

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/DEP.AGRO/23

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Domaine : SNV    Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : Technologie agro-alimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

*ARBANE MESSAD*

*Thème*

**Etude de l'effet du kaki sur les caractéristiques organoleptiques du yaourt**


Soutenu le : 04 / 07 / 2022

Devant le jury composé de

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
TAOUDIAT A	MCB	Univ. De Bouira	Promotrice
BRARA Z	MRB	Univ. De Bejaia	Co-promotrice
ZEGANE O	MAA.	Univ. De Bouira	Examineur
		Univ. De Bouira	Président

*Année Universitaire : 2022/2023*

# Remerciements



*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude tout d'abord à dieu de nous avoir donné courage, volonté, santé et force pour réaliser ce travail.*

*Nous nous sentirons coupables d'ingratitude si nous ne remercions pas nos parents pour appui sans réserve, l'aide et l'impulsion qu'ils nous ont apportés. Nous espérons qu'ils trouveront dans ce travail toute notre reconnaissance et tout notre amour.*

*Nos remerciements sont également adressés à mon trésor, mon homme qui a participé à la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions vivement **Mme TAOUDIAT NAIMA** d'avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour tous ses conseils, son suivi et sa disponibilité.*

*Nos remerciements sont également adressés à ..... qui a généreusement accepté de présider le jury de notre soutenance et à **Mme ZEGANE OUASSILA** d'avoir accepté l'examen de ce travail et sa mise en valeur.*

*Nous remercions également l'ensemble des enseignants qui ont veillé à notre formation durant notre parcours Universitaire.*

*Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.*

*Tinhinane*

# **Dédicace**



# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail qui est le résultat d'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu :*

*A ma très chère mère, pour son grand amour, son fort soutien et ses précieux conseils, qui ont éclairé le chemin de ma réussite. Que dieu la protège.*

*A mon père qui m'as vraiment aidé durant toutes ces années.*

*A mon homme qui m'as vraiment soutenu, aidé durant toute ma vie merci d'avoir être dans ma vie.*

*A mes deux frères Mazigh et Maniche.*

*A ma très chère sœur Celia qui m'a vraiment soutenue et m'a donnée du courage durant mon cursus.*

*A mes deux adorables anges Said et Maya que Dieu les protège pour moi et prenne soin d'eux.*

*A toute ma famille sans particulier, et à tout mes amies qui me connais.*

*Et a tous mes ennemis ceux qui continuent à mettre des obstacles pour que mon objectif ne soit pas atteint je les remercie beaucoup, sans eux je ne serais pas arrivé ici*

*A toutes les personnes qui mon soutenu de près ou de loin durant mes années d'études.*

*Tinhinane*

©

# Liste des Tableaux

## Liste des tableaux

Numéro de tableau	Titres	Pages
Tableau 1	Différents types de yaourt et leur caractérisations	9
Tableau2	Les différentes anomalies de fabrication de yaourt	13
Tableau 3	La description botanique de kaki	23
Tableau 4	Les différentes variétés de kaki	24
Tableau 5	La valeur nutritionnelle de kaki	26
Tableau 6	La comparaison entre le kaki local et le kaki de l'importation	34
Tableau 7	Valeur nutritionnelle de lait Candia UHT	37
Tableau 8	Résultats des analyses physicochimiques de poudre de kaki	49
Tableau 9	Résultats de dosage des polyphénols totaux	49
Tableau 10	Résultats de dosage des flavonoïdes	50

# Liste des Figures



## Liste des figures

Numéro de figures	Titres	Pages
Figure 1	Les Streptocoques	5
Figure 2	Les Lactobacillus	6
Figure 3	Diagramme de fabrication du yaourt	12
Figure 4	Les feuilles et le fruit de kaki	23
Figure 5	Le fruit et l'arbre de kaki	37
Figure 6	Le kaki avant et après séchage	38
Figure 7	Diagramme de préparation de la poudre de kaki	38
Figure 8	Diagramme de dosage des polyphénols totaux	44
Figure 9	Préparation des échantillons pour dosage des flavonoïdes	45
Figure 10	Diagramme de fabrication de yaourt brassé à base de poudre et morceaux de kaki	46
Figure 11	Evaluation de couleur des différents yaourts fabriqués. (T5, T10, T15 et témoin)	51
Figure 12	Résultats obtenus sur le gout des différents yaourts élaborés.	52
Figure 13	Évaluation de la texture des différents yaourts élaborés.	53
Figure 14	Évaluation d'odeur des différents yaourts préparés.	54
Figure 15	Évaluation de la saveur acide des différents yaourts élaborés.	55

# **Sommaire**

## Sommaire

- Remerciement.....	i
- Didecas.....	ii
- Liste des tableaux.....	v
- Liste des figures .....	vi
INTRODUCTION générale .....	1
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : le yaourt</b>	
I.1. Introduction .....	3
I.2. Historique .....	3
I.3 Matière première et ingrédients du yaourt.....	3
I.3.1. Lait frais .....	3
I.3.1.1. Définition physico-chimique .....	4
I.3.1.2 Définitions réglementaires.....	4
I.3.2. Lait en poudre .....	4
I.3.3. Protéines et matière grasse .....	4
I.3.4. Agents texturants.....	4
I.3.5. Les fruits.....	5
I.3.6. Les souches utilisées dans le yaourt (ferments lactiques) .....	5
I.3.6.1 Les Streptococcus.....	5
I.3.6.2 Lactobacillus.....	6
I.4. Comportement associatif des deux souches.....	6
I.5. Intérêts et fonctions des bactéries lactiques.....	7
I.5.1. Production d'acide lactique.....	7
I.5.2. Activité protéolytique.....	7
I.5.3. Activité aromatique .....	8
I.5.4. La texture.....	8

I.6. Les différents types du yaourt.....	9
I.7. La technologie de fabrication du yaourt.....	9
I.7.1. Réception du lait.....	9
I.7.2. Enrichissement en matière grasse.....	9
I.7.3. Homogénéisation.....	10
I.7.4. Traitement thermique.....	10
I.7.5. Refroidissement.....	11
I.7.6. Ensemencement.....	11
I.7.7. Fermentation.....	11
I.7.8. Refroidissement.....	11
I.7.9. Conditionnement et stockage.....	11
I.8. Les défauts de fabrication.....	13
I.9. Les intérêts thérapeutiques du yaourt.....	13

## **Chapitre II : le kaki**

II.1. Description et historique de kaki.....	21
II.1.1. Historique .....	21
II.1.1.1. À travers le monde.....	21
II.1.1.2. En Algérie.....	21
II.1.1.3. A Bouira.....	22
II.1.2. Description.....	22
II.1.2.1. Description simple.....	22
II.1.2.2. Description botanique.....	22
II.2. Les différentes variétés de kaki.....	23
II.3. L'astringence de kaki.....	24
II.3.1. La technique naturelle ancestrale .....	25
II.3.2. La technique industrielle.....	25
II.4. La composition nutritionnelle de kaki.....	25

II.5. La composition chimique et les agents bioactifs de kaki.....	27
II.5.1. Les sucres et les acides organiques.....	27
II.5.2. Les fibres.....	27
II.5.3. Les protéines.....	28
II.5.4. Le métabolisme secondaire.....	28
II.5.4.1. Les composés phénoliques.....	29
II.5.4.2. Les caroténoïdes.....	29
II.5.4.3. Les tanins.....	29
II.6. Les intérêts de kaki .....	30
II.6. 1. Intérêts médicaux.....	30
II.6.1.1. Effet sur le système cardiovasculaire.....	30
II.6.1.2. Profil lipidique .....	30
II.6.1. 3. Effet anti diabétique.....	31
II.6.1.4. Propriétés anticancéreuses.....	31
II.6.1.5. Autre intérêt médicinal.....	31
II.7. Intérêt économique .....	32
II.8. Production de kaki.....	32
II.8.1. Production de kaki dans le monde.....	32
II.8.2. En Algérie .....	33
II.9. Comparaison entre le kaki local et le kaki importé.....	33

## Partie pratique

### Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Le matériel utilisé.....	37
I.2. Caractérisation de la poudre du kaki.....	38
I.2.1. Préparation de la poudre de kaki.....	38
I.2.2. Caractérisation physico-chimique de la poudre de kaki.....	39
I.2.2.1. Détermination de la teneur en eau .....	39
I.2.2.2. Mesure de pH.....	39
I.2.2.3. Détermination de la teneur en cendres.....	40
I.2.2.4. Détermination de l'acidité titrable.....	40
I.2.2.5. Dosage des sucres.....	41
I.2.2.5.a. Dosage des sucres totaux.....	42
I.2.2.5. b. Dosage des sucres réducteurs.....	42
I.2.2.5.c. Taux de saccharose.....	43
I.2.2.6. Dosage des polyphénols.....	43
I.2.2.6.1. La macération.....	43
I.2.2.6.2. Protocole de dosage.....	44
I.2.2.7. Dosage des flavonoïdes.....	45
I.2.3. Préparation du yaourt à base du kaki.....	45
I.2.3.1. Méthode de préparation du yaourt.....	46
I.2.4. Analyse sensorielle du yaourt à base du kaki.....	47
I.2.5. Traitement des données .....	47

### Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de kaki.....	49
II.2. Résultats de dosage des composés phénoliques.....	49
II.3. Résultats de dosage des flavonoïdes.....	50
II.4. Résultats de l'analyses sensorielle du yaourt à base du kaki.....	51
II.4.1. La couleur.....	51
II.4.2. Le goût.....	52
II.4.3. La texture.....	53

II.4.4. L'odeur.....	54
II.4.5. La saveur acide (acidité).....	55
<b>Conclusion.....</b>	<b>57</b>
- <b>Références bibliographiques</b>	
- <b>Annexes</b>	
- <b>Résumé</b>	

# **Introduction**



## Introduction

L'alimentation humaine s'est diversifiée et sert à de multiples fins en matière de nutrition et de bien-être. L'état actuel du marché alimentaire ne privilégie plus la production de quantités importantes de biens satisfaisants, mais vise plutôt à développer des aliments fonctionnels équilibrés et aux bénéfices diététiques et thérapeutiques, comme « le yaourt » (**Vilain,2010**). Grâce aux avancées technologiques, le yaourt est devenu un produit laitier hautement digestible à valeur nutritive importante. Apprécié pour sa saveur et sa texture, ce produit est principalement consommé comme dessert et est très populaire dans le monde entier. C'est un produit polyvalent qui peut être consommé par des personnes de tous âges et qui convient même aux personnes intolérantes au lactose. Le yaourt est un dérivé du lait formé par un processus de fermentation lactique par *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* dans du lait frais, du lait pasteurisé ou du lait concentré écrémé, enrichi en extrait sec ou combiné avec du lait en poudre. Il est important que les micro-organismes présents dans le produit final soient à la fois viables et abondants (**Bourlioux et al., 2011**). Le yaourt, ainsi que divers autres laits fermentés, possèdent des qualités bénéfiques liées aux souches spécifiques de bactéries qu'ils contiennent. Certains de ces avantages incluent l'aide à la digestion du lactose, l'amélioration de la fonction intestinale et même l'impact sur le système immunitaire (**Synfrais, 1997**). Les dernières recherches se concentrent sur l'utilisation de composés bioactifs, tels que les peptides et les polysaccharides obtenus à partir d'aliments, dans la production de produits laitiers pour résoudre divers problèmes biologiques ou technologiques. Par exemple, des fibres ont été ajoutées aux yaourts en tant qu'agents texturants (**Oliveira et al.,2011**), et de l'extrait de caroube a été inclus dans la crème glacée (**Guler-Akin et al.,2016**). De plus, la poudre de jujube a été introduite comme prébiotique dans la production de yaourt fonctionnel (**Benahmed et al., 2018**).

Les plantes sont capables de fabriquer une vaste gamme de produits qui ne font pas partie intégrante de leurs processus métaboliques fondamentaux, mais sont plutôt des sous-produits de leur métabolisme secondaire. Ces métabolites secondaires font toujours l'objet de recherches in vivo, en particulier dans l'exploration de nouveaux composants naturels tels que les composés phénoliques, les saponosides et les huiles essentielles. Le kaki, fruit tropical à chair fibreuse et feuilles codées, est une source

exceptionnelle de vitamines A et C. De plus, il est riche en fibres alimentaires, qui ont un effet bénéfique sur la digestion, (**Masood et al., 2008**). L'arbre à plaquemier, scientifiquement connu sous le nom de *Diospyros kaki* et familièrement appelé plaqueminier, est originaire d'Extrême-Orient, plus précisément de Chine et du Japon, et compte environ un millier de cultivars selon (**Montagnac,1960**). Le kaki est généralement consommé frais, mais c'est aussi un ingrédient populaire dans les confitures, les glaces et les desserts. Certains cultivars produisent d'excellents fruits secs, mais il est crucial d'attendre leur maturité avant de les consommer, comme le conseille, Les feuilles de kaki possèdent des propriétés hypotensives et antitussives et sont souvent utilisées au Japon comme tisane pour soulager la toux et les problèmes digestifs. Cependant, le fruit lui-même a un léger effet laxatif, comme l'a observé (**Bonnassieux ,1988**). Outre la présence de carotènes (provitamine A) dans la pulpe du fruit, Ces derniers sont des facteurs de protection contre les complications cardiovasculaires et certains types de cancer (**Souci et al., 1993**).

L'objectif principal de cette étude est de formuler un yaourt pratique centré sur le fruit du kaki, complet avec des avantages à la fois thérapeutiques et nutritionnels. La sélection du fruit du kaki comme matière végétale est justifiée par l'apport abondant de vitamines et de composés phénoliques, en particulier de tanins, d'acides phénoliques et de flavonoïdes, présents dans sa pulpe.

Afin de traiter cette thématique, ce travail est subdivisé en deux parties :

- La première partie concerne la théorie : le yaourt et le fruit utilisé dans cette étude « le kaki ».
- La deuxième partie concerne la pratique : tout ce qui est matériel et méthodes, les différentes analyses appliquées sur la matière première et le produit fini, résultats et discussions et conclusion

# **Synthèse bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Généralités sur le yaourt**

### **I.1. Introduction**

Le yaourt est un écosystème simple dont la production repose sur les interactions entre *S. thermophilus* et *L. bulgaricus*. L'importance technologique de l'évolution de cet écosystème a suscité bien des intérêts. Lors de la fermentation du yaourt, le métabolisme de *S. thermophilus* et de *L. bulgaricus* est le principal responsable de la qualité rhéologique du produit fini.

Le yaourt est obtenu par fermentation lactique du lait à l'aide de deux bactéries pacifiques apparentées : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgarie*. Ces bactéries lactiques sont cultivées dans du lait pré-pasteurisé dans le but d'éliminer la plupart ou la totalité de la flore microbienne préexistante (**Luquet, 1990**). Le Codex Alimentarius et la FAO, définit le yaourt comme un « produit laitier », obtenu par fermentation lactique par l'action de *Lactobacillus delbrueckii* sub sp. *bacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* dans le lait pasteurisé, concentré et lait partiellement écrémé enrichi en extrait sec (**Codex Alimentarius, 1975**).

Le yaourt et de nombreux laits fermentés ont des propriétés bénéfiques pour la santé, liées aux souches spécifiques de bactéries qu'ils contiennent. Ainsi le yaourt peut améliorer la digestion du lactose, certains laits fermentés peuvent améliorer les troubles intestinaux, et d'autres peuvent agir sur le système immunitaire (**Syndifrais et al., 1997**).

### **I.2. Historique**

Le mot yaourt (ou yogourt) est originaire d'Asie, du mot turc "yoghumark" qui signifie "épaississement". En 1902, deux médecins français, Ris et Khoury, isolent des bactéries présentes dans le lait. Après avoir des bactéries distinctes du yogourt "*Bacillus bulgaricus*", une évaluation de l'acidification du caillé a été réalisée et une méthode de production fiable et sécurisée a été suggérée. C'est en 1919 qu'Issa Carasso a commencé la production de yaourt à Barcelone, en utilisant une méthode industrialisée. Les yaourts dits "nature" constituent l'essentiel de la production de lait fermenté, mais à partir des années 1960 et 1970, les produits sucrés, salés et fruités voient le jour (**Tamime et Deeth, 1980**).

### **I.3 Matière première et ingrédients du yaourt**

#### **I.3.1. Lait frais**

Le lait peut être défini de différentes manières :

### **I.3.1.1. Définition physico-chimique**

Le lait est une émulsion de matière grasse en solution colloïdale, les fluides intermicelles sont de véritables solutions complexes (**Tamime et Deeth, 1980**).

### **I.3.1.2 Définitions réglementaires**

Le lait est un liquide opaque et apparaît blanc ou légèrement jaune. Malgré sa valeur nutritive, le lait constitue un terreau idéal pour divers micro-organismes en raison de sa composition physico-chimique unique. La principale matière première pour la production de yaourt est le lait. Il est composé d'environ 88% d'eau et 12% de matière sèche, qui comprend des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux (**Tamime et al., 1985**).

