

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Spécialité : Production et Transformation Laitières



Réf :

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

MASTER

Thème

**Elaboration d'un yaourt
brassé au coing**

Présenté par :
BEDDOUR Louiza & BELRECHID Ferial
Soutenu le : **25 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

Mme AIDLI A.	MAA	Présidente
Mme CHOUGUI N.	MCA	Encadreur
Mme ADRAR-MEDOUNI S.	MCB	Examinatrice

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciements



Tout d'abord, nous exprimons nos remerciements au Bon Dieu de nous avoir donné le courage et la force pour terminer notre travail et pour sa bienveillance.

*Notre profonde gratitude va à notre promotrice Mme **CHOUGUI N.** pour la qualité de son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, ses compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances.*

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à :

*Mme **AIDLI A.** d'avoir accepté de présider le jury et de juger notre travail.*

*Mme **MEDOUNIS.** d'avoir accepté d'examiner et de juger notre travail.*

*L'ensemble du personnel de laboratoire **LAI**, ainsi que les doctorants **Makhaloufi Nawal** et **BENRAMDANE Elias** pour leurs aides*

*Nous n'oublions pas de remercier l'équipe qualité de l'unité **DANONE***

*Particulièrement **Mr MORS Faouzi** ainsi*

***Mr BELLIL Youcef** pour leur encadrement durant*

Notre stage au sein de l'unité.

Sans oublier l'ensemble des enseignants ayant contribué à notre formation

durant notre cycle d'étude



FERJEL & LOUIZA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents, qui m'ont soutenu tout au long de ces années, avec leur affection et leur amour, que dieu leurs offres une bonne santé et longue vie ;

À mes frères aimables DADA, MORADE et KIKI ;

À mon ami Sofiane qui m'a toujours soutenu

À ma cousine Zakia

À tous mes amies Ferial, Samira, Samah, Widad, Abla, Myassa, Wawa, Lydia, Nesrine, Wissem, Madhaet pour tous ceux qui m'aiment;

À Toute la PROMOTION Production et transformation laitière

Louiza



Dédicaces

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

A ceux qui m'ont encouragée et soutenue dans les moments les plus difficiles

*A mes chers parents, source de tendresse, de noble et d'affection pour
toutes les scarifications qu'ils ont faites à mon égard*

*Que ce travail soit le témoignage sincère et affectueux de ma profonde
reconnaissance pour tout ce que vous avez fait pour moi.*

Que ceci leur soit une récompense et un témoignage de ma profonde gratitude

*A mon chère frère **RAOUF** qui a été et qui est toujours à mes coté*

*A ma grande sœur **Wafa** pour son soutien, et ses encouragements durant
toute ma scolarité jusqu'à ce jour, que j'adore.*

*A mon oncle **SEDDEK** qui ne cesse de m'encourager d'aller de l'avant afin
de réussir et que je remercie.*

A mes grands-parents qui attendent avec impatience ce moment.

*J'adresse aussi mes dédicaces à mes amis(e) avec qui j'ai passé des moments
agréables, en particulier à : **LOUIZA, ABLA, MAYSSA, SAMAH, MADIHA,***

LIDIA, NESRINE et HALIM

A toute la promotion de sciences alimentaires 2017/2018.

*Et enfin à toute personne qui m'a aidé de près ou de loin à la réalisation de ce
travail*



feriel

Sommaire

Liste de figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction1

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le coing et le cognassier

I.1.Origine et Historique	3
I.2.Classification	3
I.3. Description botanique	3
I.4.Habitat et distribution géographique	5
I.5. Composition et valeur nutritionnelle.....	6
I.6.Intérêts et Usage du coing	7
I.7.Effets thérapeutiques	7

Chapitre II : Yaourt

II.1. Historique.....	9
II.2. Définition et réglementation.....	9
II .3. Matière première	9
II.3.2. La flore lactique.....	10
II.3.3. Comportement associatif de la flore lactique.....	12
II.4. Processus de fabrication d'un yaourt brassé au bifidus.....	13
II.4.1. Préparation et standardisation du lait	13
II.4.2. Homogénéisation	14
II.4.3. Traitement thermique	14
II.4.4. Ensemencement et fermentation	14
II.4.5. Refroidissement et conditionnement.....	14
II.5. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques du yaourt	15

Partie pratique

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1. Matériel végétale.....	17
I.1.1. Echantillonnage	17
I.1.2. Traitement du coing.....	17
I.2. Préparation de la confiture.....	17
I.2.1. Analyses physico-chimique de coing et la confiture	19
I.2.2. Déterminer des teneurs en antioxydants.....	19
2.2.1. Extraction de composé phénolique totaux de coing et de la confiture.....	19
2.2.2. Dosage des composé phénolique totaux	20
2.2.3. Dosage des flavonoïdes.....	20
2.2.4. Dosage des tannins.....	20
2.2.5. Extraction et dosage des caroténoïdes.....	20
2.2.6. Evaluation des activités antioxydants et anti radicalaires.....	22
I.3. Analyses microbiologie de la confiture.....	23
I.4. Elaboration du yaourt au coing au bifidus.....	24
I.4.1. Présentation de Danone Djurdjura	24
I.4.2. Production et différents produits.....	24
I.4.3. Etapes de fabrication du yaourt brassé au coing	24
4.4. Analyses physico-chimiques.....	26
I.4.5. Détermination de la teneur en antioxydants dans le yaourt élaborés.....	28
4.5.1. Extraction des composés phénoliques.....	28
4.5.2. Extraction et dosage des caroténoïdes	28
4.5.3. Evaluation de l'activité anti-radicalaire	28
I.4.6. Analyse microbiologique	28
I.5. Viabilité de la flore lactique	28
I.6. Analyse sensorielle	29
I.7. Analyse statistique	30

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Caractéristiques du coing et de la confiture	31
II.1.1. Paramètres physicochimiques du coing et de la confiture	31
II.1.2. Teneur en antioxydants	32
1.2.1. Teneur et composé phénolique totaux	32
1.2.2. Teneur en Flavonoïdes.....	33
1.2.3. Teneur en Tannins.....	33
1.2.4. Teneur caroténoïdes	33
1.2.5. Activité antioxydant et anti radical.....	33
II.2. Analyse microbiologique de la confiture	35
II.3. Elaboration du yaourt au coing	35
II.3.1. Propriétés physico-chimique	35
II.3.2. Teneur en antioxydants dans le yaourt élaboré	37
3.2.1. Teneur en composé phénolique totaux	37
3.2.2. Teneur en Flavonoïdes	37
II.3.3. Evaluation des activités antioxydants et anti radicalaire	37
II.3.4. Propriétés microbiologique	38
II.4. Variabilité de la flore lactique	38
II.5. Analyses sensorielle.....	39
II.5.1. Teste de plan d'expérience	39
II.5.2. Caractérisation des produits	40
II.5.3. Référence MAPPING (cartographie de préférence)	44
Conclusion	48
Référence bibliographique	
Annexes	

Liste des abréviations

AFNOR	Association Française de Normalisation
DLC	Date Limite de Consommation
DPPH	1,1- diphényl-2-picrylhydrazyl
EST	Extrait Sec Total
Echa	Echantillon
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
IC 50	Concentration Inhibitrice à 50%.
MG	Matière Grasse
MGLA	Matière grasse laitière anhydre
MF	Matière fraîche
OGA	Ox tetracycline Glucose Agar
PCA	Plate Count Agar
pH	Potentiel d'Hydrogène
UFC	Unité Formant Colonie
VRBG	Violet Red Bile Glucose Agar

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Photographie de l'arbre du cognassier	4
2	Photographie de coing (<i>Cydonia oblonga</i>)	4
3	Localisation de l'habitat et la distribution géographique du cognassier	6
4	Schéma illustrant les interactions de <i>S. thermophilus</i> et <i>L. bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait	12
5	Schéma de fabrication des yaourts ferme et brassé	13
6	Diagramme de préparation de la confiture du coing	18
7	Diagramme de fabrication d'un yaourt brassé au coing	26
8	Pourcentage d'inhibition Du DPPH des yaourts avec et sans coing	38
9	Pouvoir discriminant par le descripteur des experts (a) et consommateurs naïfs (b)	40
10	Coefficients des modèles de deux échantillons des sujets experts	41
11	Coefficients des modèles des deux échantillons des sujets naïfs	41
12	Corrélations entre les variables (a) et les facteurs (b)	44
13	Dendrogramme des consommateurs naïfs(a), les différentes classes de consommateurs naïfs(b)	45
14	Profil des différentes classes créées	45
15	Courbe de niveau et carte des préférences avec les caractéristiques des deux produit A et B	47

Liste des tableaux

Tableau n°	Titre	Page
I	Composition nutritionnelle du coing	7
II	Composition nutritionnelle du yaourt	15
III	Différents produits de DANONE	24
IV	Résultats des paramètres physico-chimiques du coing et de la confiture	31
V	Résultats des EC ₅₀ de coing, confiture et des standards testés	32
VI	Résultats des EC ₅₀ de coing, confiture et des standards testés	35
VII	Résultats d'analyses microbiologiques de la confiture	35
VIII	Propriétés physico-chimiques des yaourts avec et sans coing	35
IX	Teneur en antioxydants dans les yaourts élaborés	36
X	Propriétés microbiologiques des yaourts sans et avec confiture de coing	37
XI	Viabilité de la flore lactique dans le yaourt au coing	38
XII	Évaluation du plan d'expérience	39
XIII	Moyennes ajustées par produit pour les sujets experts	39
XIV	Moyennes ajustées par produit pour les sujets naïfs	43
XV	Objets classés par ordre croissant de préférence	46
XVI	Pourcentage de juges satisfaits pour chaque échantillon	46

INTRODUCTION

Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans l'alimentation humaine, il se prête à de très nombreuses transformations et donne naissance à une multitude de produits laitiers qui sont au cœur de notre alimentation (**Vilain, 2010**).

