352	1,38	0,0838	2,38	0,0087	0,38	0,704	1,38	0,1676	2,38	0,0174
0,4	0,3446	1,4	0,0838	2,4	0,0082	0,4	0,6892	1,4	0,1616	2,4	0,0164
0,42	0,3372	1,42	0,0778	2,42	0,0078	0,42	0,6744	1,42	0,1556	2,42	0,0156
0,44	0,33	1,44	0,0749	2,44	0,0073	0,44	0,66	1,44	0,1498	2,44	0,0146
0,46	0,3228	1,46	0,0721	2,46	0,0069	0,46	0,6456	1,46	0,1442	2,46	0,0138
0,48	0,3156	1,48	0,0694	2,48	0,0066	0,48	0,6312	1,48	0,1388	2,48	0,0132
0,5	0,3085	1,5	0,0668	2,5	0,0062	0,5	0,617	1,5	0,1336	2,5	0,0124
0,52	0,3015	1,52	0,0643	2,52	0,0059	0,52	0,603	1,52	0,1286	2,52	0,0118
0,54	0,2946	1,54	0,0618	2,54	0,0055	0,54	0,5892	1,54	0,1236	2,54	0,011
0,56	0,2877	1,56	0,0594	2,56	0,0052	0,56	0,5754	1,56	0,1188	2,56	0,0104
0,58	0,281	1,58	0,0571	2,58	0,0049	0,58	0,562	1,58	0,1142	2,58	0,0098
0,6	0,2743	1,6	0,0548	2,6	0,0047	0,6	0,5486	1,6	0,1096	2,6	0,0094
0,62	0,2676	1,62	0,026	2,62	0,0044	0,62	0,5352	1,62	0,1052	2,62	0,0088

Annexe N°02

Table Gaussienne

0,64	0,2611	1,64	0,0505	2,64	0,0041	0,64	0,5222	1,64	0,101	2,64	0,0082
0,66	0,2546	1,66	0,0485	2,66	0,0039	0,66	0,5092	1,66	0,097	2,66	0,0078
0,68	0,2483	1,68	0,0469	2,68	0,0037	0,68	0,4966	1,68	0,093	2,68	0,0074
0,7	0,242	1,7	0,0446	2,7	0,0035	0,7	0,484	1,7	0,0892	2,7	0,007
0,72	0,2358	1,72	0,0427	2,72	0,0033	0,72	0,4716	1,72	0,0854	2,72	0,0066
0,74	0,2296	1,74	0,0409	2,74	0,0031	0,74	0,4592	1,74	0,0818	2,74	0,0062
0,76	0,2236	1,76	0,0392	2,76	0,0029	0,76	0,4472	1,76	0,0784	2,76	0,0058
0,78	0,2176	1,78	0,0375	2,78	0,0027	0,78	0,4354	1,78	0,075	2,78	0,0054
0,8	0,2119	1,8	0,0359	2,8	0,0026	0,8	0,4238	1,8	0,0718	2,8	0,0052
0,82	0,2061	1,82	0,0344	2,82	0,0024	0,82	0,4122	1,82	0,0688	2,82	0,0048
0,84	0,2005	1,84	0,0329	2,84	0,0023	0,84	0,401	1,84	0,0658	2,84	0,0046
0,86	0,1949	1,86	0,0314	2,86	0,0021	0,86	0,3898	1,86	0,0628	2,86	0,0042
0,88	0,1894	1,88	0,0301	2,88	0,002	0,88	0,3788	1,88	0,0602	2,88	0,004
0,9	0,1841	1,9	0,0287	2,9	0,0019	0,9	0,3682	1,9	0,0574	2,9	0,0038
0,92	0,1788	1,92	0,0274	2,92	0,0018	0,92	0,3556	1,92	0,0548	2,92	0,0036
0,94	0,1736	1,94	0,0262	2,94	0,0016	0,94	0,3472	1,94	0,0524	2,94	0,0032
0,96	0,1685	1,96	0,025	2,96	0,0015	0,96	0,337	1,96	0,05	2,96	0,003
0,98	0,1635	1,98	0,0239	2,98	0,0014	0,98	0,327	1,98	0,0478	2,98	0,0028

Valeurs critique de la loi du X
(Seuils de 0.05 et 0.01)
Table de X : [DANZART, 1998]