### **I.3.2. Lait en poudre**

L'industrie laitière algérienne est largement basée sur les matières premières importées, à savoir le lait en poudre et la matière grasse laitière anhydre. Techniquement, il s'agit essentiellement d'un processus de restructuration qui consiste la réhydratation de la poudre de lait associée à des matières grasses (**Mahaut, 2000**).

### **I.3.3. Protéines et matière grasse**

Les bactéries lactiques produisent des enzymes qui hydrolysent partiellement les protéines du lait (**Syndifrais, 1997**). Selon le codex Alimentarius, la teneur en matière grasse doit être au minimum égale à 3%. Dans le cas des yoghourts naturels, sucrés ou aromatisés, cette teneur est comprise entre 0,5% et 3%, tandis que dans les yaourts partiellement écrémés ou maigres est égale à 0.5% au maximum (**Syndifrais, 1997**).

### **I.3.4. Agents texturants**

Ce Sont des additifs alimentaires que nous ajoutant dans le yaourt et qui regroupent les épaississants, les émulsifiants et les gélifiants. Parmi les agents texturants nous pouvons citer :

- Les amidons et dérivés.
- Les gommes comme les carraghénanes, caroube, guar, gomme arabique qui ont des propriétés épaississantes mais aussi gélifiantes (**Jeantet et al., 2008**).

### I.3.5. Les fruits

Les fruits peuvent être un ajout approprié au yaourt, qu'il ait été préparé avec ou sans sucres ajoutés. La préparation du fruit peut être affectée par des agents de texture qui peuvent également contribuer à améliorer la consistance du lait. Les fruits rouges et les fruits exotiques sont parmi les variétés les plus consommées (Pacikora, 2004).

### I.3.6. Les souches utilisées dans le yaourt (ferments lactiques)

L'utilisation de bactéries lactiques du levain pour créer des produits laitiers a été une pratique réussie qui est antérieure aux méthodes traditionnelles de fabrication du yaourt. Le levain expérimental, avec sa flore bactérienne non sélectionnée comprenant plusieurs espèces, a été utilisé à cette fin (Ongole *et al.*, 2007).

#### I.3.6.1 Les Streptococcus

La plus courante dans le yaourt est *Streptococcus thermophilus* qui se trouve dans le lait et le fromage fermenté. C'est une bactérie sensible, sans antigène, résistante à la chaleur (jusqu'à 60 °C. pendant 30 minutes), au Bleu de méthylène (0,1 %) et aux antibiotiques. La croissance optimale se situe entre 40 et 50 °C. La tâche principale de *Streptococcus thermophilus* dans le processus de fermentation implique la conversion du lactose présent dans le lait en un composé acide. Ce processus conduit à la production de l'acide lactique qui acidifie le lait justement a présence d'acide lactique est responsable de la consistance du lait, car elle augmente l'épaisseur du lait. Cette augmentation d'épaisseur est provoquée par la synthèse du sucre, qui contient du galactose, du glucose et de petites quantités de rhamnose, d'arabinose et de D-mannose (Dellaglio *et al.*, 1994). La figure 1 représente les streptocoques.

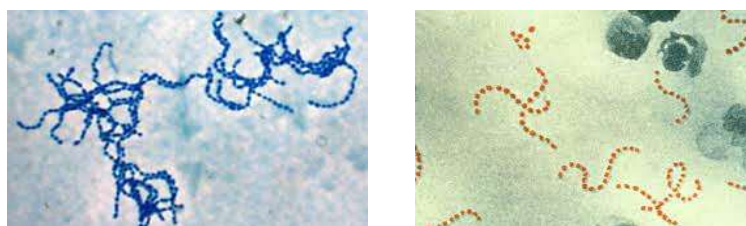


Figure 1 : Les Streptocoques (Yildiz, 2010)

### I.3.6.2 Lactobacillus

*Lb. bulgaricus* est un bacille Gram positif, immobile, non sporulée, micro aéroophile. Elle est isolée sous forme de bâtonnets ou de chaînettes. Elle possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses par voie d'Embden Meyerhof. Elle est incapable de fermenter les pentoses. *Lb. Bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42 °C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt.

Ces deux bactéries lactiques tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relié au peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le système le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase, dont les bactéries lactiques sont déficientes. Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elles sont dites micro aérophile (**Georges *et al.*, 2008**). Comme montre la figure 2 ci-dessous.



**Figure 2 : Les Lactobacillus (Yildiz, 2010)**

### I.4. Comportement associatif des deux souches

*St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* sont élevés en coopération dans une culture mixte appelée proto-coopérative, avec des avantages techniques et nutritionnels du point de



vue de la qualité de l'hygiène des produits. Ces bactéries ont un effet bénéfique par leur activité acidifiante. En même temps, ils génèrent des produits secondaires qui contribuent aux qualités organoleptiques du yaourt. D'un point de vue nutritionnel, l'activité fermentaire de ces bactéries lactiques facilite la dissolution des différents composants du lait, augmentant ainsi leur biodisponibilité. Dans le processus de production du yaourt, l'utilisation conjointe de ces deux souches peut améliorer la corrélation positive indirecte entre elles. Cette interaction, appelée proto-coopération, se traduit d'abord par des taux d'acidification plus élevés que ceux observés dans les cultures pures, où il faut 6 à 10 heures pour que le lait coagule à 45°C. Un accroissement des concentrations bactériennes est observé en parallèle avec une résistance plus élevée à l'acidité du milieu. Elle induit également une amélioration de la production des composés d'arômes (acétaldéhyde notamment) et de la stabilité physique du produit (réduction des problèmes de synérèse) (**Georges *et al.*, 2008**).

## **I.5. Intérêts et fonctions des bactéries lactiques**

### **I.5.1. Production d'acide lactique**

La production d'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques dans la technologie du lait, car cet acide organique concentre et maintient les produits laitiers et la matière sèche du lait, intervient aussi comme coagulant et agent antibactérien (**Schmidt *et al.*, 1994**). Le métabolisme est homofermentaire (seul de l'acide lactique est produit). L'acidité du yaourt est généralement exprimée en degrés Dornic (D°) (1 D° = 0,1 g/l d'acide lactique). Elle se situe entre 100 et 130 D° (**Loones, 1994**). L'importance de l'acide lactique dans le processus de fabrication du yaourt peut se résumer comme suit (**Tamime *et al.*, 1985**) :

- Aide à déstabiliser les micelles de caséine, conduisant à la formation de gels ;
- Donne au yaourt son goût unique et caractéristique car il contribue à augmenter la saveur et les arômes de yaourt ;
- Agit comme inhibiteur des micro-organismes nuisibles.

### **I.5.2. Activité protéolytique**

Pour répondre aux besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent-dégrader la fraction protéique du lait constituée de caséine et de protéines sériques. Leurs

systemes sont constitués de deux types d'enzymes différents : les protéases et les peptidases. *Lb. Bulgaricus* possède des protéases localisées, principalement au niveau de la paroi cellulaire. Cette activité protéolytique permet d'hydrolyser la caséine en polypeptides. *St. thermophilus* est connu pour avoir une faible activité endopeptidase. Elle dégrade les polypeptides en acides aminés libres grâce à son activité exopeptidase (Leory *et al.*, 2002).

### **I.5.3. Activité aromatique**

Beaucoup de composés volatils et aromatiques contribuent à donner goût et appétence au yaourt. Le lactose participe en grande partie à la formation de ces composés, l'acide lactique donne au yaourt son goût acidulé. L'acétaldéhyde, dont il provient en grande partie de la thréonine, elle joue un rôle essentiel dans ces propriétés organiques. La concentration de *Lactobacillus* augmente lorsque ce dernier est combiné avec Streptocoque, qui en produit peu. L'acétaldéhyde peut provenir :

- Le pyruvate, par action de la pyruvate décarboxylase ou par Pyruvate déshydrogénase (également appelée forme pyruvate lyase).
- Génération de thréonine par l'action de la thréonine aldolase. Le diacétyl contribue aux saveurs subtiles grâce à la conversion d'acide citrique, suivi du lactose dans certaines souches de Streptocoque. Autres composés (acétone, acétoïne) contribuent à la finesse de la saveur. Ceci est fait par un choix judicieux des souches, leur capacité à produire des composés qui donnent un arôme agréable au produit et au maintien de ce rapport pendant la fermentation.

Selon (Zourrari *et al.*, 1991), la saveur caractéristique du yaourt, due à la production du diacétyl et de l'acétaldéhyde et qui est recherchée dans les produits de type « nature », est en partie masquée dans les yaourts aromatisés.

### **I.5.4. La texture**

La texture et la douceur sont des éléments d'appréciation importants de la qualité du yaourt pour le consommateur. Certaines souches bactériennes ont la capacité d'utiliser des substrats carbonés pour générer des sucres extracellulaires, qui aident à augmenter la viscosité du lait fermenté et jouent ainsi un rôle important dans la fabrication des produits de fermentation, la réduction du changement de gel par des processeurs mécaniques et la contribution à la viscosité de yaourt et la production de polysaccharides externes (EPS) (Schmidt *et al.*, 1994).

## I.6. Les différents types du yaourt

Le yaourt contient plusieurs types qui diffèrent l'un de l'autre selon la composition, la technologie de fabrication et la saveur (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002).

Les different types	Caractéristiques
<b>Selon la teneur en matières grasses</b> -Yaourt maigre  -Yaourt nature  -Yaourt entier	-Teneur en matière grasse inférieure 1%. -Teneur en matières grasses supérieure ou égale à 1 %  -Teneur en matière grasse supérieure ou égale 3,5% (en pratique de 3 à 4,5%).
<b>Selon la technologie de fabrication</b> -Yaourt ferme  -Yaourt brassé  -Yaourt à boire	- Ce sont les yaourts en pots, généralement des yaourts naturels ou aromatisés. La fermentation se fait après la mise en pot à une T° de 42°C et 44°C - L'incubation du type brassé se fait en cuve et le refroidissement est réalisé avant le conditionnement - Le coagulum est réduit à l'état liquide avant le conditionnement
<b>Selon les additifs alimentaires</b> -Yaourt aromatisé -Yaourt fruité -Yaourt light	-Addition des arômes. -Addition de fruits. - Addition d'édulcorant sans sucre.

## I.7. La technologie de fabrication du yaourt

### I.7.1. Réception du lait

Le principal ingrédient utilisé dans ce processus est le lait frais, bien que du lait reconstitué (dérivé de lait écrémé en poudre), du lait recombinaison (composé de matière grasse laitière anhydre et de lait écrémé en poudre) ou une combinaison des deux puissent également être utilisés. Quelle que soit la source, le lait doit être

d'excellente qualité microbiologique, dépourvu de tout résidu d'antibiotique ou d'autres substances susceptibles d'entraver le processus, et doit être uniformément homogénéisé (FAO, 1995).

### **I.7.2. Enrichissement en matière grasse**

La teneur en matière sèche du lait utilisée dans la production de yaourt revêt une importance significative, car elle est responsable de la texture et de l'épaisseur du produit résultant. Pour enrichir ce contenu, du lait en poudre ou des protéines de lactosérum sont couramment ajoutés. Les poudres sont d'abord saupoudrées à environ 40°C pour assurer une bonne réhydratation. A la suite de cette étape, un processus de filtration et de désaération est généralement réalisé (Jeantet *et al.*, 2008).

### **I.7.3. Homogénéisation**

L'homogénéisation est un processus nécessaire qui consiste à réduire la taille des globules gras dans le lait. Cette étape est cruciale pour éviter la remontée des matières grasses lors de la fermentation, ainsi que pour augmenter la viscosité du yaourt. Il permet également d'éviter l'apparition d'exsudation sérique, ou synérèse, lors du stockage du yaourt ferme (Beal et Sodini, 2003). L'homogénéisation peut être effectuée avant ou après le processus de pasteurisation, la pression étant généralement comprise entre 100 et 300 bars (Corrieu et Luquet, 2005).

### **I.7.4. Traitement thermique**

Le lait qui a été enrichi, et éventuellement sucré, est soumis à un processus de chauffage. La méthode de traitement thermique la plus fréquemment employée consiste à chauffer le lait à 90-95°C pendant une durée de 3 à 5 minutes (Mahaut *et al.*, 2000). Ce traitement thermique a de multiples effets sur la composition microbienne du lait, ainsi que sur ses propriétés physico-chimiques et fonctionnelles. Ce processus crée des conditions idéales pour la prolifération des bactéries lactiques, élimine les bactéries nocives et indésirables et neutralise les agents qui entravent la croissance comme les lactoperoxydases. La structure tridimensionnelle des protéines est impactée par le traitement thermique, entraînant des modifications de leurs propriétés fonctionnelles. De plus, le traitement thermique provoque la dénaturation des protéines de lactosérum, dont 85 % se lient aux molécules de caséine (Mahaut *et al.*, 2000).

### **I.7.5. Refroidissement**

Après la pasteurisation, le lait est refroidi à la température d'ensemencement souhaitée, habituellement de 40 à 45 °C (**Pascal, 1998**).

### **I.7.6. Ensemencement**

Après avoir été enrichi et traité thermiquement, le lait est ensuite refroidi à une température idéale pour la croissance symbiotique des bactéries lactiques. Cette température est typiquement comprise entre 40 et 45°C. Le processus d'inoculation implique un taux élevé de bactéries, allant de 1 à 7% pour l'inoculation indirecte à partir de levain avec un ratio de *S. thermophilus* et *L. bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts nature, et jusqu'à 10 pour les yaourts aux fruits (**Mahaut et al., 2000**). L'ensemencement direct à partir de bactéries lactiques concentrées congelées se fait à raison d'environ 0,03 %. Pour s'assurer que le mélange de lait et de ferment est uniformément réparti, il est nécessaire de bien agiter le mélange (**Enkeljda, 2004**).

### **I.7.7. Fermentation**

Lors de la production de yaourts fermes, le mélange de lait et de ferment est éliminé et le processus d'acidification a lieu dans des pots individuels. Cependant, lors de la fabrication de yaourts brassés, le lait est acidifié dans une cuve. Dans les deux cas, la période d'incubation a lieu à des températures allant de 42 à 45°C pendant une durée de 2,5 à 3,5 heures. L'objectif principal de cette phase est d'atteindre un niveau d'acidité de 70-80°D pour les yaourts vapeur et de 100-120°D pour les yaourts brassés (**Mahaut et al., 2000**).

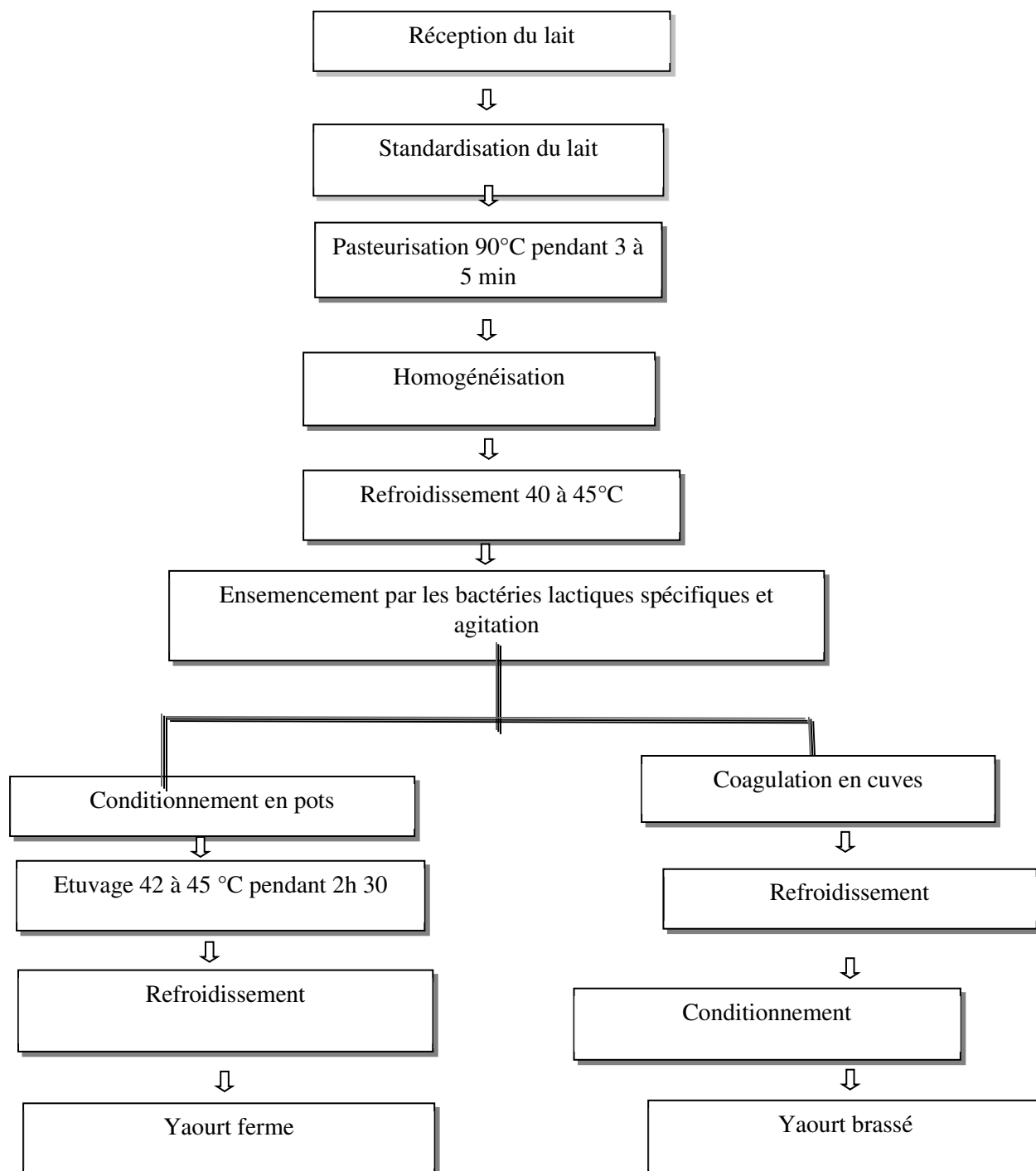
### **I.7.8. Refroidissement**

Lorsque l'acidité est atteinte, on procède à un refroidissement rapide pour bloquer la fermentation (**Mahaut et al., 2000**).