Parmi ces produits le yaourt qui fait partie de notre quotidien et contribue, sous des formes variées et riches en goût, à l'équilibre alimentaire à chaque âge de la vie et occupe une place importante dans l'alimentation de l'Homme.

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ou du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants (**Bourlioux et al., 2011**). Les yaourts et de nombreux laits fermentés sont dotés de fonctionnalités bénéfiques pour la santé, liées aux souches bactériennes spécifiques qu'ils contiennent. Ainsi, le yaourt favorise la digestion du lactose et certains laits fermentés améliorent les troubles fonctionnels intestinaux et d'autres peuvent agir sur le système immunitaire (**Syndifrais, 1997**).

Pour accentuer la fonctionnalité d'un yaourt brassé, nous avons pensé à y intégrer la confiture de coing « *Cydonia Oblonga* ». Les fruits de coings sont reconnus comme un bon, faible coût et source alimentaire largement disponible pour des effets de promotion de la santé (**Karar et al., 2014**), constitue l'un des fruits riches en vitamines et minéraux et en antioxydants. Plusieurs études ont montré ses propriétés bénéfiques pour la santé notamment de fortes activités antioxydante et anti radicalaire, il a été décrit que coing montre des effets immun modulateurs avec potentiel thérapeutique (**Antolín-Amérigo et al., 2015**), une importante source alimentaire promoteur de santé, grâce à son action antioxydante, anti-ulcératif et propriétés antimicrobiennes (**Ercisli et al., 2015**). Par ailleurs, il renferme aussi une forte concentration en polysaccharide, ce qui en fait une source potentielle de fibres alimentaires et de pectines (**Elmizadeh et al., 2017**). La plupart des variétés de coing sont aussi dures, astringentes à manger crues. Elles sont rôties, cuites ou mijotées ou transformées en confitures, marmelades, pâtes, gelées et poudings de coing (**Lim, 2012**).

Notre présent travail s'inscrit dans le cadre d'une élaboration d'un nouveau yaourt brassé avec de la confiture de coing. Il a pour objectif d'évaluer l'effet de cette intégration sur les propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du yaourt élaboré.

Ce travail se décomposera en deux parties distinctes :

- ✓ Une partie bibliographique qui englobe deux chapitres dans lesquels nous présentons une description succincte des cognassiers et son fruit le coing ainsi que le yaourt et ses caractéristiques ;
- ✓ Une partie expérimentale qui comporte :
 - L'évaluation des caractéristiques du coing et de la confiture préparée, l'élaboration du yaourt à la confiture de coing, détermination des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles des yaourts élaborés.
 - Développement des résultats obtenus.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Origine et Historique

Les centres de diversité les plus importants de fruits de coing sont Caucase, Iran et Asie Mineure. Par conséquent, cette culture est en croissance dans de nombreuses régions de Turquie, largement dans la Marmara, la mer Égée, la Méditerranée, l'intérieur et l'est-régions d'Anatolie (**Ercisli et al., 2015**) il était le fruit de la tentation dans l'histoire du jardin d'Eden. L'ancien nom biblique pour coing se traduit par "Golden Apple" et la culture de coing était pratique courante bien avant la culture de la pomme d'aujourd'hui dans la région autrefois connue sous le nom de Mésopotamie, maintenant en Irak (**Karar et al., 2014**). Les coings sont traditionnellement récoltés dans cette région puis ils sont manipulés, nettoyés, séparés, puis préparés de la confiture ou stockés pendant de longs mois d'hiver pour consommation en raison du manque de fruits pendant l'hiver (**Ercisli et al., 2015**). Parmi quarante-six espèces de plantes cultivées, figurait le cognassier, non spontané dans ce pays il y aurait été introduit depuis les bords de la Caspienne, Le coing a été nommé par les botanistes par le nom *Cydonia oblonga* (**Couplan, 2012**).

2. Classification

Le genre *Cydonia* est composé d'une seule espèce appelée cognassier (*Cydonia oblonga* ou *Cydonia vulgaris*) c'est un arbuste ou un petit arbre de la famille des Rosacées. Le genre était anciennement composé de quatre autres espèces aujourd'hui répartie dans deux autres genres : *Pcydonia pseudo* et *Choenomeles* (**Evreinoff, 1960**). La classification botanique selon (**Evreinoff, 1960**), est la suivante :

Sous règne Trocheobionta

Division Magnoliophyta

Classe Magnoliopsida

Sous-classe Rosidae

Ordre Rosales

Famille Rosaceae

Genre *Cydonia*

Espèce *Oblonga*

3. Description botanique de coing

Le cognassier (Figure 1) est un petit arbre à feuilles caduques, mesure 5 à 8 m de hauteur et 4 à 6 m de large. Les cognassiers forment en plus de beaux arbustes, fleurissant en

moins de mai et qui méritent une place au soleil dans le jardin (**Calle-plant, 2001**). Les jeunes rameaux sont tomenteux, les feuilles sont alternes simples de 6 à 11 cm de long, à bord pubescent. Les fleurs à cinq pétales blanc-rosé ont 4 à 5 cm de diamètre, et donneront naissance aux coings. (**Petersen et al., 2017**).



Figure 1 : Photographie de l'arbre du cognassier (**Postman, 2009**).

Les fruits immatures de coing sont verts et cotonneux en surface la plupart des variétés perdent ce voile cotonneux avant la fin de l'automne lorsque le fruit change de couleur et devient jaune doré serin, rugueuse et duvetée présentant une chair ferme, coriace, acide, astringente et exhalant une odeur forte et pénétrante qui se communique aux objets qu'il touche à maturité, piriformes et volumineux (**Leclerc, 1984**). Les coings mesurent de 7 à 12 cm de long sur 6 à 9 cm de large et leur poids moyen est de 100-200g (**Lopes et al., 2018**). Le coing est composé d'une pulpe légèrement acide, âpre et surtout très astringente (ces caractères s'affaiblissent au séchage et disparaissent totalement à la cuisson) (**Postman, 2009**). La figure 2 représente le fruit de cognassier.



Figure 2 : Photographie de coing (*Cydonia oblonga*) (**Antolin et al., 2015**)

3.1. Variétés de coing

La répartition de la culture du cognassier est plus soumise à l'influence de la température qu'à la nature du sol ou à la pluviométrie (Couplan, 2012). Le cognassier supporte mieux la chaleur que le froid et peut survivre longtemps sans eau (Evreinoff, 1960). Les variétés de coing sont :

➤ *Cydonia oblonga* ' **champion** ' : l'arbre est de taille moyenne, très ramifié, productif et vigoureux. Il donne de gros fruits et très rustique. Il produit dès les premières années et se récolte de fin octobre à début novembre (Evreinoff, 1960).

➤ *Cydonia oblonga* du ' **Portugal** ' : l'arbre est précoce et vigoureux, il peut attendre 7 m de haut. Il porte des fleurs plus grosses qui donne naissances aux coings de forme allongés et légèrement côtelés, de 8 à 15 cm de long, jaune foncé et couverts d'un duvet gris. Il doit être réservé aux régions méridionale car sa résistance au froid est assez moyenne (Couplan, 2012).

➤ *Cydonia oblonga* ' **maliformis** ' : à fruits presque sphériques de 5 à 6 cm de diamètre, il est productif et mûrit même sous le climat froid (Couplan, 2012).

➤ *Cydonia oblonga* ' **géant de vranja** ' : produit de très gros fruits (certains atteignent un poids de 1,5 kg), quasiment glabres, vert pâle puis jaune d'or avec des marques brunes près du pédoncule et très parfumés. Ces coings se récoltent vers mi-octobre (Leclerc, 1984).

4. Distribution géographique

Le coing est originaire d'Asie occidentale et largement répandu dans les régions tempérées et subtropicales. Au Brésil, le rendement moyen des fruits est d'environ 10 t/ha et l'État de Minas Gérais est le plus gros producteur de coing (Almeida *et al.*, 2018).

Au cours des temps anciens, le coing s'étend de son centre d'origine sauvage aux pays limitrophes des montagnes de l'Himalaya à l'est, et dans toute l'Europe à l'ouest (73-74). Maintenant, il est distribué dans le monde entier, la Turquie est le plus grand producteur avec environ 25% de la production mondiale. La Chine, l'Iran, l'Argentine et le Maroc produisent moins de 10%. Les États Unis est un très petit producteur de fruits de coing, principalement dans la vallée de San Joaquin en Californie (Al-Snafi, 2016). La figure 3 illustre la localisation de l'habitat et la distribution géographique du cognassier dans le monde.