DDL α	5%	1%
1	3,83	6,63
2	5,99	9,21
3	7,81	11,34
4	9,49	13,28
5	11,07	15,09
6	12,59	16,81
7	14,07	18,47
8	15,51	20,09
9	16,92	21,67
10	18,31	23,21
11	19,67	24,72
12	21,03	26,22
13	22,36	27,69
14	23,68	29,14
15	25	30,58
16	26,3	32
17	27,59	33,41
18	28,87	34,8
19	30,14	36,19
20	31,41	37,57
21	32,67	38,93
22	33,92	40,29
23	35,17	41,64
24	36,41	42,98
25	37,65	44,34
26	38,88	45,64
27	40,11	46,96
28	41,34	48,28
29	42,56	49,59
30	43,77	50,89

Annexe 3

Tableau 1 : matériel et réactif

Matériel	Réactif
Fiole (gaugé et conique)	Phénolphtaléine
Centrifugeuse	Hydroxyde de sodium
Etuve	Eau distillé
Thermomètre	
Bain-marie	
Four a moufle	
Mortier	
Pince	
Burette	
Capsul	
Réfrigérant	
Becher	
Pipette	
Spatule	
Balance analytique	
Papier aluminium	

ملخص

يهدف هذا العمل إلى إعداد وتحديد خصائص ياغورت ممزوج بفواكه التين المجفف (*Daucus carota*) ومسحوق البقدونس (*Petrocelinum Crispum*) لتحسين قيمته الغذائية. وهذا يعتمد على إدخال بنسب مختلفة التين والبقدونس المجفف. وقد تم تحليل المنتجات المعدة على خطط الحسية الفيزيائية وكشفت النتائج أن الياغورت ذلك مشيرا إلى مايزيد على 5% من البقدونس الجاف تؤثر قليلا على قبول نكهة نهائية وعلاوة علا ذلك إضافة التين والبقدونس المجفف إلى الياغورت قد أثرت بشكل كبير على خصائصه الفيزيائية المحللة حيث لوحظ زيادة في الحموضة ومعدل المواد الصلبة مقارنة بالشاهد. وظهرت المنتجات المصنعة استقرار ملحوظ خلال فترة التخزين على الرغم من أنها تتميز بحموضة طفيفة.

كلمات البحث: الأغذية الوظيفية، الإثراء، التين، البقدونس والياغورت

Résumé

Le présent travail a pour but de préparer et caractériser un yaourt étuvé enrichi avec des fruits de figes sèches (*Daucus carota*) et de poudre de persil (*Petroselinum Crispum*) afin d'augmenter sa valeur alimentaire et diététique. L'enrichissement a porté sur l'introduction, en différentes proportions, des figes et du persil secs. Les produits préparés ont été analysés sur les plans sensoriel et physicochimique. Les résultats obtenus ont révélé que les yaourts enrichi ont été, plus appréciés par le panel de dégustation, toutefois, l'ajout d'au-delà de 5% de persil sec affecte légèrement l'acceptance de leur saveur finale. D'autre part l'addition des figes et du persil secs au yaourt étuvé ont nettement affecté ses propriétés physicochimiques analysées. L'augmentation dans l'acidité apparente et le taux d'extrait sec par rapport au témoin exprime l'enrichissement, avec les acides et d'autres matières solides, du produit final. Les produits élaborés ont montré une stabilité notable tout au long de la période d'entreposage testée bien qu'elle soit marquée par une légère affection des acidités apparente et potentielle.

Mots clés : alicamment, aliment fonctionnel, enrichissement, figes, persil, yaourt.

Summary

The purpose of this work is to prepare and characterize stewed yoghurt enriched with dried figs (*Daucus carota*) and parsley powder (*Petroselinum Crispum*) in order to increase its dietary and dietary value. The enrichment involved the introduction, in different proportions, of dried figs and parsley. The products prepared were analyzed sensorially and physicochemically. The results showed that enriched yogurts were more appreciated by the tasting panel, however, the addition of more than 5% dry parsley slightly affects the acceptance of their final flavor. On the other hand, the addition of dry figs and parsley to parboiled yoghurt has clearly affected its physicochemical properties analyzed. The increase in the apparent acidity and the dry extract ratio with respect to the control expresses the enrichment, with the acids and other solids, of the final product. The elaborated products showed considerable stability throughout the period of storage tested although it is marked by a slight affection of the apparent and potential acidities.

Key words: Alicante, functional food, enrichment, figs, parsley, yogurt.