### **I.7.9. Conditionnement et stockage**

Les produits à base de yaourt, conditionnés dans des pots en plastique ou en verre, subissent un refroidissement par passage dans des tunnels jusqu'à ce que la température atteigne 4°C. Ils sont ensuite stockés dans une chambre réfrigérée et sont sans danger pour la consommation. Cependant, il est important de noter que la durée de conservation recommandée de ces yaourts n'est que de 28 jours. Pendant le stockage, les bactéries lactiques présentes dans le yaourt subissent une activité réduite, conduisant à un processus connu sous le nom de post-acidification. Au

cours des deux premiers jours de stockage, ce processus provoque une légère diminution des niveaux de pH, comme indiqué dans les recherches **d'Enkelejda (2004)**. Le diagramme de figure 3 montre les étapes précédentes.



**Figure 3** : Diagramme de fabrication du yaourt (Veisseyre, 1979).

### I.8. Les défauts de fabrication

La préparation du yaourt comprend plusieurs étapes principales, où le processus de fermentation et la composition du gel doivent être soigneusement contrôlés. Après surveillance, les changements de goût, d'apparence et de texture sont courants. Certains d'entre eux semblent nuire à la qualité finale du produit. Le tableau 2 ci-dessous montre quelques anomalies dans le yaourt et leurs causes (Vignola, 2002).

**Tableau 2 :** Les différentes anomalies de fabrication du yaourt (Vignola, 2002).

Défauts	Causes
<p><b>Défauts organoleptiques</b></p> <p><b>1- Apparence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Décantation, synérèse</li> <li>- Production de gaz ou colonies en surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur ou post-acidification (par fermentation mal conduite).</li> <li>- Refroidissement trop faible.</li> <li>- Excès d'agitation.</li> <li>- Contamination par coliformes ou par levures.</li> </ul>
<p><b>2- Texture</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque de fermeté (pour yaourt traditionnel)</li> <li>- Trop liquide (yaourt brassé)</li> <li>- Texture sableuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensemencement faible Mauvaise incubation.</li> <li>- Brassage trop violent Mauvaise incubation</li> <li>- Chauffage poussé au lait.</li> </ul>
<p><b>3- Goût</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amertume</li> <li>- Levure, fruité, de moisi</li> <li>- Plat, manque d'acidité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longue conservation.</li> <li>- Contamination par levures et moisissures.</li> <li>- Mauvaise activité des levains.</li> </ul>

### I.9. Les intérêts thérapeutiques du yaourt

Le yaourt est un lait fermenté qui contient des bactéries lactiques spécifiques. Ce sont des aliments actifs associés à des propriétés probiotiques. Les bactéries lactiques contiennent l'enzyme lactase (bêta-galactosidase) qui est active dans tout le tube digestif, ce qui rend le yaourt idéal pour les personnes intolérantes au lactose. Il a un effet probiotique, renforçant l'immunité intestinale et systémique. La consommation

de yaourt est associée à une prévalence plus faible de surpoids, d'obésité, de syndrome métabolique et de diabète de type 2 (**Jeantet et al., 2008**).

Des effets positifs sur la tension artérielle et les graisses plasmatiques ont également été observés (**Jeantet et al., 2008**). Plusieurs études épidémiologiques pourraient expliquer la réduction du risque cardiovasculaire associée à la consommation de yaourt. Les nutriments et composants responsables de ces effets sont inconnus : le rôle du calcium, des acides gras laitiers spécifiques, de certains peptides, de certains oligosaccharides, des bactéries lactiques est suspecté. De plus, la consommation de yaourt et de lait fermenté semble être bénéfique pour l'ostéoporose et, enfin, elle pourrait être liée à un risque moindre de cancer colorectal. Plusieurs enquêtes alimentaires ont montré que les consommateurs de yaourt ont une alimentation de meilleure qualité, une gamme plus large d'apports nutritionnels recommandés et une plus grande préférence pour les styles alimentaires associés. Ce sont des aliments actifs qui associent les propriétés nutritionnelles des produits laitiers à leurs propriétés probiotiques (**Jeantet et al., 2008**). On peut résumer ces intérêts en quelques points :

- **Activité antimicrobienne** : préventif contre les infections gastro-intestinales ;
- **Stimulation de système immunitaire** : Le yaourt a un effet immunitaire régulateur, il augmente la production d'interférons et d'immunoglobulines et d'exciter l'activité des **lymphocytes B**. Cet effet est attribué à *Lactobacillus Bulgaricus* (**Jeantet et al., 2008**).
- **Action anticholestérolémiante** : l'assimilation du cholestérol par les bactéries (**Izquierdo-Alegre, 2009**).
- **Action préventive contre les cancers** : *Les lactobacilles* modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs des tumeurs cancéreuses) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuses. Cet effet serait notamment attribué à la production de polysaccharides par ferment (**Jeantet et al., 2008**).



# **Chapitre II**

## **Le kaki**

## II.1. Description et historique de kaki

### II.1.1. Historique

#### II.1.1.1. À travers le monde

Depuis la période préhistorique, les persimons, appelés aussi kaki (*Diospyros kaki L.*) ont été cultivés en Chine, au Japon et en Corée. Les kakis japonais (*Diospyros kaki L.*) sont les plus connus des espèces des persimons. Il y a environ mille variétés de kaki que l'on peut diviser en groupes selon leur couleur et leur astringence. Au XVII<sup>ème</sup> siècle, les européens font la connaissance du *Diospyros kaki L.*, grâce aux moines jésuites qui ont voyagé en Chine, notamment le moine Ricci, en 1613. Les persimons furent ainsi introduits dans le bassin méditerranéen il y'a plus d'un siècle. Les kakis sont originaires du nord de la Chine et sont cultivés depuis 1000 ans. Il est cultivé au Japon depuis environ 100 ans. Les nombreuses races de Chine (plus de 2 000 espèces) et du Japon (plus de 800 espèces) attestent de l'ancienneté de cette culture dans ces pays. En plus de ces deux pays, les kakis sont largement distribués en Asie du Sud-Est, où ils constituent l'une des principales sources de nourriture pour des dizaines de millions de personnes. Ces variétés ont été introduites en France depuis la Chine en 1860, puis se sont répandues dans les jardins botaniques (comme le Muséum d'histoire naturelle de Paris) et les jardins familiaux, mais n'ont pas été plantées par les arboriculteurs en raison d'une mauvaise sélection des variétés (**Hitaka et al., 2013**).

#### II.1.1.2. En Algérie

Le fruit du kaki est originaire du Japon et est connu comme le fruit de la déesse, et en Algérie il s'appelle Zenbaâ et a un goût sucré et unique qui est recherché par de nombreuses personnes à travers le monde. Les meilleurs kakis sont les kakis japonais et les kakis américains. Mais en fait, il est également disponible en Algérie de septembre à décembre, où ses prix sont les plus élevés et considéré comme des fruits premium. Actuellement cultivé dans les vergers ou les jardins familiaux comme arbre d'ornement, il porte des fruits à l'automne ou même au milieu de l'hiver. En conséquence, ces arbres se sont répandus dans les zones côtières et les sols argileux riches en matière organique. En fait, le fruit a été introduit pour la première fois en Algérie en 1894, mais jusqu'à aujourd'hui, les kakis n'existent que dans certaines

régions, comme Médéa, Miliana, Blida, Tizi Ouzou et Annaba et rarement dans la wilaya de Bouira.

Comme le quartier Mistra du quartier Boughni connu par ses couleurs de kaki. Mais la production de fruits a fortement chuté dans la région récemment en raison d'un manque d'intérêt des agriculteurs et d'un manque d'eau dans les terres agricoles de la région, surtout depuis cette année, lorsque la production de fruits a considérablement chuté. Les producteurs de fruits disent que la dernière saison agricole a eu un faible rendement de kaki pour un certain nombre de raisons. Au premier rang de ceux-ci, la crise de la sécheresse dans la région et le manque d'intérêt pour son développement, en particulier chez les jeunes, épuisés par les effets de la pandémie et qui migrent vers les villes à la recherche d'opportunités d'emploi. Les jeunes soulignent que ces dernières années, la ville de Mistra a produit à elle seule environ 50 quintaux pour la consommation locale et nationale, car elle a organisé plusieurs événements pour mettre en valeur le fruit, mais au cours des deux dernières années, pas plus de 5 à 10 quintaux ont été produits. (<https://topdestinationsalgerie.com/?p=6483>)

### II.1.1.3. A Bouira

Le kaki est une denrée rare dans la wilaya de Bouira, en raison du manque d'intérêt pour la culture de cette plante étrangère. Il est cultivé à l'échelle familiale et sa présence est limitée à quelques régions et villages (Ighrem, Tazmalt ).

## II.1.2. Description

### II.1.2.1. Description simple

En grec, *Diospyros* signifie « met divin ». Le plaqueminier est aussi appelé prunier-dattier, car son goût rappelle la date. Le plaqueminier est un arbre au port étale d'environ 6 mètres de hauteur qui possède des feuilles caduques ovales vert sombre, qui deviennent jaune à orange profond en automne, des fleurs de couleur crème, de fruit orange ou jaune, de diamètre d'environ 8 cm (**Gaston, 1990**). Les kakis sont de couleur orange, d'un goût doux et de texture charnue et présentent une pelure rouge-orange lustrée dure et une pulpe de couleur orange-jaune avec un goût sucré. La coupe transversale du kaki à maturité montre (de l'extérieur vers l'intérieur) la zone épidermique de couleur verte, la pulpe de couleur vert-jaune et la présence d'une partie pétalement verdâtre (**Nicoletia et al., 2005**). Voir la figure ci-dessus



**Figure 4** : les feuilles et le fruit de kaki. (Original, 2023)

### II.1.2.2. Description botanique

Le kaki appartient au genre *Diospyros* qui fait partie de la famille des *Ebenaceae*. Qui est bien représentée en Afrique tropicale et en Asie. Ces plantes étaient clairement reconnues par nos ancêtres grecs, car le nom du genre que nous utilisons aujourd'hui est ce que les Grecs appelaient la plante, **Dios** signifiant divin (Gaston, 1990). Le tableau 3 ci-dessus résume les informations botaniques sur le kaki.

**Tableau 3** : la description botanique de kaki (Zaghdoudi, 2015)

Phylum	<i>Accomycota</i>
Règne	<i>Plantae</i>
Classe	<i>Magholiopsida</i>
Sous classe	<i>Dilleniidae</i>
Ordre	<i>Ebanales</i>
Famille	<i>Ebenaceae</i>
Genre	<i>Diospyros</i>
Espèce	<i>Diospyros kaki L.</i>

### II.2. Les différentes variétés de kaki

Le kaki un fruit exotique plutôt méconnu. Pourtant, chez ceux qui savent le cuisiner, il occasionne de l'effervescence quand il arrive sur les étals à l'approche du mois de décembre. Il en existe différentes variétés qui ont chacune des caractéristiques différentes sur le plan du goût et de la texture. (Yamada *et al.*, 2012)

Il existe deux principaux types de kaki, astringent et non astringent. Historiquement, tous les kakis étaient astringents et non comestibles tant qu'ils n'étaient pas complètement mûrs. En raison de leur nature astringente, ils ne pouvaient pas non

plus être transportés ou conservés très bien, Ce n'est que dans les années 1960 que les botanistes ont réussi à créer de nouvelles variétés de plantes grâce à la sélection sélective. Bien que certains aient suggéré que cette percée était une découverte fortuite, elle demeure une réalisation importante dans le domaine de la sélection végétale. Cela signifiait que le kaki pouvait être mangé alors qu'il était encore ferme et expédié pratiquement partout dans le monde et stocké pendant des mois. Aujourd'hui, les kakis non astringents sont cultivés dans le monde entier, le type le plus courant de kaki non astringent dans le **Fuyu**, le kaki non astringent est comestible même au stade orange (**Julia et al., 1987**). Le tableau 4 ci-dessous résume quelques variétés de kaki.

**Tableau 4** : les différentes variétés de kaki (**Julia et al. ,1987**).

<b>Le kaki astringent</b>	<b>Le kaki non astringent</b>
Hachiya	Fuyu
Greley	Hanagocho
Ormod	Izu
Giombo	Ichikikeijiro
Nishimurawase	Tamopon
Saijo	Maekawajiro
Great wall	Midia

### **II.3. L'astringence de kaki**

Le kaki est un fruit exotique qui contient deux variétés différentes à cause de l'astringence de ce fruit.

L'astringence est une sensation de sécheresse, de rugosité et de constriction au niveau des tissus buccaux. Cette sensation lorsqu'elle est trop prononcée, devient désagréable. Elle joue donc un rôle important dans le goût des aliments et boissons d'origine végétale.

Cette astringence provoquée par les tanins qui sont présents en quantité assez remarquable dans quelques variétés de kaki. Les agricultures cultivaient ce fruit, travaillent toujours sur l'élimination de ce goût désagréable de kaki par plusieurs techniques. Soit par des techniques naturelles, soit des techniques artificielles ou industrielles (**Yamada *et al.*, 2012**).

### **II.3.1. La technique naturelle ancestrale**

Pour éliminer l'astringence des fruits, il est recommandé de les faire tremper dans de l'eau chaude pendant une journée complète, puis de les enfermer dans un sac bien fermé avec une pomme. Ce processus éliminera complètement l'astringence ou la maintiendra à distance pendant plusieurs jours, généralement trois à quatre (**Yamada *et al.*, 2012**).

### **II.3.2. La technique industrielle**

Les méthodes les plus utilisées sont les traitements au dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans des chambres enfermées avec une température contrôlée. Le traitement à l'alcool éthylique, a également été appliqué. Ce principe d'enlèvement de l'astringence a été utilisé au japon pour réduire les pertes et les dégâts pendant la récolte, ainsi pour garantir la bonne conservation de fruits (**Yamada *et al.*, 2012**).

## **II.4. La composition nutritionnelle de kaki**

Le kaki est une source naturelle de vitamines, nutriments et minéraux. Ce précieux fruit riche en antioxydants, contient aussi des substances antitumoral. Le tableau 5 ci-dessous contient les différents composants nutritionnels de ce fruit.