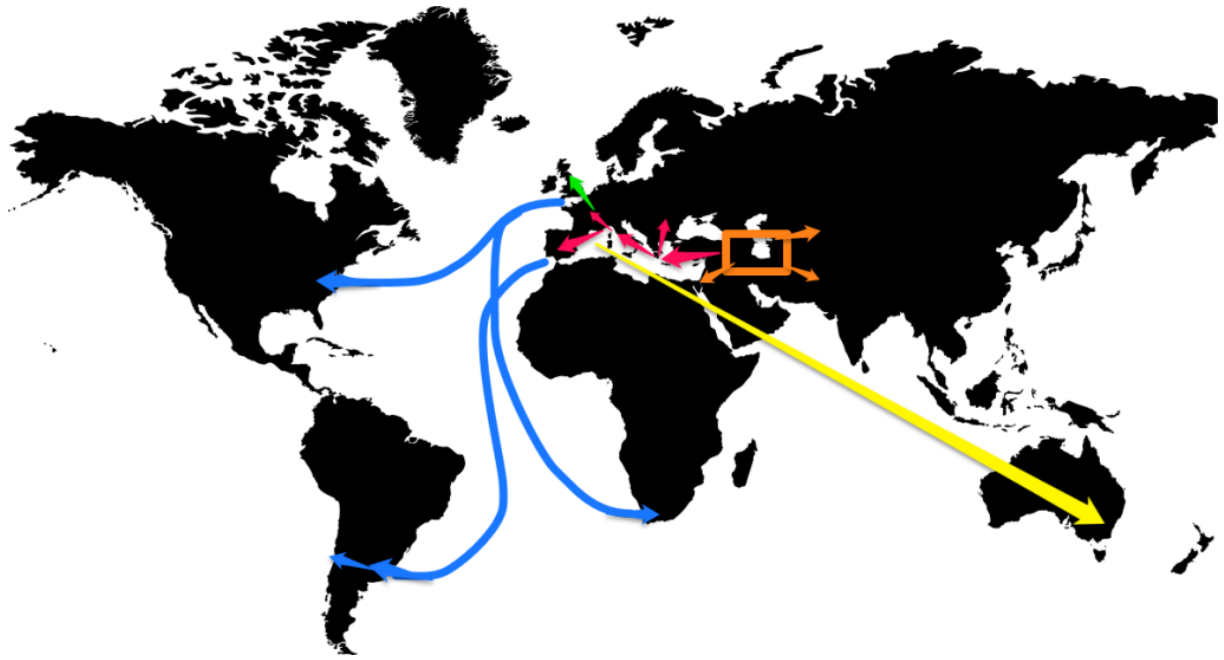


Figure 3 : Localisation de l'habitat et la distribution géographique du cognassier
(Anonyme1, 2018).

5. Composition et valeur nutritionnelle

La valeur alimentaire, par portion comestible de 100 g de coings mûrs (à l'exclusion de 39% du noyau, des graines et l'épluche) est l'eau, énergie, protéine, lipide, glucides, fibres alimentaires totales, vitamines et sels minéraux (Tableau I). Le coing est un fruit qui est peu chargé en sucres mais source de nutriments et d'oligoéléments, malheureusement, une bonne partie de sa vitamine C s'évapore à la cuisson, étant donné qu'il se consomme uniquement cuit (Lim, 2012).

Tableau I : Composition nutritionnelle du coing (Al-Snafi, 2016 ; Almeida *et al.*, 2018).

Composition		Valeur par 100g MF
Energie		179Kjl
Eau		86,9%
Lipides		0,21-2,4
Protéines		0,6 g
Les sucres totaux		10,90 g
Fibres	Pectine	53%
Vitamine	Acide ascorbique	13 mg
	Riboflavine	30µg
Les sels minéraux	Na	9,2mg
	K	189mg
	Ca	66mg
	Mg	2g/100mg
	Fe	1,1mg
	P	24 mg
	Zn	0,13mg/100mg

6. Intérêts et usages du coing

Le coing, à l'état non-mûr, n'est pas très apprécié pour la consommation en raison de la dureté de la pâte, l'amertume et l'astringence, mais quand mûr et cuit, a une saveur agréable, durable et puissante. Il est une source importante de pectine. Il est destiné principalement à la fabrication de la marmelade, confitures, gelée et gâteaux (Legua *et al.*, 2013). Les extraits de coings ont également été utilisés dans les parfums (Antolinet *et al.*, 2015).

7. Effets thérapeutiques :

Le coing a été utilisé comme astringents, antiseptiques, hépatoprotecteurs, cicatrisants, anti-inflammatoires, pour le traitement de la diarrhée, de la dysenterie, des troubles hépatiques, de l'hémoptysie, des hémorragies utérines et des plaies. Les graines de *Cydonia oblonga* ont été, également, traditionnellement utilisées comme astringentes, émoullientes et pour le traitement de la toux, des maux de gorge, de la bronchite, des coliques intestinales et

de la constipation. Par ailleurs, une autre partie du cognassier a été exploitée, il s'agit des feuilles qui ont été utilisées comme astringentes et antiseptiques. (Al-Snafi, 2016).

- **Effets sur le transit digestif**

Consommé sous forme de gelée ou de pâte, le coing possède une action bénéfique et protectrice pour les intestins puis que il est riche en tanins qui ralentissent le péristaltisme intestinal, contre le flatulences et vomissement, et soulage les irritations des voies digestives et l'insuffisance hépatique, et tous les problèmes prolapsus rectal, fissure anale, hémorroïdes (Pochart *et al.*, 1990). Leur teneur en pectines est capable de retenir une grande quantité d'eau qui concourent à atténuer la diarrhée (anti-diarrhéique chez l'enfant, la personne âgée et le tuberculeux (Schloss et Steel, 2017).

- **Effets sur la voie respiratoire**

Le coing traite les troubles de la sphère respiratoire, maux de gorge, toux coquelucheuse, bronchite, hémoptysie ainsi que les troubles buccaux et gingivaux (aphte, gingivite, boursoufflement gingival (Leclerc, 1984).

- **Effets sur la peau**

Le coing contient de la vitamine A qui permet la rétention de l'humidité et favorise ainsi la santé de la peau, contre les affections cutanées : crevasse, escarre, excoriation, engelure, brûlure, eczéma, gerçure (lèvres, mamelon), démangeaison et irritation des seins, irritation cutanée, sécheresse cutanée (Pochart *et al.*, 1990). Par l'application directe de la pulpe ou bien gratté sur les brûlures et les blessures, le coing contribue à la régénération des cellules de l'épiderme (Leclerc, 1984).

- **Autres effets**

Le coing soulage les troubles gynécologiques, hémorragie utérine, métrorragie, leucorrhée atonique, prolapsus utérin (Legua *et al.*, 2013). Il est riche en pectines qui gélifient par la cuisson, permettent d'abaisser l'index glycémique et il a une teneur élevée en fibres insolubles, capables d'entraîner une diminution de la sécrétion d'insuline postprandiale.

Ces deux phénomènes associés vont dans le sens d'une meilleure tolérance aux glucides, les pectines et les fibres insolubles peuvent aussi favoriser une baisse du taux du cholestérol sanguin (Schloss et Steel, 2017).

1. Historique

Le lait fermenté a certainement été consommé en Mésopotamie, en Palestine et en Égypte dès le néolithique, mais il n'existe pas de preuves directes de cette consommation. Plus tard, au premier siècle AP. J.-C., Pline l'Ancien fait mention de leur production par les tribus barbares qui savent épaissir le lait en une matière d'une agréable acidité et cite ce produit comme étant d'essence divine et comme remède à de nombreux maux (**Bourlioux et al., 2011**). Dans les pays occidentaux, les produits fermentés sont connus sous le terme de yaourt ou yogourt ou yoghourt. C'est en 1925 que les mots « yaourt » ou « yoghourt » ont fait leur entrée officielle dans le Petit Larousse. Le premier est d'origine grecque, le second d'origine turque (yoghourt) (**Bourlioux, 2007**).

2. Définition et réglementation

Parmi les laits fermentés figure le yaourt qui est parfaitement défini depuis 1975 par le Codex Alimentarius. Cette définition internationale révisée en 2003 spécifie que seuls les laits fermentés contenant les espèces vivantes *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* (ces deux bactéries constituant la « symbiose yaourt»), n'ayant donc subi aucun traitement thermique après la fermentation (**Bourlioux et al., 2011**). Les bactéries dans le produit fini doivent être vivantes et présentes en abondance plus précisément la réglementation française (décret n° 88-1203, 30 décembre 1988) fixe la quantité minimum à 10 millions de bactéries/g (**Syndifrais, 1997**).

3. Matières premières

3.1. Lait

3.1.1. Lait frais

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles (**Vilain, 2010**). La principale matière première pour la fabrication du yaourt est le lait essentiellement le lait de vache. Il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche contenant elle aussi des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux. Après l'eau, les constituants les plus abondants sont les glucides particulièrement représentés par le lactose. Les principaux constituants protéiques sont les caséines (82%), la β -lactoglobuline est la protéine sérique la plus abondante (45%) (**Tamime et Robinson, 1985**).