**Tableau 5** : la valeur nutritionnelle de kaki. (Yamada *et al.*, 2012)

<b>Principe</b>	<b>Valeur nutritive</b>
Énergie	70 Kcal
Les Glucides	18,59 grammes
Protéine	0,58g
Graisse totale	0.19g
Cholestérol	0g
Fibre alimentaire	3,6 g
<b>Vitamines</b>	
Choline	7,6 mg
Folates	8µg
Niacine	0,100 mg
Pyridoxine	0,100 mg
Riboflavine	0,020 mg
Thiamine	0,030 mg
Vitamine C	7,5 mg
Vitamine A	81 UI
Vitamine E	0,73 mg
Vitamine K	2,6 µg
<b>Électrolytes</b>	
Sodium	1mg
Potassium	161 mg
<b>Minéraux</b>	
Calcium	8mg
Cuivre	0,113 mg
Fer	0,15 mg
Magnésium	9mg
Manganèse	0,355 mg
Phosphore	17mg
Zinc	0,11 mg
<b>Phyto-nutriments</b>	
Carotène-a	0 µg
Carotène-β	253 µg
Crypto-xanthine-β	1447µg
Lutéine-zéaxanthine	834 µg
Lycopène	159 µg

## II.5. La composition chimique et les agents bioactifs de kaki

Le kaki est une source de nombreux macros et micronutriments, présentant une grande bio activité. Dans ce contexte, on peut mettre en évidence les glucides, les acides organiques, les composés phénoliques, les caroténoïdes et les tanins comme principaux nutriments présents dans le fruit, ce qui lui confère des propriétés antioxydantes, cytotoxiques et antidiabétiques. De plus, la composition chimique du kaki est importante, non seulement pour comprendre ces activités biologiques, mais aussi pour l'acceptation sensorielle du fruit, c'est pour cela en considère le kaki comme un fruit précieux et rare car il est riche en plusieurs composants bénéfiques pour la santé humaine et même rentre dans certain traitement de quelques maladies (Kluge *et al.*, 2018).

### II.5.1. Les sucres et les acides organiques

Les glucides sont les principaux macronutriments présents dans le kaki. Ils représentent l'apport calorique majeur du fruit, environ 76,60 kcal / 100g dont 75,32 kcal proviennent des glucides. La plupart des glucides dans le kaki sont des monos et des disaccharides, représentés par le glucose, le fructose et le saccharose avec des teneurs moyennes de 5,95g / 100g de fruits frais, respectivement. Le goût sucré d'un fruit est important pour sa qualité et son acceptation sensorielle, et les métabolites primaires, les sucres jouent un rôle important. La teneur totale en acides organiques du kaki est d'environ 22,76 µg/mg de matière sèche, l'acide citrique, malique et succinique étant en moyenne de 5,60, 9,07 et 8,09 µg/mg de matière sèche de kaki, respectivement. Ce fruit est une grande source de sucre naturel et d'énergie bénéfique pour la santé. (Novilo *et al.*, 2015)

### II.5.2. Les fibres

La teneur totale moyenne en fibres indiquée (3,86 g/ 100g) est relativement plus élevée par rapport à d'autres fruits qui sont connus pour leur teneur en fibres insolubles. (Hernández *et al.*,2014). Dans la variété de kaki "Rojo Brillante", une quantité substantielle de fibres alimentaires a été découverte au cours de l'étude. La quantité était d'environ 14,80 g /100 g (base sèche), la majorité étant constituée de fibres insolubles s'élevant à 9,40 g/ 100 g. Dans des études précédentes, les chercheurs ont examiné le kaki "Triumph" dans diverses parties, y compris la pulpe, la peau et le fruit entier. Les effets bénéfiques des fibres alimentaires sur la santé sont attribués à plusieurs facteurs,



notamment l'absorption des nutriments, la modulation du microbiote intestinal, la régulation de la glycémie postprandiale et de l'insulinémie, ainsi que le taux de cholestérol, et d'autres facteurs. (**Hernández et al., 2014**).

L'apport moyen recommandé en fibres pour les adultes (19 à 50 ans) est de 38 g pour les hommes et de 25 g pour les femmes par jour. Par conséquent, le kaki peut être considéré comme une bonne source de fibres, car la portion moyenne de 168 g, contenant 6,05 g de fibres, fournit 15,90 % du total à consommer en une journée par les hommes et 24,20 % par les femmes, dans la gamme susmentionnée. (**Matheu et al., 2020**)

### **II.5.3. Les protéines**

La teneur en protéines du kaki est faible, avec une moyenne de 0,54 g à 100/g. Les principaux acides aminés libres sont l'alanine, l'acide 4-aminobutanoïque, l'acide aspartique, l'acide glutamique, la glutamine, l'isoleucine, la leucine, la thréonine, l'alanine et la citrulline. Dans les travaux de (**Santos et al., 2018**). L'alanine et l'acide 4-aminobutanoïque sont les seuls acides aminés identifiés par la spectrométrie de masse avec des zones intégrales fiables. Dans la même étude, il a été observé que la teneur en citrulline diminue pendant la maturation, ce qui est lié au processus de synthèse et de dégradation des protéines au cours de la maturation et du développement des fruits (**Santos et al., 2018**).

### **II.5.4. Le métabolisme secondaire**

Les composés dérivés du métabolisme secondaire ont généralement une structure complexe, un faible poids moléculaire et une activité biologique importante. Ils sont importants pour la physiologie végétale en réponse à des stimuli externes, ainsi que pour la consommation humaine. Ces composés bioactifs présentent une activité métabolique ou physiologique spécifique bénéfique pour la santé, comme antioxydants, anti-inflammatoires, hypocholestérolémians, anti-angiogéniques. De plus, ils peuvent être utilisés dans plusieurs branches industrielles, telles que pharmaceutique, alimentaire et agronomique. Les antioxydants naturels dans les fruits et légumes ont suscité un intérêt croissant dans la communauté scientifique (**Pereira et al., 2012**).

#### II.5.4.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites physiologiques des plantes qui fonctionnent dans le mécanisme de défense de la plante contre le stress environnemental, qui est associé à la production élevée de radicaux libres et d'autres espèces oxydantes. Chez le kaki, les composés phénoliques les plus courants sont l'acide férulique, l'acide p-coumarique, l'acide gallique, la catéchine, l'épicatéchine, la catéchine épigallo et les pro anthocyanidines condensées. Le profil phénolique de 11 espèces de kaki a été étudié par **Lattanzio (2013)**. Cet auteur a révélé que la catéchine et l'acide gallique sont les composés phénoliques majoritaires dans toutes les espèces étudiées. (**Lattanzio, 2013**)

#### II.5.4.2. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont d'autres composés importants observés dans de nombreux fruits et légumes à coloration rouge et orange. Ces métabolites secondaires sont chargés de capter la lumière et de fournir la couleur et la photoprotection dans le système photosynthétique. De plus, les caroténoïdes présentent également une activité antioxydante. Il est connu que différents facteurs affectent le profil des caroténoïdes chez le kaki, tels que l'environnement (climat, techniques de culture, conditions post-récolte, entre autres), le stade de maturation et les facteurs génétiques. (**Lima et al., 2019**)

#### II.5.4.3. Les tanins

Les tanins sont d'autres composés largement étudiés chez le kaki, car ils représentent les principaux composés phytochimiques présents dans ce fruit. Les tanins condensés sont également connus sous le nom de pro-anthocyanidine. Ils sont capables d'interagir avec certaines macromolécules, telles que les protéines, l'amidon et d'autres glucides. C'est un facteur important lors de la consommation, lorsque les tanins de haut poids moléculaire interagissent avec les enzymes présentes dans la salive, principalement l'amylase, provoquant une sensation de sécheresse en bouche, qui caractérise l'astringence indésirable. Par conséquent, de nombreux traitements de réduction des tanins après la récolte sont employés pour rendre les fruits plus propres à la consommation. Certaines propriétés liées à la santé humaine sont attribuées aux tanins, comme leur antioxydant, leur anti-rayonnement et antimicrobien. Dans une étude menée par **Liu et al., (2019)**, sur l'extrait de kaki « Shaguyihao », une

importante activité antimicrobienne a été observée contre le *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline d'origine porcine. (Liu *et al.*, 2019)

## II.6. Les intérêts de kaki

Des études démontrent une relation inverse entre la consommation de légumes et fruits et le risque de maladies dégénératives chroniques (telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète et le cancer). Parmi les métabolites secondaires présents dans le kaki, les caroténoïdes, les composés phénoliques et les tanins sont les plus importants.

### II.6. 1. Intérêts médicaux

#### II.6.1.1. Effet sur le système cardiovasculaire

Les feuilles de kaki ont été utilisées pour fabriquer du thé à boire en Chine et au Japon, qui est populaire auprès des populations locales depuis de nombreuses années. C'est parce que les feuilles de kaki et ses préparations possèdent de nombreuses activités efficaces sur le système cardiovasculaire. Les pro-anthocyanidines présentes dans le kaki peuvent réduire le risque de maladies cardiovasculaires en réduisant la pression artérielle et l'agrégation plaquettaire. Le jus de kaki et le vinaigre (kakisju) ont été utilisés au Japon comme médicaments traditionnels pour abaisser la tension artérielle. Il a été démontré que les fruits et les extraits de feuilles du kaki inhibent l'enzyme de conversion de l'angiotensine ou améliorent la production d'oxyde nitrique qui conduit à la vas relaxation. (Legssyer *et al.*, 2004)

#### II.6.1.2. Profil lipidique

Des apports élevés de lycopène se sont avérés réduire l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (LDL) Gorinstein *et al.* (2000). Ont montré qu'un régime enrichi en peau de kaki sec est 20 % plus efficace pour abaisser le LDL que le même régime, enrichi en pulpe de kaki sec. Dans une étude ultérieure sur des rats nourris avec des régimes contenant 1 % de cholestérol, Ont montré que toute utilisation soumise à des compléments de kaki mûr contrebalançait en partie les effets négatifs du régime riche en cholestérol, réduisant de manière significative le cholestérol plasmatique total d'environ 20 %, le LDL de 31 % et les triglycérides de 19 %. Ont conclu que les effets bénéfiques du kaki sur la réduction du cholestérol total, des LDL et des triglycérides sont principalement associés aux effets antioxydants des phénols de kaki dans le fruit (Gorinstein *et al.*, 2000).

### **II.6.1. 3. Effet anti diabétique**

L'hyperglycémie (taux élevé de sucre dans le sang) est la principale manifestation clinique du diabète. La supplémentation du régime alimentaire des lapins diabétiques avec de la pulpe de kaki séchée à des taux de 5 et 10 % du régime alimentaire a réduit les taux de glucose plasmatique d'environ 16 % et les triglycérides d'environ 40 % et a inhibé les enzymes digestives. **Lee *et al.* (2007)**. Ont montré que ce sont les oligomères et les polymères des pro- anthocyanidines du zeste de kaki qui ont le potentiel d'inhiber l'activité des  $\alpha$ -glucosidases ou des  $\alpha$ -amylase, des enzymes qui augmentent l'absorption du glucose dans l'intestin (**Lee *et al.*, 2007**).

### **II.6.1.4. Propriétés anticancéreuses**

Les caroténoïdes, tels que le lycopène, et les catéchines qui se trouvent dans les fruits de kaki, se sont révélés dans les tests *in vitro* et *in vivo* être chimio-protecteurs contre un large éventail de cancers, en particulier le cancer de la prostate et du sein, les cellules carcinoorales, les cellules de leucémie lymphoïde humaine et les polypes précancéreux du côlon chez la femme. Il a également été démontré qu'elles ont un effet inhibiteur de croissance sur les cellules cancéreuses du pancréas humain *in vitro*. Le mode d'action dans la réduction de la croissance des cellules cancéreuses peut se faire par inhibition de l'ADN polymérase, une enzyme impliquée dans la réplication de l'ADN, en endommageant les membranes mitochondriales, les centrales énergétiques des cellules ou par le biais de cellules programmées décès ou apoptose. (**Quanungo *et al.*, 2005**)

### **II.6.1.5. Autre intérêt médicinal**

Diverses parties de la plante de kaki telles que les calices de fruits ont été utilisées dans les cosmétiques pour réduire le vieillissement cutané, et des extraits de tanin de fruits de kaki réduisent les odeurs corporelles. L'extrait de feuilles contient des substrats antiallergiques, tels que l'astragalien, qui inhibent la libération d'histamine. Des études animales ont montré que l'extrait de feuilles de kaki pris par voie orale peut réduire la dermatite. La lutéine, l'un des caroténoïdes identifiés dans le pelage persistant, se trouve dans la macula (tache jaune sur la rétine spécialisée pour la vision à haute acuité). Il peut agir comme un filtre pour protéger la macula des formes de lumière dommageables (**Seddon *et al.*, 1994**).

## II.7. Intérêt économique

Le plaqueminer a une forte demande au marché européen et les filières des régions méditerranéennes sont encore peu développées. De plus la production en agriculture biologique est très rémunératrice car c'est une espèce rustique avec peu de problèmes phytosanitaires, facile à conduire, peu gourmande en main d'œuvre et nécessitant peu de besoin en froid avec un rendement important possible (Seddon *et al.*, 1994).

## II.8. Production de kaki

### II.8.1. Production de kaki dans le monde

La production mondiale de kaki est en forte hausse. En dix ans, la production mondiale de kaki a doublé pour se situer à 5 millions de tonnes. L'Asie domine la production mondiale.

De nos jours au Japon, le kaki est le cinquième fruit le plus consommé, mais il n'y a que quelques cultivars d'importance commerciale. Ces dernières années, l'intérêt pour le kaki a augmenté dans le monde entier, et quelques cultivars ont été introduits et cultivés ailleurs, notamment au Brésil, en Italie, aux États-Unis, en Palestine occupée, en Nouvelle-Zélande et en Australie. Le kaki est un fruit oriental typique et moins connu dans les pays non asiatiques. La majeure partie de la production de kaki provient d'Asie de l'Est. La production de *D. kaki* est largement supérieure à celle de *D. virginiana*. (Nom donné à l'espèce qui provient de l'Amérique) La production mondiale du kaki sur la base de statistiques de la FAO a été estimée à environ trois millions de tonnes, dont environ 90 % a été produit en Chine, en Corée et au Japon. Les plus grands producteurs en dehors de l'Asie sont le Brésil, la Palestine, l'Espagne et l'Italie. La production des pays européens méditerranéens (Italie, Espagne, Grèce et Portugal) en 2002 était estimée à 95 000 tonnes. Ainsi, le kaki gagne en popularité en tant que nouvelle récolte de fruits dans les pays non asiatiques. En 2012, l'Asie a produit environ 5,1 millions de tonnes, suivie de l'Europe avec 455 mille tonnes et des Amériques avec 181 mille tonnes. La zone de récolte comprend les régions suivantes : Asie, Europe et Amériques avec respectivement environ 1 million, 21,4 milles et 8,2 mille hectares (Yamada *et al.*, 2012).

### **II.8.2. En Algérie**

Le kaki est parmi les variétés exotiques qui poussent dans nos régions, il a été introduit en Algérie il y a plus d'un siècle sans pour autant trouver l'intérêt qu'il faut, en dépit de ses vertus nutritives et thérapeutiques et de ses nombreux avantages économiques. Il est présent dans plusieurs zones du territoire mais dont la plantation à une plus grande échelle n'a pas été encouragée dans les programmes de développement du secteur agricole. C'est dans l'objectif de sa vulgarisation que des efforts sont faits en vue de faire connaître cet arbre qui produit un fruit très riche en vitamines et qui s'adapte à tous les climats même aux températures extrêmes. On indique que le kaki a été introduit en Algérie pour la première fois en 1894 mais sans connaître le développement escompté, et ce, malgré les efforts faits en ce qui concerne sa vulgarisation. De nos jours, le plaqueminier n'est présent que dans certaines régions telles que Médéa, Miliana, Blida, Tizi Ouzou et Annaba et rarement à Bouira. <https://www.elmoudjahid.dz/fr/pdf/latest>.

### **II.9. Comparaison entre le kaki local et le kaki importé**

Le kaki reste toujours un fruit étrange malgré son adaptation à notre terre et notre climat. Le kaki supporte plus au moins bien le froid et les climats tempérés comme ceux de la méditerranées. C'est pour cela on trouve des qualités organoleptiques différentes entre les deux fruits grâce aux plusieurs facteurs climatiques et écologiques. Dans le tableau ci-dessous, sont récapitulés les signes de qualité entre les deux kaki importé et local.

**Tableau 6** : comparaison entre le kaki local et kaki emporté.

<b>Kaki locale</b>		<b>Kaki importer</b>
<b>Couleur</b>	Orange.	Orange clair. Rouge brique.
<b>Gout</b>	Très sucré / gout des dattes.	Moins sucré.
<b>Climat de plantation</b>	Tempéré Le climat Méditerrané.	Le froid. Pluies saisonnières. Climat tropical.
<b>La coupe transversal</b>	Coupe lisse sans rose et grains. Absence des grains.	Présence des grains. Apparition d'une rose lors de coup. Fruit emporté

# **PARTIE PRATIQUE**



# **Chapitre I**

## **Matériel et méthodes**

Le but de ce travail consiste à préparer un produit laitier (yaourt) à base du lait 'Candia' selon une méthode artisanale, supplémenté avec de la poudre et les morceaux de kaki afin d'améliorer sa teneur en nutriments et sa qualité organoleptique. L'ensemble des analyses ont été effectuées à l'échelle de laboratoire pédagogique de la faculté SNVST de l'université de Bouira.

### I.1. Le matériel utilisé

La matière première utilisée dans notre étude est le fruit de plaqueminer « kaki », du nom scientifique *Diospyros Kaki L.* Ce fruit a été récolté au stade final de maturation dans le jardin de notre maison paternelle au village Ighrem, commune Ahnif, wilaya de Bouira.



**Figure 5 :** Le fruit et l'arbre de kaki (original ; novembre 2022.)

Le yaourt a été préparé à base du lait Candia UHT dont la valeur nutritive est récapitulée dans le tableau 7

**Tableau 07 :** La valeur nutritionnelle de lait Candia UHT.

Valeur nutritionnelle moyenne pour 100ml	
<b>Valeur énergétique kJ</b>	188 kJ
<b>Kcal</b>	45 kcal
<b>Lipides g</b>	Min 1,5 g
<b>Acide gras saturé g</b>	1g
<b>Glucides g</b>	4,5 g
<b>Sucre</b>	4,5 g
<b>Protéines</b>	3 g
<b>Sel</b>	0,1 g
<b>Calcium</b>	120 mg

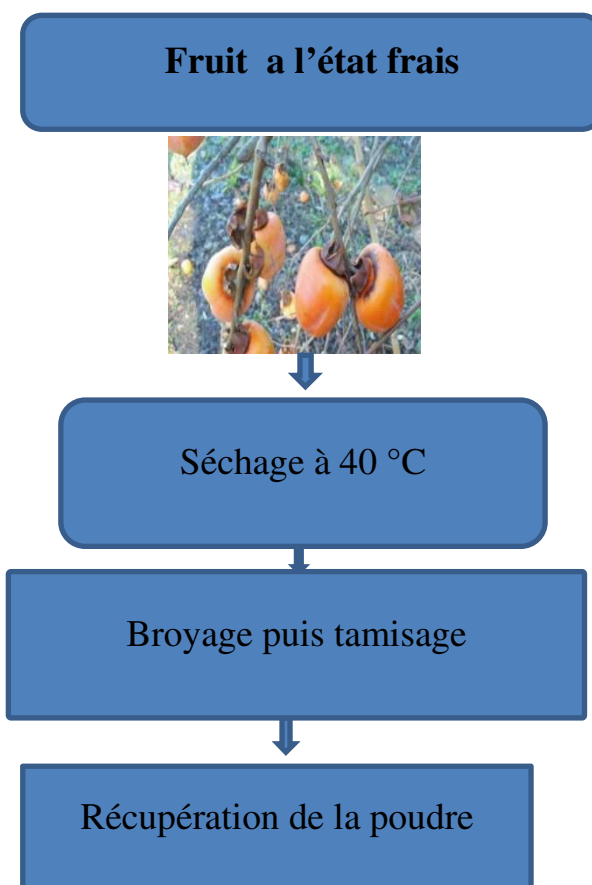
## I.2. Caractérisation de la poudre du kaki

### I.2.1. Préparation de la poudre de kaki

La récolte du fruit a été réalisée au mois de novembre. Après tri et lavage, les fruits sont essuyés à l'aide de papier absorbant puis coupés en minces tranches (0,1cm). Ces dernières ont été ensuite séchées dans un four à une température de 40 °C pendant 2h. Les fruits séchés sont broyés à l'aide d'un moulin à café Cobra CB-MAC-7120 après 1h de refroidissement. La poudre obtenue est conditionnée dans des flacons en verre étiquetés et conservés à l'abri de la lumière dans une température de 4°C. Le diagramme d'élaboration de la poudre de kaki est illustré par la figure 07.



**Figure 6 :** le kaki avant et après séchage.



**Figure 7 :** Diagramme de préparation de la poudre de kaki.

## I.2.2. Caractérisation physico-chimique de la poudre de kaki

Les méthodes utilisées pour la détermination des caractéristiques physico-chimiques sont celles décrites dans les normes **NF V 05-113, 1972 et NF V 05-108, 1997**

### I.2.2.1. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est la quantité d'eau contenu dans un échantillon. En détermine sa valeur selon la manipulation suivante :

5g de l'échantillon ont été pesés dans deux capsules dont le poids initial (à l'état vide) est connu, puis elles sont introduites dans l'étuve à 70°C. Après 2h, les capsules ont été retirées et pesées une autre fois puis elles sont remises dans l'étuve pendant 1h puis pendant 30 min jusqu'à l'obtention d'un poids stable.

La teneur en eau a été déterminée selon la formule suivante :

$$H (\%) = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

Soit :

H (%) : humidité,

M<sub>1</sub> : masse de la capsule + la poudre avant le séchage en g ;

M<sub>2</sub> : masse de la capsule + la poudre après séchage (g) ;

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

$$\text{Matière sèche } \% : 100 - H\%$$

### I.2.2.2. Mesure de pH

La détermination de pH par la méthode potentiométrique réalisée à l'aide de pH-mètre.

5g de l'échantillon dans un bécher de 25ml (poudre de kaki) dans 100ml d'eau distillée chaude, après une agitation en laisse la préparation refroidir, puis étalonné le pH mètre a base des solution tampon. Un volume V de l'échantillon a été prélevé pour permettre l'immersion de l'électrode après le réglage de température à 27°C. Attendre jusqu'à la stabilisation de lecture ensuite noter la valeur de pH.

### I.2.2.3. Détermination de la teneur en cendres

Chaque essai est calciné à une température de 550°C dans un four à moufle jusqu'à l'obtention de cendres blanchâtres de poids constant.

Pour commencer l'expérience, pesez précisément 5 grammes de poudre dans des creusets. À l'aide d'une tare, notez le poids du creuset vide avant de placer l'échantillon de poudre à l'intérieur. Fermer soigneusement et solidement le four à moufle en augmentant progressivement la température pour éviter toute calcination brutale du produit. Attendez que la poudre ait atteint une couleur blanchâtre uniforme. Une fois cette couleur atteinte, sortir les échantillons du four et les laisser refroidir avant de les peser et d'enregistrer leurs poids respectifs pour chacun des trois essais.

La teneur en cendre est calculée par formule suivante:

$$M_0\% = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

**Soit :**

$M_0\%$  : matière organique en gramme.

$M_1$  : masse de creuset + la prise d'essai en (g).

$M_2$  : masse de creuset après la sortie de four en (g).

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

$$Tc\% = 100 - M_0\%$$

**Soit**

$Tc\%$  : taux des cendres.

### I.2.2.4. Détermination de l'acidité titrable

Le principe de la détermination est basé sur un titrage de l'acidité de la poudre avec une solution de NaOH (hydroxyde de sodium) 0.1N, en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.

Peser 5 grammes de poudre. Ensuite, prenez un bécher de 50 ml et ajoutez-y la poudre. Ensuite, ajoutez 35 ml d'eau distillée fraîchement bouillie puis refroidie dans le bécher. Remuez le contenu jusqu'à ce qu'il devienne complètement uniforme. A l'aide d'un bain-marie, chauffer le contenu pendant 30 minutes. Après avoir laissé refroidir le bécher, verser son contenu dans une fiole jaugée de 100 ml. Ajouter de l'eau distillée dans le bécher jusqu'à ce que le niveau atteigne la ligne marquée.

Mélangez bien le contenu, puis filtrez-le. Prélever 10 ml du filtrat et le dissoudre dans 10 ml d'eau distillée. Ajouter 3 gouttes de phénolphaléine et bien agiter la solution. Titrer la solution avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N pendant 30 secondes jusqu'à l'obtention d'une coloration rose homogène.

### Expression des résultats

L'acidité titrable est calculée selon la formule suivante :

$$A (\%) = 175 \times V_1 / V_0 * M$$

Soit

M : masse prélevée en gramme.

$V_0$  : volume en ml de la prise d'essai.

$V_1$  : volume en ml de la solution NaOH à 0,1N.

### I.2.2.5. Dosage des sucres

Trois types de sucres sont à mettre en évidence, à savoir les sucres réducteurs, les sucres totaux et le saccharose. Le dosage de ces sucres est réalisé sur deux filtrats : le filtrat (1) et le filtrat (2) à la présence de 2 solutions Fehling A et B. Où est la référence de la méthode

Le filtrat (1) et le filtrat (2) sont préparés comme suit on respecte l'ordre .

#### I.2.2.5.1. Filtrat (1)

Mesurez précisément 5 g de poudre et placez-la dans un bécher de 100 ml. Ensuite, ajoutez 2,5 ml d'acétate de plomb, qui a été préparé en dissolvant 2 g d'acétate dans 100 ml d'eau du robinet et en laissant reposer pendant 15 minutes avant de le filtrer à travers du papier filtre. Le bécher doit ensuite être rempli jusqu'aux 2/3 de sa capacité avec de l'eau distillée. Mélangez et secouez le contenu plusieurs fois avant de les laisser reposer pendant 15 minutes. Enfin, remplissez le bécher avec de l'eau distillée jusqu'à ce qu'il atteigne la marque des 100 ml. Une fois cela fait, le contenant peut être récupéré après filtration.

#### I.2.2.5.2. Filtrat (2)

Mélanger 50 ml de filtrat 1 avec une solution concentrée d'acide HCl, en ajoutant précisément 5 ml. Procéder au chauffage du mélange résultant pendant 5 minutes dans

un bain-marie maintenu à 70°C. Ensuite, neutralisez la solution en utilisant du NaOH en présence de phénolphtaléine à 1%.

#### **I.2.2.5.a. Dosage des sucres totaux**

Mélanger 5 millilitres de solution Fehling A avec 5 millilitres de solution Fehling B. Ensuite, ajoutez de l'eau du robinet pour obtenir un volume total de 100 millilitres. Chauffer la solution jusqu'à ébullition pendant une durée de deux minutes. A l'aide du filtrat 2, titrer la solution jusqu'à disparition de la couleur bleue. Enfin, introduisez deux gouttes de bleu de méthylène jusqu'à ce que la teinte bleue soit remplacée par une couleur brun cuivré. Notez le volume V2 de filtrat

Le taux des sucres totaux est calculé selon la formule suivante :

$$S_T = 500 / V \times (V_2 - 0,05) \times 10$$

**Soit :**

$S_T$  : quantité des sucres totaux (g/100ml).

V : volume de la prise d'essai.

$V_2$  : volume du filtrat (2) utilisé au titrage.

#### **I.2.2.5. b. Dosage des sucres réducteurs**

Afin de réaliser cette procédure, Prélever 5 ml de chaque solution Fehling A et B et les mettre dans un bécher de 500 ml. Ensuite Ajouter jusqu'à 100 ml d'eau de robinet Chauffer le contenu jusqu'à l'ébullition pendant 2 min. Titrer par le filtrat 1 jusqu'à la disparition de la couleur bleue. Ajouter 2 gouttes de bleu de méthylène et continuer le titrage jusqu'à le changement de couleur : la teinte bleue devienne rouge brique. Noter le volume V1 de filtrat.

#### **Expression des résultats**

$$S_r = 240 / V \times (V_1 - 0,05)$$

**Soit**

$S_R$  : quantité des sucres réducteurs (g/100ml).

V : volume de la prise d'essai (ml).

V<sub>1</sub> : volume du filtrat (l) utilisé au titrage.

#### I.2.2.5.c. Taux de saccharose

La quantité de saccharose est calculée selon la formule suivante :

$$S = (S_T - S_R) \times 0,95$$

**Soit :**

S : quantité de saccharose en g/l ;

S<sub>T</sub> : quantité des sucres totaux en g/l ;

S<sub>R</sub> : quantité des sucres réducteurs en g/l.

#### I.2.2.6. Dosage des polyphénols

La teneur en polyphénols a été déterminée par spectroscopie selon la méthode de Folin-ciocalteu. Ce réactif jaune est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMoO<sub>40</sub>). Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif de Folin-ciocalteu en complexe coloré qui est constitué d'oxydes de tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) et de molybdène (Mo<sub>8</sub>O<sub>23</sub>). L'intensité de la couleur est proportionnelle au taux de composés phénoliques oxydés (**Singleton *et al.*, 1999**). 2 types d'extraction sont mis en évidence : à chaud et à froid.

##### I.2.2.6.1. La macération

Le processus de macération implique la dissolution de composants chimiques dans un liquide, qui fonctionne comme un solvant. Pour que ce transfert se produise, il est crucial que les composants chimiques possèdent un niveau de solubilité satisfaisant dans le liquide. La dissolution se produit généralement à une vitesse plus rapide lorsque la substance solide est dispersée dans le solvant à l'état divisé, comme des plantes broyées ou sous forme de poudre. De plus, le processus peut être accéléré grâce à la mise en œuvre d'une agitation constante

(**Singleton *et al.*, 1999**).

##### I.2.2.6.1.1. La macération à froid

La première étape consiste à prendre trois béchers de 100 ml et à mesurer 5 g de poudre de kaki dans chacun. Ensuite, versez 50 ml d'éthanol dans chaque bécher. Placez une barre magnétique dans chaque bécher, couvrez-les de papier d'aluminium



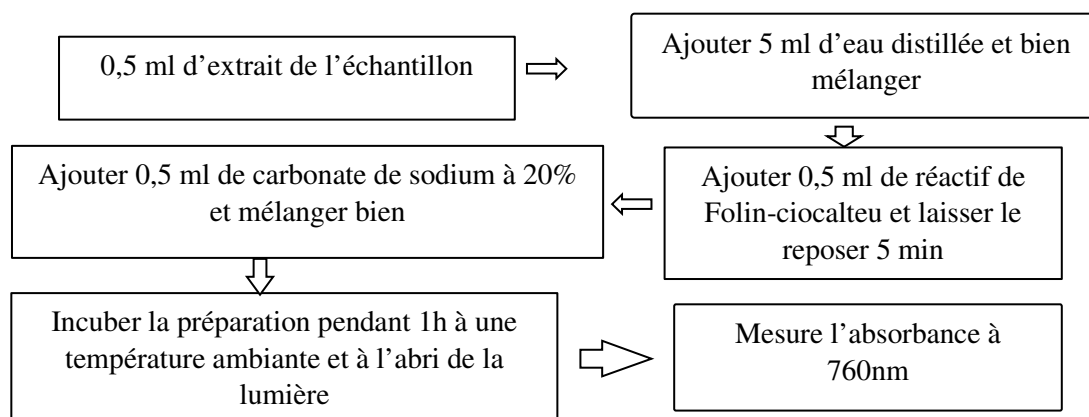
et laissez-les remuer pendant 24 heures complètes. Une fois l'agitation terminée, recueillir les solutions filtrées. Enfin, stocker les solutions jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à être dosées.

#### I.2.2.6.1.2. Macération à chaud

Le même protocole en change l'agitation pendant 24 h par le chauffage au bain marri pendant 2h à 60°C suivi d'une agitation après le refroidissement.

#### I.2.2.6.2. Protocole de dosage

Les étapes de dosage sont décrites dans le diagramme de la figure ci-dessous



**Figure 8 :** Diagramme de dosage des polyphénols.

Afin de déterminer la teneur en polyphénols, une courbe d'étalonnage a été réalisée en utilisant de l'acide gallique comme standard (Annexe III) et les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche de fruit (mg EAG /g MS).

#### I.2.2.7. Dosage des flavonoïdes

La méthode  $AlCl_3$  a été sélectionnée par **Kosalec *et al.*, (2004)**. Notre objectif était de mesurer la teneur en flavonoïdes présents dans l'extrait éthanolique de notre fruit. La figure ci-dessus montre la préparation des échantillons pour le dosage des flavonoïdes.



**Figure 9 :** Préparation des échantillons pour le dosage des flavonoïdes (**original, mars 2023**).

Mettez 3ml d'extrait de l'échantillon dans 3 tubes à essai, puis ajoutez 3ml d' $\text{AlCl}_3$  à 2%. Incubez pendant 10 min à l'ombre et à une température ambiante. Après mesurez, l'absorbance à 430nm.

La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée en utilisant la quercétine comme un flavonoïde standard. (Voir annexe I)

La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme de poids sec de l'extrait.