3.1.2. Poudre de lait, protéines et matière grasse

Afin d'augmenter la viscosité apparente et la consistance des yaourts, la teneur en matière sèche du lait est augmentée au préalable jusqu'à 10-12% (**Vanmarle, 1998. Schkoda et al., 2001**). Cet enrichissement est réalisé par concentration (évaporation ou osmose inverse) ou, plus fréquemment, par addition de poudre de lait écrémé ou de protéine de lactosérum à des doses variant de 1 à 3%. Le poudrage, effectué à 40°C environ pour une bonne réhydratation des poudres, est généralement suivi d'une étape de filtration et désaération, les protéines ont un rôle déterminant sur la texture et la matière grasse sur les caractéristiques organoleptiques (saveur, arômes), les protéines et la matière grasse contribuent également à masquer l'acidité de produit (**Jeantet et al., 2008**). Dans la plupart des cas, les usines de reconstitution utilisent la matière grasse laitière anhydride (MGLA), qui est une matière grasse issue du traitement d'une crème douce conduisant à un produit de caractéristiques analytiques particulières (**Cherry, 1980**). La teneur en matière grasse (écrémage puis réintroduction de crème) conduit à des produits dits « entiers » (3,5 %), partiellement écrémés (généralement 1,8 %) ou totalement écrémés (< 0,5 %). On rencontre parfois la dénomination « yaourt maigre » sur certains yaourts (moins de 1 % de matière grasse) (**Bourlioux et al., 2011**).

3.1.3. Agents texturants :

Sont regroupés sous ce terme 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**).

3.1.4. Le fruit

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous forme de préparations de fruits avec ou sans sucres ajoutés. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruit, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (**Pacikora, 2004**).

3.2. La flore lactique

Le yaourt, dans sa zone d'origine qui est la péninsule balkanique, était préparé avec du lait de chèvre et à l'aide de cultures naturelles, depuis que le yaourt de production artisanale est devenu produit industriel, avec, en conséquence, une large diffusion dans tous les pays

d'Europe, il a perdu diverses caractéristiques originelles pour devenir le résultat d'une combinaison microbienne différente et d'un processus industriel (**Bottazzi et al., 1973**). Les bactéries lactiques représentent un groupe hétérogène de germes classés ensemble en raison de leur principal produit métabolique final commun qui est l'acide lactique (**Mofredj et al., 2007**). Ce sont des bactéries à Gram-positif qui regroupent 12 genres bactériens dont les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* et *Pediococcus*. Ces bactéries peuvent avoir des formes de bâtonnet ou de coque et elles ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique (**Drouault et Corthier, 2001**).

3.2.1. *Lactobacillus bulgaricus*

Ils ont pour intérêt d'amener une production acide correcte et une génération de saveurs et d'arômes. En fermentant le lait, ils donnent au produit fini des caractéristiques organoleptiques particulières (goût, arôme), ces caractéristiques sont dues à la production d'acide lactique, à la coagulation des protéines du lait et à la production de divers composés, qui sont le résultat du métabolisme des lactocoques et des interactions entre les souches sélectionnées (**Mofredj et al., 2007**). *L. bulgaricus* hydrolyse les caséines en petits peptides et acides aminés pour assurer sa croissance et celle de *S. thermophilus* lorsqu'il s'agit de cultures mixtes (**Pelletier et al., 2007**).

3.2.2. *Streptococcus thermophilus*

S. thermophilus est une bactérie Gram-positif montrant des cellules ovoïdes apparaissant par paires ou en courtes chaînes. C'est une bactérie thermophile avec une température de croissance optimale de 42°C et un organisme anaérobie aérotolérant (**Uriot et al., 2017**). Le rôle principal de *S. thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de sa texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (**Bergmaier, 2002**). Les souches de *S. thermophilus* présentent généralement une activité protéasique faible, c'est la raison pour laquelle leur croissance et l'acidification du lait sont parfois limitées lorsqu'elles sont utilisées en culture pure (**Pelletier et al., 2007**).

3.2.3. Bifidobactéries (*Bifidus Actirigularisse*)

Récemment, de nombreux laits fermentés contenant des Bifidobactéries viables ont été proposés aux consommateurs. Ces bactéries Gram positif en forme de bâtonnet sont des hôtes normaux de l'intestin humain et font partie de la microflore anaérobie prédominante (**Pochart**

et al., 1990), ils sont également été isolés de diverses d'autres environnements tels que les eaux usées et lait fermenté. Les Bifidobacterium sont ajoutées comme cultures vivantes aux produits laitiers, préparations pharmaceutiques et aliments pour animaux (Masco *et al.*, 2003).

3.3. Comportement associatif de la flore lactique

La culture naturelle est généralement dans la fermentation est substituée par une association des deux souches. De nombreuses recherches ont été réservées à l'explication du rôle que précisément *L. bulgaricus* et *S. thermophilus* exercent dans la production et sur la qualité du yaourt actuel (Bottazzi *et al.*, 1973).

La figure suivante illustre le comportement associatif de *L. bulgaricus* et *S. thermophilus*

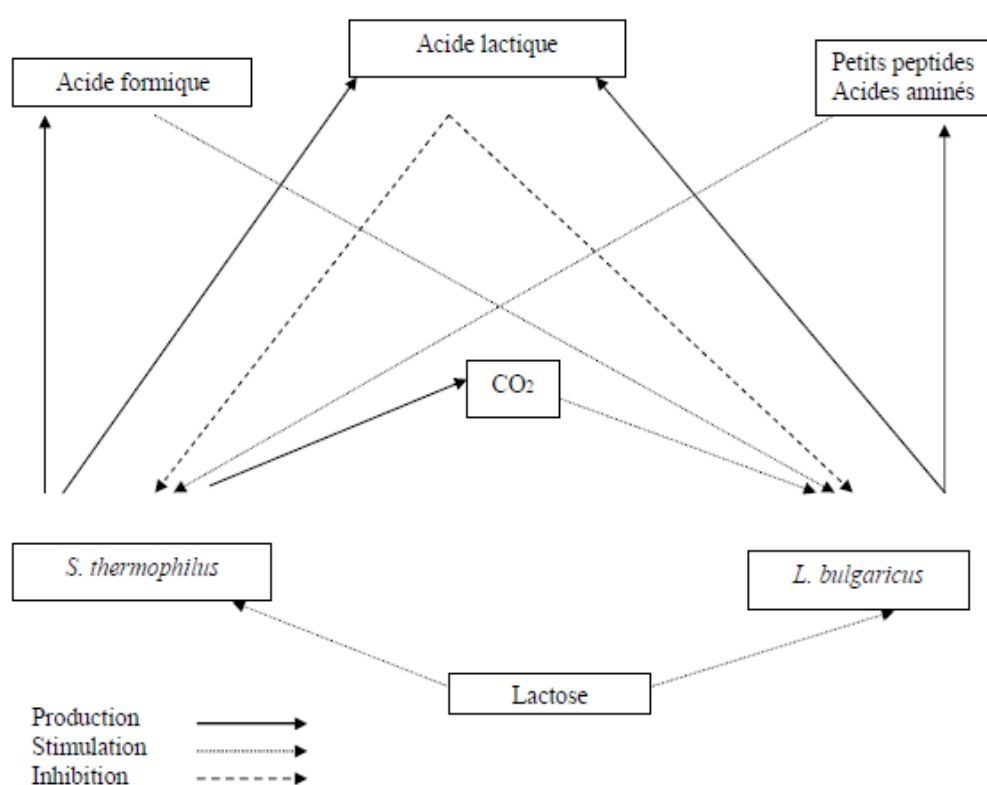


Figure 4 : Schéma illustrant les interactions de *S. thermophilus* *Lb.bulgaricus* culture mixte dans le lait (Jeantet *et al.*, 2008).

Les deux espèces microbiennes vivent en symbiose et il existe une synergie entre les deux bactéries qui porte sur une stimulation mutuelle. *S. thermophilus* est stimulé par l'apport d'acides aminés et de petits peptides provoquant de l'activité protéolytique de *L. bulgaricus*. La stimulation de *L. bulgaricus* est attribuée à l'acide formique, à l'acide pyruvique et au dioxyde de carbone produit par *S. thermophilus* (Jeantet *et al.*, 2008).

4. Processus de fabrication d'un yaourt brassé au bifidus

Le procédé de fabrication de différents types de yaourt et les principales étapes sont illustrées dans le diagramme dans la page suivante.