### **I.2.3. Préparation du yaourt à base du kaki**

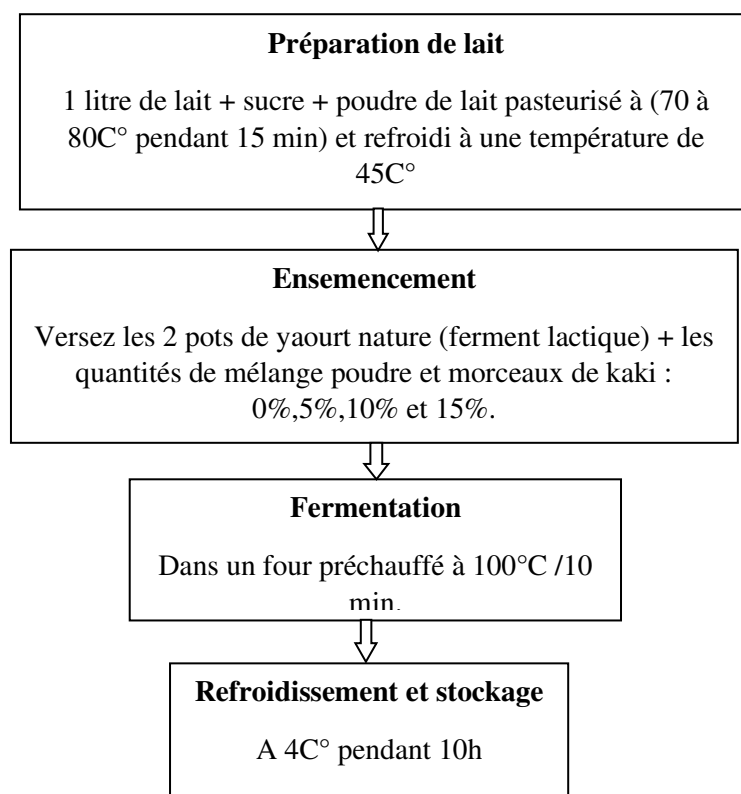
#### **I.2.3.1. Méthode de préparation du yaourt**

La préparation du yaourt a été réalisée de façon artisanale, en respectant la méthode d'hygiène et le diagramme de fabrication de yaourt brassé. Les ingrédients utilisés dans le yaourt sont :

- Lait : 1L de lait Candia UHT
- Sucre : 2 c à c
- Poudre de lait : 2 c à s
- Ferments lactiques : 2 pots de yaourt nature
- Poudre de kaki et morceaux de fruit.

Dans une première étape deux cuillères à café de sucre ont été ajoutées à 1L de lait Candia puis le mélange subit une douce agitation ensuite la préparation est mise sur le feu (70 à 80 °C) pendant 15 min. Après l'ébullition le mélange est laissé se refroidir jusqu'à atteindre une température de 45°C. Après le refroidissement, le lait est versé dans quatre pots de 100 ml. Dans une deuxième étape, on rajoute dans chaque pot, du ferment lactique et le mélange de la poudre et des morceaux du kaki à différentes concentrations (0, 5, 10, 15%). Chaque pot est sa concentration respective par rapport au mélange de la poudre et les morceaux de kaki (T0 : témoin : yaourt

sans poudre et morceaux de kaki, T5 : yaourt avec 5% du mélange de poudre et des morceaux de kaki, T10 : yaourt avec 10% du mélange de poudre et des morceaux de kaki, T15 : yaourt avec 15% du mélange de poudre et des morceaux de kaki). Les quatre préparations sont mises dans un four préchauffé à 100°C /10 min afin d'atteindre le stade de fermentation. Après 4h de fermentation, les pots sont retirés pour les mettre au réfrigérateur pendant 12h. la figure ci-dessus montre le diagramme de fabrication.



**Figure 10** : diagramme de fabrication de yaourt brassé à base de la poudre et morceaux de kaki.

#### **I.2.4. Analyse sensorielle du yaourt à base du kaki**

A l'entourage familial, un groupe de 20 individus des deux sexes a été sélectionné pour réaliser un test de dégustation sur les yaourts au kaki à base du lait Candia.

Le jury de dégustation est composé de personnes de différents âges et sont sélectionnés en fonction de leur disponibilité, de leur expérience dans les tests gustatifs et de leur intérêt pour les sciences alimentaires.

Le test de dégustation est réalisé à l'aide d'une fiche technique résume l'ensemble des critères de la qualité organoleptique telle que l'odeur, texture, l'acidité et la couleur. Le sujet doit remplir la liste et évaluer le produit selon un échelle d'évaluation numéroté de 1 à 10. La fiche est décrite dans l'annexe II

**I.2.5. Traitement des données**

Après avoir effectué des analyses physico-chimiques et le test gustatif, les données ont été saisies dans le logiciel Microsoft Excel 2019 pour un examen complet. A l'aide de tableaux et d'histogrammes facilement compréhensibles, nous avons procédé à une analyse descriptive des résultats. Enfin, nous avons discuté les résultats par rapport aux données bibliographiques.

# **Chapitre II**

## **Résultats et discussion**

### II.1. Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de kaki

Les résultats des analyses de la poudre de *Diospyros kaki* L. sont résumés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 8:** Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de kaki.

Paramètres physico-chimiques	Variété de <i>Diospyros kaki</i> L	Variété de <i>Diospyros kaki</i> (yémon) Souci <i>et al.</i> , (2004)
pH à 27°C	5,057±0,21	6,7
Acidité titrable (%)	0,28 ±0,90	/
Teneur en eau (%)	77,8±0,29	80
Teneur en cendres (%)	1,88±0,03	0,5
Sucres totaux (g/l)	22,246±1,89	15
Taux de saccharose (g/l)	8,087±0,07	/
Sucres réducteurs (g/L)	13,73±0,12	8,15
Matière organique (%)	98,12±0,028	/
La matière sèche (%)	22,2±0,29	/

Les résultats du tableau révèlent que la variété de fruit analysé présente un pH légèrement acide (pH= 5,057), et une acidité titrable qui est relativement faible (de 0,28%). En outre, il est très riche en eau (77,8%). Ces résultats sont différenciés avec ceux signalés par **Souci *et al.*, (2004)** qui ont mené une étude sur la variété *Yemon*. Ainsi, le fruit étudié est très riche en matière organique (98,12%). Néanmoins, il possède une quantité de sucres élevée par rapport à celle de la variété *Yémon* (22,246g/l, 8,087g/l, 13,79g/l).

Cette richesse due aux conditions de cultivation et le climat méditerranéen

### II.2. Résultats de dosage des composés phénoliques

Les teneurs globales en polyphénols de nos extraits (présentées dans le tableau 8) sont mesurées en milligrammes d'équivalent acide gallique pour chaque gramme de matière sèche (mg EAG/g MS). Les valeurs fournies sont la moyenne de trois essais ± écartype.

**Tableau 9 :** résultats de dosage des polyphénols totaux

Extraits éthanolique	Teneur en PPT (mg EAG/g MS)
Macération à chaud	90,35± 0,685
Macération à froid /24h	170,06 ± 0,091

Les résultats du tableau 8 démontrent que la quantité des PPT extraits par la macération à froid (170,06 mg EAG/g MS) en comparaison a ceux extraits par macération à chaud est beaucoup plus élevée (90,35 mg EAG/g MS). L'éthanol est un meilleur solvant pour une bonne extraction. Dans leur rapport, **Yokozawa *et al.*(2007)** suggèrent que l'efficacité de l'extraction des composés phénoliques dépend du solvant utilisé. Selon des recherches récentes, les niveaux de composés phénoliques sont soumis à diverses influences. Des facteurs extrinsèques, tels que la géographie et le climat, ont été identifiés comme des facteurs importants dans la détermination des niveaux de composés phénoliques (**Generalic *et al.*, 2012**). De plus, des facteurs génétiques, ainsi que la maturité de la plante et la durée de stockage, peuvent également avoir un impact important sur les niveaux de ces composés (**Benhouda *et al.*, 2014**).

### II.3. Résultats de dosage des flavonoïdes

Les taux de flavonoïdes de nos extraits (Tableau 09), sont exprimés en milligramme équivalent de la quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g MS). Les valeurs sont données sous la forme de moyenne de 3 essais  $\pm$  écartype.

**Tableau 10** : Résultats obtenus pour le dosage des flavonoïdes.

Extraits	Teneur en flavonoïdes (mg EQ/g MS)
<b>éthanolique</b>	
<b>Macération à chaud</b>	20,78 $\pm$ 2,75
<b>Macération a froid /24h</b>	30,80 $\pm$ 0,003

Les résultats de ce tableau 9 prouvent que la quantité des flavonoïdes extraits par la macération à froid (30,80 mg EQ/g MS) est très élevées par a rapport à celle de macération à chaud (20,78 mg EQ/g MS). Pour le fruit de *Diospyros kaki L.*, certains composants sont prédominants, par exemple, les oligomères, les flavonoïdes, les tannins et les acides phénoliques. En outre on y trouve les caroténoïdes (Ono *et al.*, 2006). Nous pouvons conclure de cette analyse que les kakis sont riches en flavonoïdes et polyphénols ce qui lui confère plus de propriétés biologiques. Les résultats des polyphénols et flavonoïdes nous démontré que la méthode d'extraction et

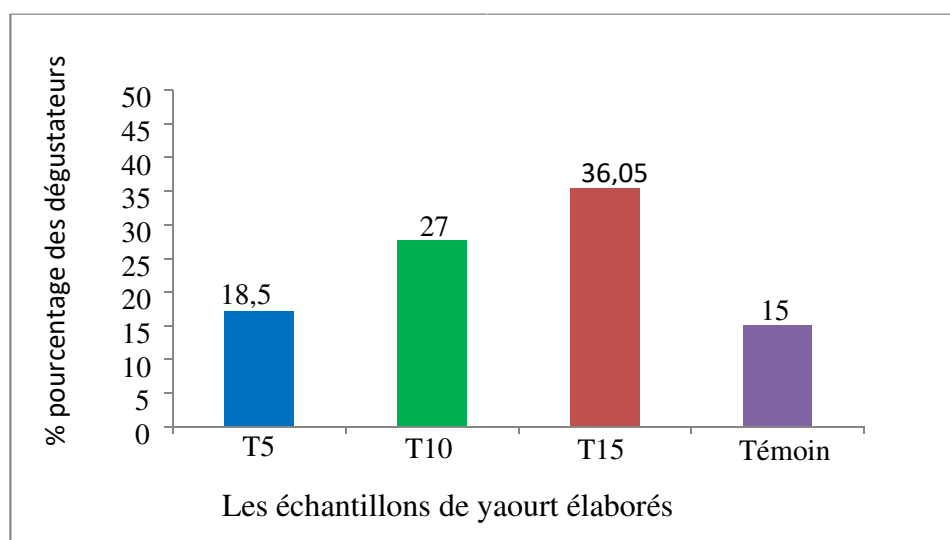
l'utilisation de bon solvant donne des rendements assez élevés comme nous a confirmé **Falleh *et al.*,(2008)** suggèrent que la quantité de flavonoïdes présents dans une plante peut être influencée par divers facteurs climatiques, tels que des températures élevées, un ensoleillement intense, la sécheresse et la salinité. Ces facteurs peuvent déclencher la production de métabolites secondaires, dont les polyphénols. Selon les recherches de **Madi en (2010)**, les plantes ont tendance à produire des niveaux plus élevés de polyphénols totaux et de flavonoïdes lorsque leur milieu de vie est inadéquat. En effet, la plante s'adapte et tente de survivre en synthétisant des métabolites secondaires. **Lee *et al.* (2003)** ont indiqué que la méthode d'extraction et de quantification peuvent également influencer l'estimation de la teneur des phénols totaux.

#### II.4. Résultats de l'analyse sensorielle du yaourt à base de kaki

Les résultats du test sensoriel sont illustrés par les figures ci-dessous

##### II.4.1. La couleur

Les pourcentages de satisfaction de panel de dégustation sont illustrés dans la figure 11.



**Figure 11** : Evaluation de couleur des différents yaourts fabriqués. (T5, T10, T15 et T0)

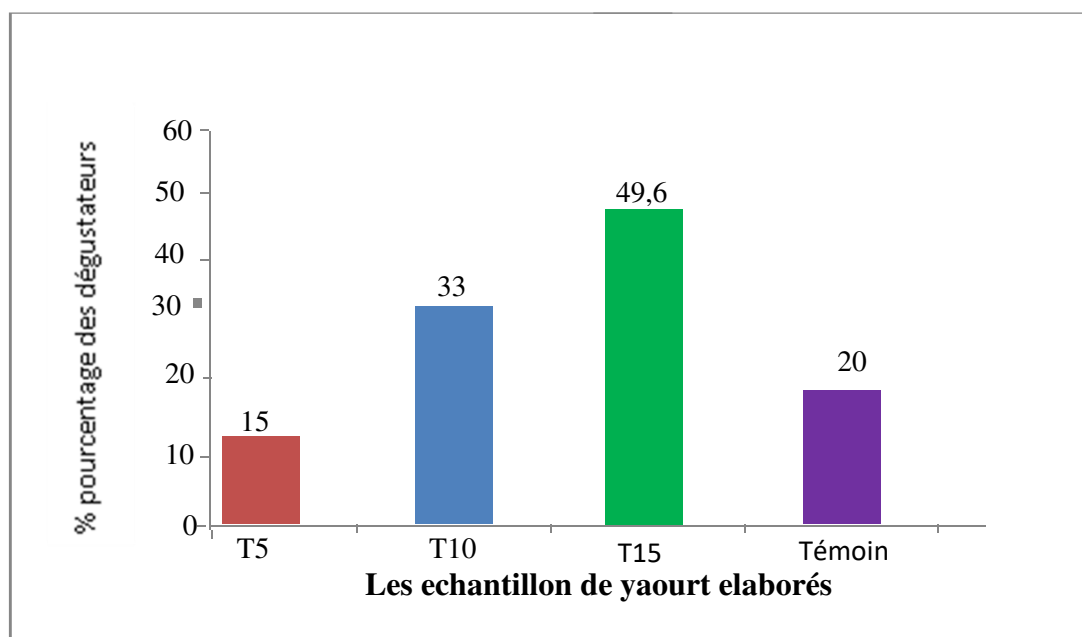
L'historgramme de la Figure 11 montre la corrélation entre les échantillons de yaourt élaborés et le pourcentage de satisfaction rapporté par le jury de dégustation. La note la plus élevée (36,05%) a été attribuée au yaourt avec 15% de mélange entre poudre et les morceaux de kaki (T15), suivi du yaourt avec 10% (T10) qui a reçu une note de 27%. Le yaourt avec 5% de mélange (T5) a également reçu une note



acceptable de 18,5%. A l'inverse, le yaourt témoin (T0) a reçu une note inférieure à 20 (15%) indiquant qu'il a été mal perçu par le panel sensoriel. Ces résultats mettent en évidence le changement de couleur du blanc au brun clair, qui est une caractéristique distinctive de la poudre de kaki. En raison des écarts-types élevés obtenus, il existe une différence notable dans la satisfaction de la couleur parmi les dégustateurs. Selon les résultats obtenus par **Enkelejda. (2004)** après le test d'évaluation, la couleur n'est pas caractérisée par l'ensemble des dégustateurs. Contrairement à nos résultats dont la couleur de yaourt devient brune dans le pourcentage d'incorporation est de 15g de mélange.

#### II.4.2. Le goût

Les résultats de l'analyse sensorielle sur le goût obtenus sont figurés dans l'histogramme ci-dessous



**Figure 12** : Résultats obtenus sur le de gout des différents yaourts.

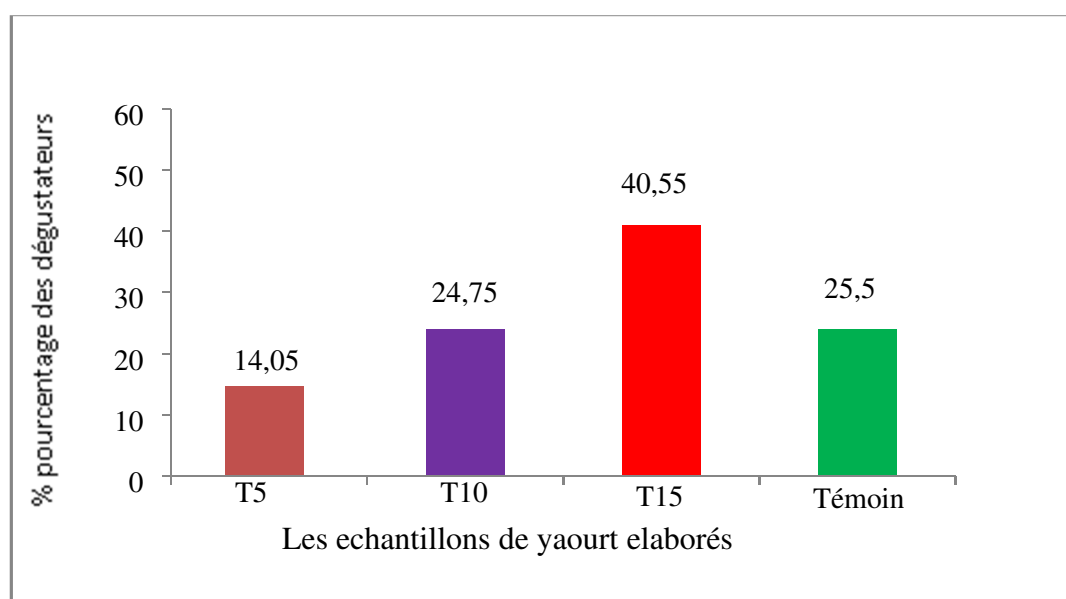
La figure 12 affiche le pourcentage de satisfaction rapporté par le jury de dégustation en fonction des échantillons de yaourt élaborés, indiquant que le yaourt avec 15% (T15) de mélange de *Diospyros Kaki L.* a obtenu le score le plus élevé (49.6%), suivi du yaourt à 10% (T10) de mélange ayant obtenu le score de 33%, tandis que le yaourt témoin (T0) et le yaourt à 5% (T5) de mélange de kaki ont reçu des scores de 20% et 15%, respectivement.

Le nouveau produit présente un goût agréable, doux et sucré grâce à l'incorporation de mélange ajouté, comme le démontrent les résultats. Les écarts-types élevés qui

ont été obtenus expliquent l'écart perceptible dans la satisfaction gustative des dégustateurs. Par rapport à nos constatations, le mélange yaourt et kaki étant moyennement apprécié et plus ou moins agréable que le témoin. Les raisons possibles de ces résultats pourraient être attribuées au dosage du mélange ajouté, aux méthodes suivies et à la qualité ou à la variété du kaki utilisée (Enkelejda, 2004).

### II.4.3. La texture

Les résultats obtenus sur la texture sont illustrés dans la figure 13.



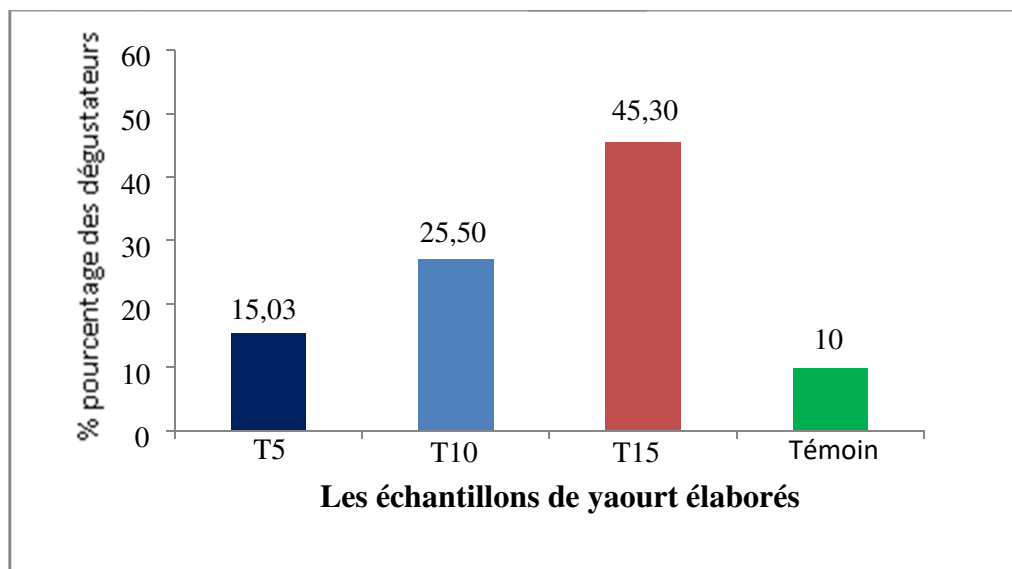
**Figure 13** : évaluation de la texture des différents yaourts élaborés.

La figure 13 montre les résultats pour les caractéristiques de texture par rapport aux échantillons de yaourt élaborés. Les données révèlent que le yaourt contenant 15% (T15) de mélange de kaki (poudre et morceaux de kaki) a reçu le score le plus élevé (40,55%) parmi le panel de dégustation. Le yaourt témoin (T0) et le yaourt contenant 10% (T10) de mélange ont également obtenu des scores satisfaisants 25,5 et 24,75 en respecte l'ordre. Cependant, le yaourt avec seulement 5% (T5) de mélange kaki a obtenu un score inférieur à 20 (14,05%), indiquant une acceptabilité sensorielle extrêmement faible. Ces résultats indiquent que le mélange ajouté a un impact sur la viscosité, qui dépend de la quantité utilisée. L'amélioration de la texture pourrait être attribuée à la gélification des pectines.

Les écarts-types élevés qui ont été obtenus expliquent la variation de la satisfaction de la couleur parmi les dégustateurs (Enkelejda, 2004).

#### II.4.4. L'odeur

Les pourcentages de satisfaction suite à l'évaluation d'odeur sont présentés par la figure ci-dessous. :



**Figure 14 :** Evaluation d'odeur des différents yaourts préparés.

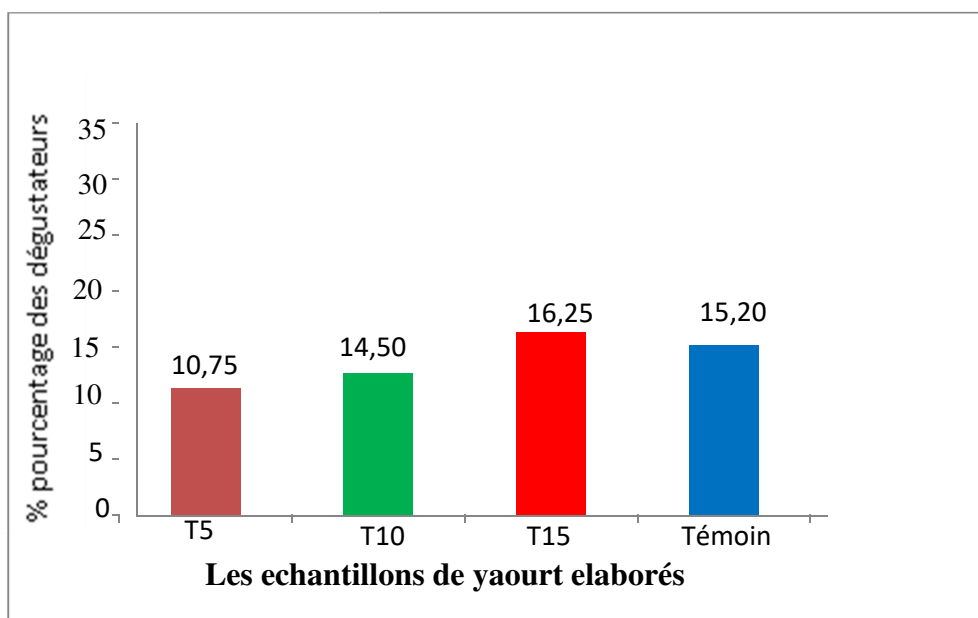
La figure 14 présente le pourcentage de satisfaction du jury de dégustation par rapport aux échantillons de yaourt élaborés pour les notes de caractère olfactif. Les résultats indiquent que le score le plus élevé (45,30%) a été attribué au yaourt mélangé avec 15% de kaki (T15), suivi du yaourt avec 10% de kaki (T10) avec (25,50 %) et du yaourt avec 5% de kaki (T5), qui ont également reçu des notes acceptables. A l'inverse, le yaourt témoin (T0) a reçu une note inférieure à 15, indiquant une mauvaise acceptabilité sensorielle. Ces résultats suggèrent que le yaourt T15 avait un arôme agréable grâce à la poudre et les morceaux de kaki ajoutés, qui était plus perceptible que celui de T10 et T5, qui avaient tous les deux une odeur relativement faible. Cette différence d'arôme peut être attribuée à la concentration plus élevée de mélange ajouté dans T15. Les écarts-types élevés obtenus peuvent expliquer la variation de la satisfaction olfactive parmi les dégustateurs comme il a dit **Enkelejda .2004.**

#### II.4.5. La saveur acide (acidité)

D'après la figure 15, qui montre le pourcentage de satisfaction du panel de dégustation en fonction des échantillons de yaourt élaborés, le yaourt T15 (15%) a obtenu le score le plus élevé à 16,25%, suivi du yaourt témoin T0 à 15,20%. Le

yaourt additionné de 10g de mélange (T10) a également reçu une note acceptable de 14,50 %. Cependant, le yaourt composé de 5% de mélange de poudre et de morceaux de kaki a reçu une note inférieure à 15 % (10,75), ce qui est jugé inacceptable. Les écarts-types élevés qui ont été obtenus peuvent expliquer les différents niveaux de satisfaction à l'égard de la saveur acide parmi les dégustateurs. Au fur et à mesure que plus de mélange est ajouté aux échantillons de yaourt, il y a une augmentation correspondante des niveaux de pH qui entraîne une augmentation de l'acidité. Ces résultats sont confirmés par (Enkelejda, 2004).

Les pourcentages de satisfactions de l'acidité des yaourts sont illustrés dans la figure 15.



**Figure 15** : Évaluation de la saveur acide des différents yaourts élaborés.

# Conclusion

## Conclusion

Une grande majorité des espèces végétales qui poussent dans le monde sont riches en molécules bioactives bénéfiques pour la santé humaine. L'une de ces espèces est le fruit du kaki, scientifiquement connu sous le nom de *Diospyros kaki L*, qui est traditionnellement utilisé pour ses propriétés thérapeutiques. Diverses analyses de caractérisation ont été menées sur la poudre de fruit, notamment l'analyse physico-chimique et la quantification des composés phénoliques tels que les polyphénols totaux et les flavonoïdes.

Notre objectif est l'élaboration d'un yaourt fonctionnel qui intègre à la fois du kaki en poudre et en morceaux.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le fruit du kaki utilisé dans cette étude est légèrement acide  $5,057 \pm 0,21$ , avec une teneur en eau très élevée  $77,8\% \pm 0,29$ , une quantité de sucres très élevée  $22,246(\text{g/L}) \pm 1,89$ ,  $8,087(\text{g/L}) \pm 0,07$  et  $13,73(\text{g/L}) \pm 0,12$  Sucres totaux, Taux de saccharose, Sucres réducteurs respectivement.

Le dosage des métabolites secondaires et les à indiquer que l'extrait du kaki est riche en polyphénols et en flavonoïdes.

Le test sensoriel a révélé que le yaourt a 15g de mélange ajouté a obtenu le meilleur score par le témoignage des dégustateurs.

Dans la continuité de ce travail, il serait intéressant de :

- ✓ Tester d'autres méthodes d'extraction des métabolites secondaires présentes dans le kaki ;
- ✓ Effectuer une analyse nutritionnelle complète pour les yaourts qui ont été élaborés ;
- ✓ Faire une étude sur la pectine présente dans le kaki.

# **Références Bibliographiques**

- ❖ AFNOR. (1986). Recueil des normes français. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyses.
- ❖ Bonnassieux, M. P. (1988). *Tous les fruits comestibles du monde*. Bordas.
- ❖ Djilali, A. B., Besombes, C., Allaf, K., Benseddik, A., Benzehra, A., Hadjarab, F., & Taleb, D. (2018). Z. Jujuba and Spirulina Extracts as Prebiotic to Improve Milk Clotting and Develop Functional Yoghurt. *Exploring Microorganisms: Recent Advances in Applied Microbiology*, 154.
- ❖ Bourlioux, P., Braesco, V., & Mater, D. D. (2011). Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(6), 305-314.
- ❖ Alimentarius, C. (1975). Normes nA 11 (a). Rome : FAO/OMS, 86p. Codex Standard for Yoghurt (Yogurt) and Sweetened Yoghurt (Yogurt). Codex Stan. A-11(a) FAO, Rome, Italy.
- ❖ Dellaglio, F., De Roissart, H., Torriani, S., Curk, M. C., & Janssens, D. (1994). Caractéristiques générales des bactéries lactiques. *Bactéries lactiques*, 1, 25-116.
- ❖ Evreinoff, V. A. (1948). Le plaqueminier du Japon ou Kaki. *Fruits*, 3(4), 124-132.
- ❖ Enkelejda, P. A. C. I. (2004). *Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé: quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la saveur?* (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat en Science des Aliments. Institut national agronomique paris grignon).
- ❖ FAO. (1995). *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine* (No. 28). Food & Agriculture Org..
- ❖ Frederikson. (1996). Fonction et choix des bactéries lactiques en technologie alimentaire. In « bactéries lactiques ». Ed. Enrico. P 41-49.
- ❖ Guler-Akin, MB, Goncu, B., & Akin, MS (2016). Quelques propriétés de la glace au yaourt probiotique additionnée d'extrait de caroube et de poudre de lactosérum. *Avancées en microbiologie*, 6 (14), 1010-1020.
- ❖ Georges, C., & François-Marie, L. (2008). *Bactéries lactiques. De la génétique aux ferments*. Lavoisier.



- ❖ Bonnier, G., Douin, R., Poinso, J., Palese, R., & Aeschmann, D. (1990). La grande flore en couleurs de Gaston Bonnier: France, Suisse, Belgique et pays voisins. (*No Title*).
- ❖ Hitaka Y, Tsukiguwa K, Manabe H, Maeda H Nohara T., 2013. Caractérisation des esters d'acides gras caroténoïdes issus des écorces du kaki Diospyros Kaki. Vol 161, n 6.666-699.
- ❖ Hernández-Carrión, M., Vázquez-Gutiérrez, JL, Hernando, I., & Quiles, A. (2014). Impact de la haute pression hydrostatique et de la pasteurisation sur la structure et l'extractibilité des composés bioactifs du kaki « Rojo Brillante ». *Journal of Food Science* , 79 (1), C32-C38.
- ❖ Izquierdo Alegre, E. (2009). *Les protéines bactériennes en tant que biomarqueurs de l'activité probiotique* (Doctoral dissertation, Strasbourg).
- ❖ Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). *Les produits laitiers* (pp. 184-p). Editions Tec & Doc Lavoisier.
- ❖ Morton, J. (1987). *Fruits of Warm Climates*. Julia F. Morton, Miami, Florida.
- ❖ Kluge, R. A., & Tessmer, M. A. (2018). Caqui—Diospyros kaki. In *Exotic Fruits* (pp. 113-119). Academic Press.
- ❖ Kosalec, I., Bakmaz, M., Pepeljnjak, S., & Vladimir-Knezevic, S. A. N. D. A. (2004). Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta pharmaceutica*, 54(1), 65-72.
- ❖ En ligne Lattanzio, V. (2013). Composés phénoliques : introduction 50. *Nat. Production* , 1543-1580.
- ❖ De Andrade Lima, M., Kestekoglou, I., Charalampopoulos, D., & Chatzifragkou, A. (2019). Extraction par fluide supercritique des caroténoïdes à partir de matrices de déchets végétaux. *Molécules* , 24 (3), 466.
- ❖ Liu, M., Yang, K., Wang, J., Zhang, J., Qi, Y., Wei, X., & Fan, M. (2019). Young astringent persimmon tannin inhibits methicillin-resistant Staphylococcus aureus isolated from pork. *Lwt*, 100, 48-55.
- ❖ Legssyer, A., Ziyat, A., Mekhfi, H., Bnouham, M., Herrenknecht, C., Roumy, V., ... & Fischmeister, R. (2004). Les tanins et le gallate de catéchine interviennent dans l'effet vasorelaxant d'Arbutus unedo sur l'aorte isolée du rat. *Recherche en phytothérapie : une revue internationale consacrée à l'évaluation pharmacologique et toxicologique des dérivés de produits naturels* , 18 (11), 889-894.

- ❖ Lee, YA, Cho, EJ, Tanaka, T., & Yokozawa, T. (2007). Activités inhibitrices des proanthocyanidines du kaki contre le stress oxydatif et les enzymes digestives liées au diabète. *Journal of nutrition science and vitaminology* , 53 (3), 287-292.
- ❖ En ligne Leroy, F., Degeest, B., & De Vuyst, L. (2002). Un nouveau domaine de la modélisation prédictive : décrire la fonctionnalité des micro-organismes bénéfiques dans les aliments. *Journal international de microbiologie alimentaire* , 73 (2-3), 251-259.
- ❖ Loones, A. (1994). Laits fermentés par les bactéries lactiques. *Bactéries lactiques, Lorica, Uriage, France*, 135-154.
- ❖ Luquet, F. M., & de Roissart, H. (Eds.). (1994). *Bactéries lactiques: aspects fondamentaux et technologiques*. Lorica.
- ❖ Butt, MS, Sultan, MT, Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N. et Imran, M. (2015). Fruit du kaki (*Diospyros kaki*) : composés phytochimiques cachés et allégations de santé. *Revue EXCLI* , 14 , 542.
- ❖ Montagnac, P. (1960). Cultures fruitières à Madagascar. *Tome II, Institut de Recherches Agronomiques à Madagascar, document*, (9), 149.
- ❖ Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000). Introduction to cheesemaking technology. *Introduction to cheesemaking technology*.
- ❖ Matheus, J. R. V., Andrade, C. J. D., Miyahira, R. F., & Fai, A. E. C. (2022). Persimmon (*Diospyros kaki* L.): Chemical properties, bioactive compounds and potential use in the development of new products—A review. *Food Reviews International*, 38(4), 384-401.
- ❖ Nicoletti, J. F., Silveira-Jr, V., Telis-Romero, J., & Telis, V. R. N. (2005). Viscoelastic behavior of persimmons dried at constant air temperature. *LWT-Food Science and Technology*, 38(2), 143-150.