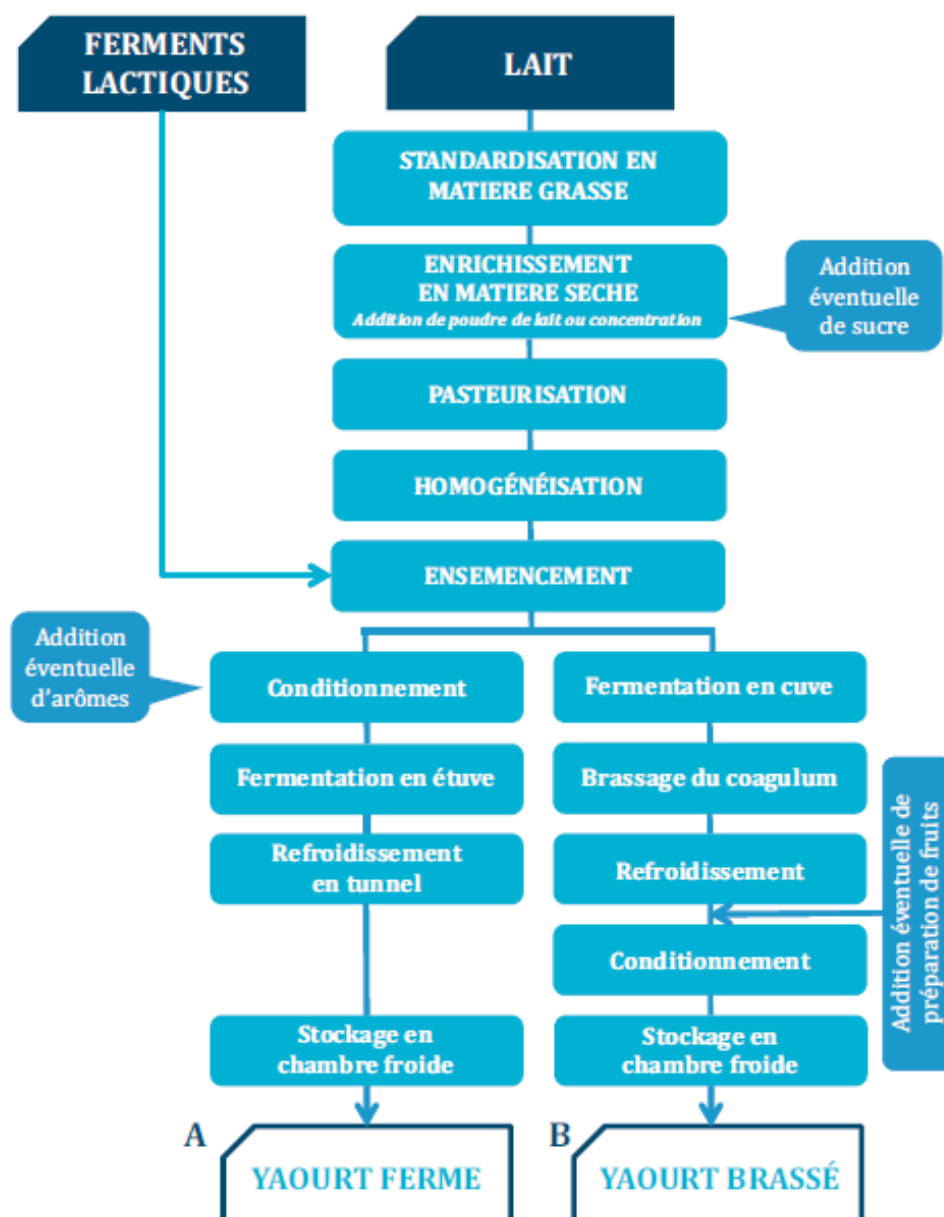


Figure 5 : Schéma de fabrication des yaourts ferme et brassé (Bourlioux, *et al.*, 2011).

4.1. Préparation et standardisation du lait

Avant d'être fermenté, le mélange (base laitière) est standardisé en matière grasse, en protéines, éventuellement sucré et enfin homogénéisé (ajustement du taux de matières grasses, enrichissement en matière sèche sous forme de lait en poudre) (Pelletier *et al.*, 2007).

4.2. Homogénéisation

L'homogénéisation est un traitement physique permettant de réduire la taille des globules gras qui empêche leur séparation du reste du mélange, évitant ainsi une montée de la crème à la surface durant la fermentation (**Lamontagne, 2002**).

4.3. Traitement thermique

Le lait subit un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90-95°C pendant 3 à 5 min. Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord, il crée des conditions favorables aux développements des bactéries lactiques. Il détruit les germes pathogènes et indésirables et inactifs des inhibiteurs de croissance (**Pacikora, 2004**).

4.4. Ensemencement et fermentation

La fermentation qui transforme le lait liquide en un produit épaissi et acidifié le lactose, sucre naturellement présent dans le lait, est le substrat que les bactéries lactiques utilisent comme nutriment principal, L'acide lactique résultant de cette fermentation diminue le pH du lait, entraînant des modifications de conformation des protéines laitières et leur précipitation, et donc la texturisation et l'épaississement du lait. Pour les yaourts dits « fermes », la fermentation a lieu directement dans le pot. Pour les yaourts dits « brassés », la fermentation a lieu en cuve après ensemencement du lait par le starter .Puis, lorsque la coagulation a eu lieu, on procède au décaillage par pompage du gel, complété par une filtration permettant un lissage du caillé (**Bourlioux et al., 2011**).

4.5. Refroidissement et conditionnement

Le yaourt est refroidi généralement en chambre froide puis stocké à 4-6°C. Cette température est maintenue jusqu'au rayon du distributeur. Les yaourts retiennent généralement une date limite de consommation de 30 jours(**Bourlioux et al., 2011**). En fonction de la technologie de fabrication, les yaourts sont divisés en deux groupes :

- yaourts fermes, dont la fermentation a lieu en pots. Ce sont généralement des yaourts type nature ou aromatisé.
- yaourts brassés, dont la fermentation a lieu en cuve avant le conditionnement. Ce sont généralement des yaourts brassés type nature ou aux fruits.

5. Intérêts nutritionnel et thérapeutiques du yaourt

5.1. Valeur nutritionnelle

Les yaourts bénéficient d'une image forte et possèdent des qualités nutritionnelles reconnues. Riches en calcium, en vitamine D et B et en acides aminés indispensables, ils renferment des ferments lactiques de plus en plus nombreux et variés, dont l'effet positif sur la microflore intestinale est maintenant largement reconnu. Les valeurs sont présentées dans le (tableau II).

Tableau II : Composition nutritionnelle du yaourt (Syndifrais, 1997)

Composants	Teneurs (/100g)
Apport calorique	de 42 à 115 kcals
Eau	80-90 g
Glucides	4 à 18 g
Protéines	4,3 g
Lipides	0 à 3,5 g
Calcium	150mg

5.2. Effets thérapeutiques

○ Effet probiotique

L'effet « probiotique » est l'amélioration des performances zootechniques (effet positif sur la croissance, sur la diminution des diarrhées ...). Il dépend de la sélection des souches, de la quantité et de la durée d'administration des bactéries lactiques vivantes(Syndifrais, 1997).

○ Effet sur le transit

L'administration de laits fermentés, dont le yaourt, tend à rétablir un équilibre bactérien favorable à la normalisation du transit digestif(Syndifrais, 1997).

○ Activité antimicrobienne

Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles. En dehors de l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des prébiotiques, notamment des oligosaccharides (Jeantet *et al.*, 2008).

- **Stimulation du système humanitaire**

L'effet immunorégulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribué à *Lactobacillus bulgaricus* (Jeantet *et al.*, 2008).

- **Action préventive contre des cancers de la sphère digestive**

Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs de 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 les ferments (Jeantet *et al.*, 2008).

De façon générale, les laits fermentés par des Bifidobactéries ont un effet marqué sur la constipation et la diarrhée. Cela serait dû à la multiplication des Bifidobactéries dans le tractus intestinal avec production importante d'acide lactique et d'acide acétique et baisse du pH, conduisant à une forte diminution des fermentations anormales dues aux microorganismes pathogènes et à une normalisation de la motricité intestinale (Syndifrais, 1997).

PARTIE PRATIQUE

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel végétal

1.1.Échantillonnage

L'échantillon de coing a été acheté au mois de février 2018 dans la région de Bousmail, Wilaya de Tipaza. Ce site est une ferme où les conditions climatiques favorisent la croissance de *Cydoniaoblonga*.

1.2.Traitement du coing

Après avoir été triés afin de choisir les fruits murs de couleur jaunâtre et en bonne état, les fruits ont été soigneusement lavés avec de l'eau de source et épluchés.

2. Préparation de la confiture

La confiture est un produit fabriqué en faisant bouillir de la pulpe de fruit avec du sucre pour obtenir une consistance raisonnablement épaisse, assez ferme pour maintenir les tissus en position (**Sharma *et al.*, 2011**). Le fruit de coing n'est pas comestible cru à cause de sa dureté, de son amertume et de son astringence, il est très apprécié pour sa confiture(**Silva *et al.*, 2005**).

Les fruits ont été dénoyautés puis coupés, manuellement, en petit morceaux sous forme de cubes d'environ 10 mm qui ont été ensuite plongés dans le sirop, préalablement préparé, puis cuit à feu doux pour fondre le fruit vu qu'il est dur. La moitié du mélange a été par la suite mixé en purée. La figure 6 illustre les étapes d'élaboration de la confiture.