- ❖ Novillo, P., Besada, C., Tian, L., Bermejo, A., & Salvador, A. (2015). Nutritional composition of ten persimmon cultivars in the “ready-to-eat crisp” stage. Effect of deastringency treatment. *Food and Nutrition Sciences*, 6(14), 1296-1296.
- ❖ **NF V 05-108, (1997).**
- ❖ **NF V 05-113, (1972).** Détermination des cendres totales. Vol 49, n°4,289-298.
- ❖ Ongol, MP, Sawatari, Y., Ebina, Y., Sone, T., Tanaka, M., Tomita, F., ... & Asano, K. (2007). Yaourt fermenté par *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* mutants déficients en H<sup>+</sup> -ATPase présentent une viabilité accrue de *Bifidobacterium breve* pendant le stockage. *Journal international de microbiologie alimentaire* , 116 (3), 358-366.
- ❖ Ono, E., Hatayama, M., Isono, Y., Sato, T., Watanabe, R., Yonekura-Sakakibara, K., ... & Nakayama, T. (2006). Localization of a flavonoid biosynthetic polyphenol oxidase in vacuoles. *The Plant Journal*, 45(2), 133-143.
- ❖ PACI KORA, E. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur?.
- ❖ Pereira, RJ, & das Graças Cardoso, M. (2012). Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxydantes. *Journal de la biotechnologie et de la biodiversité* , 3 (4).
- ❖ Qanungo, S., Das, M., Haldar, S. et Basu, A. (2005). L'épigallocatechine-3-gallate induit une dépoliarisation de la membrane mitochondriale et une apoptose dépendante de la caspase dans les cellules cancéreuses pancréatiques. *Carcinogénèse* , 26 (5), 958-967.
- ❖ Seddon, JM, Ajani, UA, Sperduto, RD, Hiller, R., Blair, N., Burton, TC, ... & Willett, W. (1994). Caroténoïdes alimentaires, vitamines A, C et E et dégénérescence maculaire liée à l'âge avancée. *Jama* , 272 (18), 1413-1420.
- ❖ Da Conceição Santos, A. D., Fonseca, F. A., Dutra, L. M., Santos, M. D. F. C., Menezes, L. R. A., Campos, F. R., ... & Barison, A. (2018). 1H HR-MAS NMR-based metabolomics study of different persimmon cultivars (*Diospyros kaki*) during fruit development. *Food chemistry*, 239, 511-519.
- ❖ scientifique de Syndifrais, M. (1997). Yaourts, laits fermentés. *Le Lait*, 77(3), 321-358.
- ❖ Schmidt, J. L., Tourneur, C., & Lenoir, J. (1994). Fonctions et choix des bactéries lactiques en technologies laitières.

- ❖ VL, S. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- ❖ Tamime, AY et Deeth, HC (1980). Yaourt : technologie et biochimie. *Journal of food protection* , 43 (12), 939-977.
- ❖ Tamime, AY et Robinson, RK (1985). *Yaourt : science et technologie* . Presse de Pergame.
- ❖ Tamime, AY, Robinson, RK et Latrille, E. (2001). Yaourt et autres laits fermentés. *Mécanisation et automatisation en technologie laitière* , 152-203.
- ❖ Vilain, A. C. (2010). Qu'est-ce que le lait?. *Revue française d'allergologie*, 50(3), 124-127.
- ❖ Yamada, M., Giordani, E., & Yonemori, K. (2012). Persimmon. *Fruit breeding*, 663-693.
- ❖ Yokozawa, T., Kim, YA, Kim, HY, Lee, YA et Nonaka, GI (2007). Effet protecteur du polyphénol de peau de kaki contre le stress oxydatif élevé induit par le glucose dans les cellules LLC-PK1. *Toxicologie alimentaire et chimique* , 45 (10), 1979-1987.
- ❖ Yildiz, F. (2010). Vue d'ensemble des yaourts et autres produits laitiers fermentés. *Développement et fabrication de yaourts et autres produits laitiers fonctionnels* , 1-45.
- ❖ **Zourrari A. et Desmazeaud M.J. (1991)**. Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. II. Souches de *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et cultures mixtes avec *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus*. *Lait*, 71. P 463-482.
- ❖ Zaghdoudi K, Ngomo O, Vanderesse R, Arnoux P, Myrzakhmetov B, Frochot C, Guiavarc'h Y. Extraction, identification et caractérisation photo-physique des caroténoïdes de kaki (*Diospyros kaki* L.). *Aliments* . 2017 ; 6(1):4.

➤ **Les sites web**

- ❖ <https://topdestinationsalgerie.com/?p=6483>.
- ❖ <https://www.permaculturenews.org/2020/09/05/the-essential-guide-to-probably-everything-you-need-to-know-about-growing->

[persimmon/#:~:text=https%3A//www.dpi.nsw.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/119517/persimmon%2D%20growing.pdf.](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/119517/persimmon%2D%20growing.pdf)

- ❖ [https://www.ricardocuisine.com/chroniques/dossier-special/1377-comment-reconnaitre-les-varietes-de-kakis.<sup>3</sup>](https://www.ricardocuisine.com/chroniques/dossier-special/1377-comment-reconnaitre-les-varietes-de-kakis.3)
- ❖ [https://absoger.fr/solution/solution-astringence-kaki/.](https://absoger.fr/solution/solution-astringence-kaki/)
- ❖ [https://www.nutrition-and-you.com/persimmon-fruit.html.](https://www.nutrition-and-you.com/persimmon-fruit.html)
- ❖ [https://www.elmoudjahid.dz/fr/pdf/latest.](https://www.elmoudjahid.dz/fr/pdf/latest)
- ❖

# **Annexes**

**Annexe I**

**La courbe d'étalonnage de dosage des polyphénols totaux**

La courbe d'étalonnage est réalisée à partir des dilutions allant de 10 à 100mg/ml préparer de la solution mère SM 0,01g/ml

<b>Concentration mg/ml</b>	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>Volume SM (µl)</b>	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
<b>Volume E.D (µl)</b>	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0

**Tableau** : Préparation des dilutions d'acide gallique.

Après chaque dilution traitée selon le protocole suivant :

200 µl de l'échantillon + 1000 µl du réactif de Folin (dilué 10 fois) + 800 µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5%



Incubation à T° ambiante et l'obscurité pendant 60min

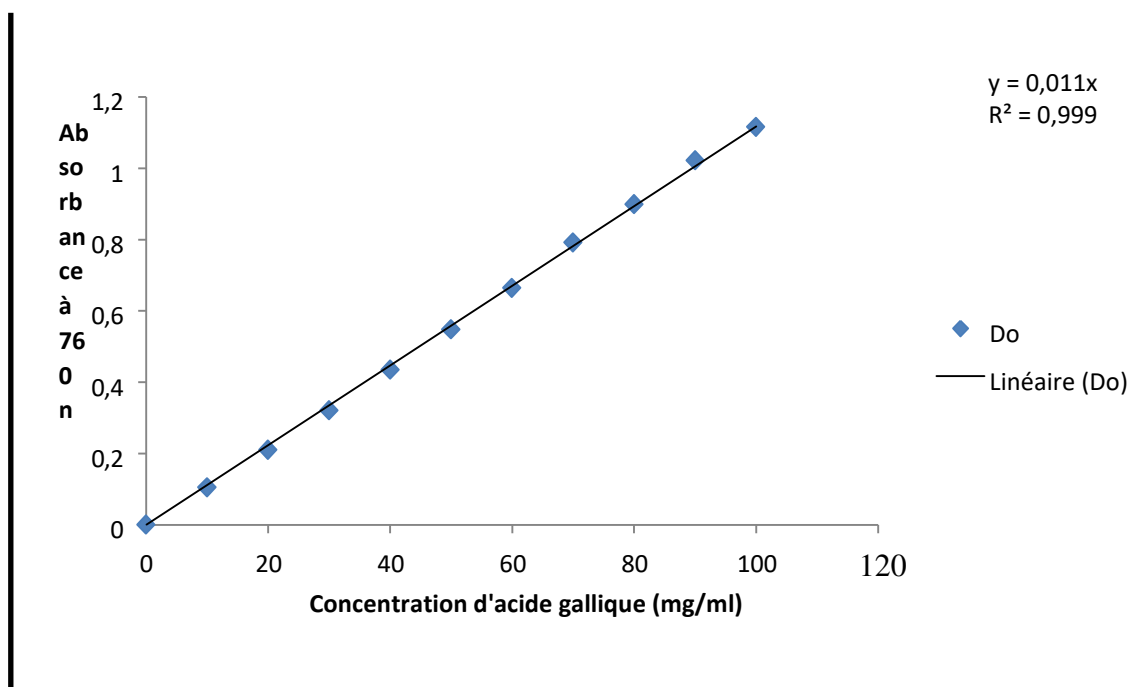


Lecture des DO à 760 nm

**Figure** : Protocole de dosage d'acide gallique.

**Résultats**

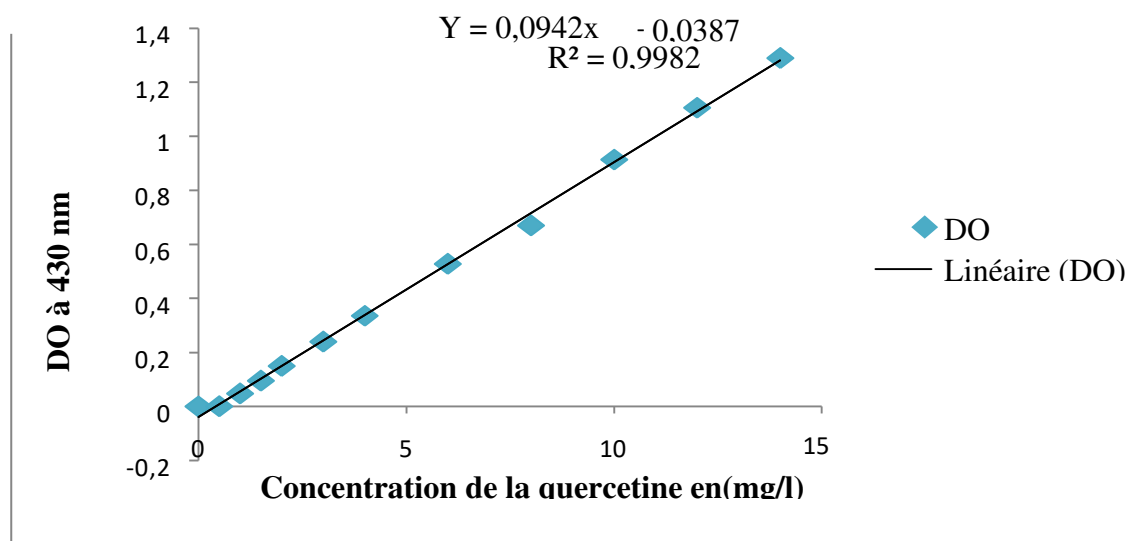
<b>Concentrations Mg/ml</b>	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>Do</b>	0	0,105	0,21	0,321	0,435	0,548	0,664	0,792	0,899	1,022	1,116



**Figure 3 :** Courbe d'étalonnage pour le dosage des Ppolyphénols totaux en équivalent d'acide gallique.

#### . Préparation de la gamme d'étalonnage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode d' $AlCl_3$  en utilisant comme standard la quercétine, les teneurs en flavonoïdes sont exprimées en mg EQ/g d'extrait.





**Université de Bouira Faculté SNV**

**Filière : sciences alimentaires**

**Fiche de dégustation**

**L'âge :**

**la date :**

**Sexe : féminin**

**masculin :**

- **Les échantillons sont codés (T5, T10, T15) + témoin**
- **Les caractères à dégustés sont les suivants : couleur gout odeur acidité texture.**

<b>Caractères</b>	<b>Couleur</b>	<b>Gout</b>	<b>Odeur</b>	<b>Acidité</b>	<b>Texture</b>
<b>Ech</b>					
<b>T5 (5g)</b>					
<b>T10 (10g)</b>					
<b>T15 (15g)</b>					
<b>Témoin</b>					

**Échelle de notation :**

**Mauvaise : 1-3**

**Excellente : 10**

**Bonne : 6-7**

**acceptable : 4-5**

**Très bonne : 8-9**

# Résumé

## Résumé

L'objectif de ce projet est de formuler un nouveau produit laitier fonctionnel dit yaourt brassé qui incorpore à la fois des morceaux de kaki solides et la poudre de *Diospyros kaki*. Les principaux résultats de cette étude indiquent que le kaki est particulièrement riche en polyphénols et en flavonoïdes avec l'extrait éthanoïque présentant les concentrations les plus élevées de ces composés ( $170,909 \pm 0,091$  mg EAG/g ms et  $30,80 \pm 0,003$  mg EQ/g ms, respectivement), aussi montrent que la poudre de fruit étudié est riche en eau et en sucre avec des pourcentages :  $77,8 \pm 0,29\%$  et  $22,246 \pm 1,89$ (g/L),  $8,087 \pm 0,07$ (g/L) et  $13,73 \pm 0,12$ (g/L). Respectivement. L'analyse sensorielle réalisée a été appréciée selon cinq critères à savoir : la texture, goût, odeur et la couleur. L'évaluation de ces paramètres a été réalisée avec trois pots de 100 ml et un témoin : T5, T10, T15 et T0 qui est le témoin. Les résultats de l'analyse indiquent que le yaourt à 15g de mélange ajouté T15 a présenté un score très élevé par rapport à leur texture, gout, odeur et couleur. Cependant, la tendance s'inverse pour l'acidité en ce qui concerne la coagulation du lait utilisé.

**Mots clés :** *Diospyros kaki L.* yaourt brassé, lait fermenté, aliment fonctionnel, flavonoïdes, polyphénols totaux.

## Abstract

The aim of this project is to formulate a new functional dairy product known as stirred yoghurt, incorporating both solid persimmon pieces and *Diospyros kaki* powder. The main results of this study indicate that persimmon is particularly rich in polyphenols and flavonoids, with the ethanoic extract presenting the highest concentrations of these compounds ( $170.909 \pm 0.091$  mg EAG/g MS and  $30.80 \pm 0.003$  mg EQ/g MS, respectively), also show that the fruit powder studied is rich in water and sugar with percentages:  $77.8 \pm 0.29\%$  and  $22.246 \pm 1.89$ (g/L),  $8.087 \pm 0.07$ (g/L) and  $13.73 \pm 0.12$ (g/L). Respectively. Sensory analysis was based on five criteria: texture, taste, smell and color. These parameters were assessed using three 100 ml jars and a control: T5, T10, T15 and T0. The results of the analysis indicate that the yoghurt with 15g of added mix T15 presented a very high score in terms of texture, taste, odor and color. However, the trend is reversed for acidity with regard to the coagulation of the milk used.

**Keywords:** *Diospyros kaki L.* brewed yogurt, fermented milk, functional food, flavonoids, polyphenols.

#### خلاصة

الهدف من هذا المشروع هو صياغة منتج ألبان وظيفي جديد يُعرف بالزبادي المخفوق، يتضمن قطع البرسيمون الصلبة ومسحوق *Diospyros kaki*. تشير النتائج الرئيسية لهذه الدراسة إلى أن البرسيمون غني بشكل خاص بالبوليفينول والفلافونويد، حيث يقدم المستخلص الإيثانوي أعلى تركيزات من هذه المركبات ( $0.091 \pm 170.909$  مجم EAG / جم و  $0.003 \pm 80.30$  مجم EQ / جم، على التوالي)، أظهر أيضًا أن مسحوق الفاكهة المدروس غني بالماء والسكر بنسب:  $0.29 \pm 77.8\%$  و  $1.89 \pm 22.246$  (جم / لتر)،  $0.07 \pm 8.087$  (جم / لتر) و  $0.12 \pm 13.73$  (جم / لتر). على التوالي. اعتمد التحليل الحسي على خمسة معايير: الملمس، والذوق، والرائحة، واللون. تم تقييم هذه المعلمات باستخدام ثلاث عبوات سعة 100 مل وعنصر تحكم: T5 و T10 و T15 و T0. تشير نتائج التحليل إلى أن الزبادي الذي يحتوي على 15 جم من المزيج المضاف T15 قدم درجة عالية جدًا من حيث الملمس والطعم والرائحة واللون. ومع ذلك، ينعكس اتجاه الحموضة فيما يتعلق بتخثر الحليب المستخدم.

**الكلمات الدالة:** *kaki L Diospyros*. لبن مخمر، حليب مخمر، أغذية وظيفية، فلافونويد، بوليفينول.