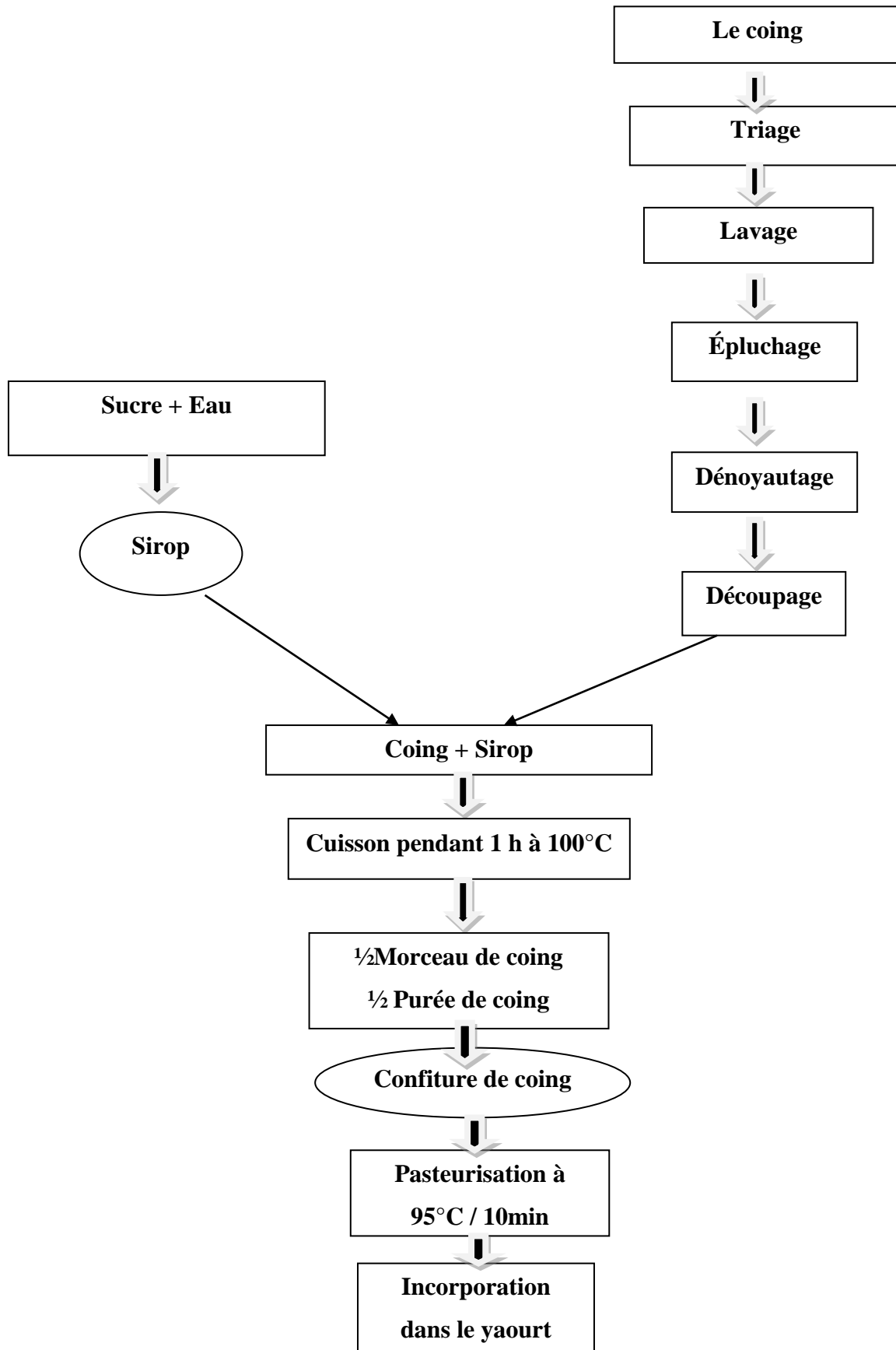


Figure 6 : Diagramme de préparation de la confiture du coing

2.1. Analyses physico-chimiques de coing et de la confiture :

2.1.1. Mesure du pH :

Le pH, exprimant l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu, est égal au logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ions H⁺. La mesure du pH de l'échantillon est effectuée par pH mètre (AOAC, 2002).

La sonde du pH-mètre a été immergée directement dans l'échantillon, ensuite la valeur du pH a été directement affichée sur l'écran du pH-mètre.

2.1.2. Détermination de degré de Brix :

Le degré Brix, également appelé indice réfractométrique, est basé sur la réfraction de la lumière, le réfractomètre donne par simple lecture, l'extrait sec soluble d'un liquide sucré, à une température déterminée. Une goutte de l'échantillon de fruit a été placée sur la surface du prisme, le réfractomètre (ausJENA, Allemagne) a été dirigé vers une source lumineuse et à travers l'oculaire, on arrive à voir se dessiner deux zones sur l'échelle, une claire et une autre foncée. La limite entre les deux zones marque la grandeur de la réfraction. On obtient les résultats par simple lecture sur l'échelle du réfractomètre.

2.1.3. Test d'humidité :

La dessiccation est la méthode utilisée pour déterminer le taux d'humidité de fruit ; 3 échantillons de 10 g de la pulpe ont été placés dans une étuve à 105°C jusqu'à la stabilité du poids. Le taux d'humidité est défini comme étant la perte de poids subit lors de la dessiccation qui est calculé par la formule suivante :

Avec :
$$H\% = [(M_1 - M_2) / PE] * 100$$

H% : Teneur en eau.

M₁ : Poids de la capsule + échantillon avant dessiccation.

M₂ : Poids de la capsule + échantillon après dessiccation.

PE : La prise d'essai.

La matière sèche (MS) est obtenue comme suit :

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

2.2. Détermination des teneurs en antioxydants

2.2.1. Extraction des composés phénolique totaux de coing et de la confiture :

En premier lieu, le fruit a été broyé à l'aide d'un mortier. Dix grammes de ce broyat ont été mélangés avec 10ml d'éthanol à 70%. Après une heure d'agitation à l'obscurité et filtration, le culota été récupéré pour subir une deuxième extraction. Les deux filtrats ont été mélangés. Le solvant d'extraction a été ensuite évaporé sous vide par le Rota-vapeur (BUCHI R200, Suisse) et enfin l'extrait obtenu est reconstitué dans du méthanol puis conservé au réfrigérateur.

2.2.2. Dosage des composés phénoliques totaux :

Une méthode colorimétrique basée sur les réactions d'oxydo-réductions de Folin-Ciocalteu qui est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) de coloration jaune. Dans un milieu alcalin, le Folin-Ciocalteu réagit avec les composés phénoliques, cette réaction est basée sur l'oxydation des phénols et la formation d'un complexe bleu molybdène-tungstène. La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en composés phénoliques totaux et possède une absorption maximum aux environs de 750 -765 nm (Talbiet *al.*, 2015).

La teneur en composés phénoliques des échantillons a été déterminée suivant la méthode de ((Negi *et al.*, 2003) utilisant le réactif de Folin–Ciocalteu. L'extrait (200 μ l) a été mélangé avec 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué dix fois) et de 800 μ l de carbonate de sodium à 7,5%. Le mélange a été ensuite incubé à 30 min à l'obscurité. L'absorbance a été mesurée à 765 nm. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par 100 gramme de matière fraîche (mg EAG/100g MF) en se référant à la courbe d'étalonnage de ce dernier (Annexe I).

2.2.3. Dosage des flavonoïdes

La détermination de la teneur en flavonoïdes est déterminé par la méthode de (Ghafar *et al.*, 2010). L'estimation de la quantité des flavonoïdes contenus dans les extraits de pulpe et de confiture est réalisée par la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium. Cette méthode est basée sur la formation d'un complexe jaune, acide et stable entre le chlorure d'aluminium et le groupement cétonique C-4 et avec les groupements hydroxyles C-3 ou C-5 de flavones et flavonols (Chang *et al.*, 2002). Un volume de 1 ml de chaque extrait a été ajouté à 1 ml d'une solution d' $AlCl_3$ (2%). Après 15 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est lue à 430 nm. La concentration des flavonoïdes a été déduite à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec la quercétine. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent quercétine par gramme de matière fraîche (mg EQ/100g MF) en se référant à la courbe d'étalonnage de ce dernier (Annexe II).

2.2.4. Dosage des tannins :

Pour libérer les anthocyanidines, la méthode colorimétrique a été utilisée, elle est basée sur la réaction dépolymérisation des tanins condensés en milieu acide (butanol/HCL). La teneur en proanthocyanidines des extraits a été déterminée selon la méthode de **(Wilfred et Nicholson, 2006)**. Un volume de 2,5ml de sulfate de fer a été ajouté à l'extrait méthanolique de coing et de la confiture. Le mélange a été incubé à 95°C pendant 50min. L'absorbance a été mesurée à 530 nm. Le résultat est exprimé en mg équivalent de cyanidine par 100g de matière fraîche (mg EC/100g) est calculé selon la formule ci-dessous :

$$C = Abs * MM * FD / \epsilon * L$$

Où

D: Facteur de dilution.

ϵ : Facteur d'extinction (34700mol/cm.l).

L: Chemin optique (1cm).

Abs: Absorbance de l'échantillon.

M: Masse molaire de la cyanidine (g/mol).

C: Concentration (g/l).

2.2.5. Extraction et dosage des caroténoïdes

La couleur est l'élément caractéristique de caroténoïdes, elle peut varier du jaune au rouge. Leur couleur est due à leur système de doubles liaisons conjuguées créant un chromophore et permettant ainsi l'absorption de la lumière visible entre 400 nm et 500 nm. Le degré de conjugaison du chromophore détermine les caractéristiques d'absorption du caroténoïde **(Degrou, 2013)**. Les caroténoïdes ont été extraits par la méthode de **((Sass-Kiss *et al.*, 2005)**. Un volume de 10 ml du mélange de solvant d'extraction (Hexane/acétone/ éthanol, 2/1/1 (v/v/v)) ont été ajoutés à 4 g de pulpe de coing ou confiture. Après agitation à l'obscurité pendant 30 min, la phase hexanique a été récupérée puis diluée pour le dosage des caroténoïdes par spectrophotométrie à 450 nm.

Les concentrations en caroténoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage en utilisant le β -carotène comme standard (Annexe III). Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent β -carotène par 100 gramme de matière fraîche (mg E β /100g MF).

2.2.6. Évaluation des activités antioxydant et anti radicalaire

➤ **Activité anti radicalaire (DPPH) :**

Pour étudier l'activité anti radicalaire des différents extraits, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH^{*} (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) comme un radical libre relativement stable. Le DPPH^{*} initialement violet se décolore rapidement lorsqu'il est réduit par un antioxydant en DPPH-H (diphényle picryl-hydrazine) ayant une couleur jaune ; l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Moyneux, 2004 ; Morxen *et al.*, 2007). Le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 517 nm. Un volume de chaque extrait, à différentes concentrations, est mélangé avec 2,44 ml de la solution éthanolique DPPH (6,10⁻⁵M). Les solutions sont mélangées et incubées à l'obscurité pendant 1h (Brand-Williams *et al.*, 1995). Pour comparaison, les standards qui sont la quercétine et le BHA sont testés dans les mêmes conditions. Les résultats seront exprimés en pourcentage de réduction du radical DPPH^{*} comme suit :

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon})}{\text{Abs contrôle}} \times 100.$$

D'après les courbes de régression (%d'inhibition du DPPH en fonction des différentes) des échantillons et standards, les concentrations qui correspondent à 50 % d'inhibition (EC50) du radical DPPH^{*} sont calculées.

➤ **Test de molybdate**

Le test de molybdate est évalué en utilisant le phosphomolybdate d'ammonium. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO₄²⁻ à molybdène Mo(V) MoO²⁺ en présence des extraits pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide. Un volume défini de chaque extrait, à différentes concentrations a été mélangé avec 2 ml de réactif de phosphomolybdène. Un blanc a été préparées en remplaçant l'extrait avec l'eau distillé puis les solutions ont été mélangées au vortex et incubées à 95°C pendant 60 min. Les absorbances ont été mesurées à 695 nm après refroidissement des tubes (Prieto *et al.*, 1999).

L'activité antioxydant exprimée en EC₅₀ est déterminée à partir des courbes de régression linéaire. Pour comparaison, les standards BHA et quercétine sont également testés.

3. Analyses microbiologiques de la confiture :

Afin de vérifier la qualité microbiologique de la confiture et d'éviter la contamination du produit fini, les analyses microbiologiques ci-dessous ont été réalisées.

3.1. Dénombrement des Entérobactéries :

Sous la hotte 1 ml de yaourt au coing a été prélevé, déposé dans une boîte de Pétri, la gélose VRBG été ensuite coulée en double couche pour fixer les bactéries pour favoriser l'anaérobiose. Un témoin gélose a été également préparé. Une fois la gélose solidifiée, les boîtes ont été incubées dans une étuve à 37°C pendant 24h. Ce qui nous donne la possibilité de dénombrer les Entérobactéries (JORA, 2017). Le nombre de coliformes et d'entérobactéries est calculé selon la formule suivante :

$$\frac{\sum c}{(n1 + 0.1n2)d}$$

ΣC : la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies

$n1$: est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus faible.

$n2$: est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus élevée.

d : est la valeur correspondant à la dilution des premiers dénombrements retenus.

3.2. Dénombrement des levures et moisissure

Pour la recherche des levures et moisissures dans le yaourt au coing, 1 ml d'échantillon a été prélevé puis déposé dans une boîte de pétri avec la gélose OGA. En même temps un témoin gélose a été préparé. Après solidification de la gélose, les boîtes ont été incubées à 25°C pendant 5 jours (JORA, 2017). Le nombre de levures et moisissures est calculé selon la formule suivante :

$$\frac{\sum c}{(n1 + 0.1n2)d}$$

Où :

ΣC : la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies

$n1$: est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus faible.

$n2$: est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus élevée.

d : est la valeur correspondant à la dilution des premiers dénombrements retenus.

3.3. Dénombrement des germes totaux :

Il s'agit d'une analyse quantitative des microorganismes qui correspond au dénombrement de la flore totale aérobie mésophile qui nous renseigne sur la charge microbienne du produit et le risque de présence de germes pathogène. Pour l'analyse, 1 ml de chaque dilution de la solution mère 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} a été prélevé sous la hôte et déposé dans des boîtes de Pétri puis la gélose PCA a été coulée dans ces boîtes. En parallèle un témoin gélose a été préparé. Après solidification de la gélose, les boîtes ont été incubées dans une étuve à 30°C pendant 72h (JORA, 2017).

4. Elaboration du yaourt au coing au bifidus :

La préparation du yaourt (masse blanche au bifidus, produit fini) a été réalisée au niveau du laboratoire Recherche et Développement de l'entreprise DANONE Djurdjura.

4.1. Présentation de DANONE Djurdjura :

Les origines de groupe DANONE remonte à 1966, lors de la fusion de deux sociétés verrières françaises, glace de Boussois et verrières Souchon Newesel « BSN ». En 1973, le groupe « BSN » et Gervais DANONE réalisent un chiffre d'affaire très important dans les produits laitiers et les pâtes, et devient le premier groupe français. En 1989, le groupe « BSN » était le troisième groupe agroalimentaire européen et le premier en France, en Italie et en Espagne. En 1990 le groupe a adopté une stratégie de consolidation des positions acquises, il a acquis Volvic en France afin de renforcer sa position les activités d'eau en bouteille. A partir de 1997 il a engagé un programme de recentrage sur trois mesures (produits laitiers frais, boissons et biscuits, snacks céréaliers) qui présentent un chiffre d'affaire de 77%. En octobre 2001 le leader mondial DANONE a conclu un partenariat avec la laiterie DJURDJURA. En 2006 Danone Djurdjura Algérie dispose 40% de marché Algérien et signe un protocole d'accord pour porter 95% le totale de ces intérêts. Mr Batouche, actionnaire depuis la création de la société conservera le solde des 5%. DANONE DJURDJURA est implanté dans la zone industrielle d'Akbou « TAHARACHT » qui se trouve à 60 km de Bejaia et à 170 à l'est de la capitale d'Alger.

4.2. Production et différents produits

Le tableau ci-dessous présente les différents produits de DANONE :

Tableau III : Différents produits de DANONE

Produit	Types
Yaourt étuvé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yaoumi. ▪ Activia ferme ▪ Activia ferme nature ▪ Mini prix
Yaourt brassé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brassé Nature et aromatisé ▪ Activia brassé nature non sucré ▪ Activia brassé aux fruits muesli miel ▪ Activia brassé aux fruits pêche abricot ▪ Activia brassé aux fruits fraise
Yaourt à boire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Activia S’bah ▪ Mixy lait fraise ▪ Danino à boire
Fromage frais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danino nature ▪ Danino nature non sucré ▪ Danino aux fruits
Jus lactés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danao orange-ananas ▪ Danao pêche-abricot ▪ Danao fruits exotique
Crème dessert	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danette chocolat ▪ Danette choco-noisette ▪ Danette caramel

4.3. Etapes de fabrication du yaourt brassé au coing

L'élaboration du yaourt a été réalisée à l'échelle laboratoire au niveau de l'unité Danone Djurdjura en respectant le diagramme de fabrication de yaourt brassé aux fruits au bifidus qui consiste à préparer la masse blanche à base de lait, l'eau, poudre de lait et la matière grasse (MGLA). Après homogénéisation, le mélange subit une pasteurisation à 95°C puis un refroidissement à la température d'ensemencement des bactéries lactiques. Concernant, le yaourt brassé, la maturation prend place dans une étuve à 38°C. Une fois le mélange atteint un pH de 4,76 qui est le pH décaillage il est immédiatement brassé. Un refroidissement rapide est effectué sur ce dernier à 4°C pour but d'arrêter la fermentation. A la fin, le yaourt brassé a été distribué dans des pots de 100 g auquel la confiture a été ajoutée un dosage de 10%, ensuite les pots ont été scellés à l'aide de la thermoscélleuse puis stockés au réfrigérateur.

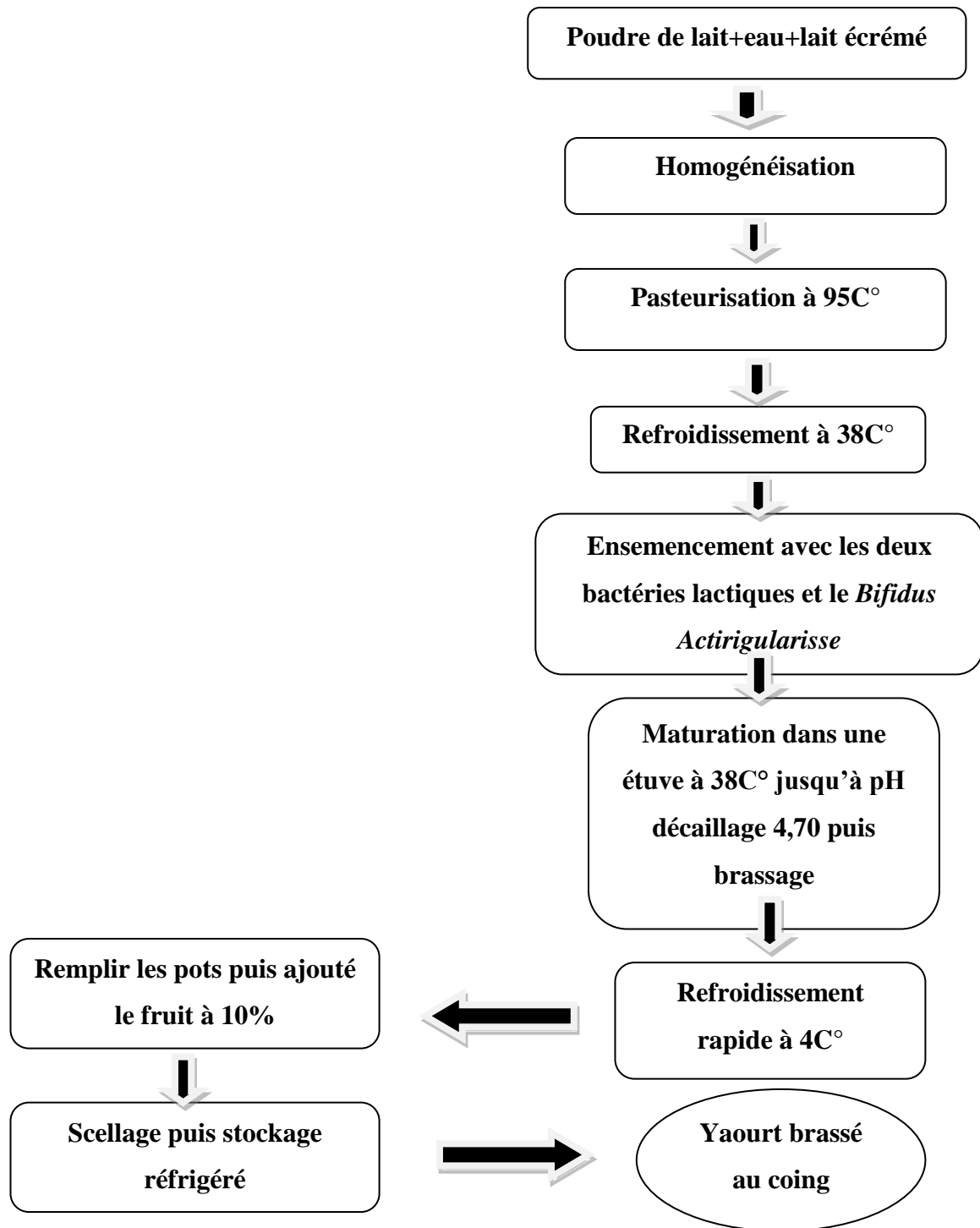


Figure 7 : Diagramme de fabrication d'un yaourt brassé au coing.

4.4. Analyses physico-chimiques

4.4.1. Détermination de l'extrait sec totale

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/L (Nongoniermaet *al.*, 2006). Une coupelle (capsule) contenant 3g de l'échantillon a été placée dans l'appareil et la

dessiccation commence automatiquement (JORA, 2017). Le taux de l'extrait sec est directement déterminé par l'appareil en %.

4.4.2. Mesure de pH :

Voir la méthode citée dans le paragraphe 2.1.1. Page (19)

4.4.3. Détermination du brix :

Le brix est déterminé par lecture directe à l'aide d'un réfractomètre électronique (ATAGO CO., LTD, Japon).

4.4.4. Mesure de la viscosité :

La transformation du lait en yaourt s'accompagne de la mise en place d'une structure complexe et d'un changement important des propriétés rhéologiques en passant d'un liquide newtonien à un gel viscoélastique à destruction non réversible (Paci Kora, 2004).

La mesure de la viscosité correspond à la mesure de la résistance exercée sur une cloison tournant à une vitesse déterminée et constante dans le fluide dont on veut mesurer la viscosité. La viscosité du yaourt brassé est mesurée à l'aide de Taxt express, le produit doit être à une température homogène de 10°C. Le module est abaissé dans le produit jusqu'au repère situé au-dessus du disque puis le programme de mesure est démarré et la valeur est affichée sur l'écran du viscosimètre en g (JORA, 2017).

4.4.5. Taux de matière grasse (MG)

Il doit être au minimum inférieur à 3% (m/m) dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés (Ozeret *al.*, 1998).

Cette analyse est basée sur l'utilisation de la méthode acide butyrométrique de Gerber. Il s'agit de mettre dans un butyromètre 10ml d'acide sulfurique, d'ajouter 11ml du yaourt au coing homogénéisé, puis ajouté 1ml d'alcool iso-amylque puis boucher le butyromètre. L'ensemble a été ensuite agité énergiquement jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène qui est placé dans la centrifugeuse pendant 10min. La valeur de la matière grasse est lue directement sur le butyromètre, chaque graduation correspond à 1 % de la matière grasse. Il doit être au minimum inférieur à 3% (m/m) dans le cas du yaourt.

4.5. Détermination de la teneur en antioxydants dans les yaourts élaborés :

4.5.1. Extraction des composés phénolique totaux :

Dix grammes de yaourt ont été additionnés de 2,5ml d'eau distillée. Le pH du mélange a été d'abord ajusté à l'aide de la solution d'HCL (0,1 M) à pH=4 avant d'être incubé dans un bain mari à 45°C pendant 10 min. Une centrifugation à 4400 tours/min pendant 15min a été réalisée pour récupérer le surnageant dont le pH a été ajusté encore une fois par le NaOH (0,1N) à pH=7 avant de subir une 2^e centrifugation à 4400 tours/min pendant 10 min. Enfin le surnageant récupéré a été conservé à 4°C (Muniandy *et al.*, 2016).

Les dosages ci-dessous sont réalisés selon les méthodes décrites pour les fruits et purée de coing :

- dosage des composés phénoliques totaux : Voir le protocole cité dans le titre 2.2.2. Page (19)
- dosage des flavonoïdes : Voir le protocole cité dans le titre 2.2.3. Page (20).

4.5.2. Extraction et dosage des flavonoïdes

Voir le protocole cité dans le titre 2.2.5. Page (20).

4.5.3. Évaluation des activités antioxydante et anti radicalaire

Les protocoles décrits dans le titre 2.2.6. Page (20) sont adoptées pour évaluer les activités antioxydant et antiradicalire des extraits de yaourts élaborés.

4.6. Analyse microbiologique

Le dénombrement d'entérobactéries, levures et moisissures dans les yaourts élaborés a été réalisée selon les méthodes citées, respectivement, dans le titre 3.1. Page (23) et le titre 3.2. Page (23).

5. Viabilité de la flore lactique

Il s'agit d'ensemencer des dilutions décimales d'échantillon à analyser dans des milieux spécifiques et appropriés à la croissance des espèces recherchées. Des dilutions de 10^{-1} à 10^{-8} ont été préparées à partir du yaourt dans de l'eau peptonée. Un millilitre de chacune des dilutions a été introduit dans une boîte de Pétri, puis la gélose correspondante pour chaque germe a été versée. Les boîtes sont ensemencées en double couche et incubées en anaérobiose et à 44°C pendant 48 h pour les Lactobacilles et le Bifidus et en aérobie à 37°C pendant 72h

pour les Streptocoques. Pour compter les colonies sur les différentes boites, la loi suivante est appliquée :

$$\frac{\sum c}{(n1+0,1n2)d}$$

Soit :

ΣC : la Somme des colonies comptées sur toutes les boites contenant entre 10 et 300 colonies

n1 : est le nombre de boites comptées à la dilution la plus faible.

n2 : est le nombre de boites comptées à la dilution la plus élevée.

d : est la valeur correspondant à la dilution des premiers dénombrements retenus.

6. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. L'instrument de vérification pour l'analyse sensorielle est le panel de personnes qui ont été recrutées et formées pour réaliser des tâches précises d'évaluation sensorielle (**Watts et al., 1991**). Le but de réaliser l'analyse hédonique et de déterminer les préférences des consommateurs naïfs. Une analyse des experts a été, également, réalisée pour évaluer les différentes caractéristiques des yaourts élaborés qui sont la couleur, l'arôme, la sucrosité, l'acidité, la quantité du fruit dans le yaourt, la saveur du fruit, la texture, l'identification du fruit et de donner leur préférence. Deux (2) échantillons codés A, B sont présentés, échantillon A correspond au yaourt au coing et l'échantillon B correspond au yaourt blanc. L'analyse sensorielle de ces deux types de yaourt a été réalisée au niveau de DANONE Djurdjura par 15 panels experts. A cet effet, une épreuve par paire a été réalisée, chaque juge reçoit un yaourt à base de confiture de coing et un yaourt témoin simultanément. Les panélistes sont appelés à analyser les échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire (Annexe IX). L'analyse hédonique a été réalisée au niveau de laboratoire d'analyse sensorielle de l'université de Bejaia par 72 sujets naïfs, les sujets sont appelés à donner leur appréciation sur les deux échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire (Annexe V). Cette analyse a été effectuée en deux jours où des conditions d'analyse ont été respectées, essentiellement : L'hygiène, l'isolement des juges (cabines de dégustation), le calme et l'anonymat des échantillons.

Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux panels, ont été traitées en utilisant le logiciel XLSTAT version 16.5.03 2014, qui est un outil complet d'analyse de

données et de statistiques. Les principales fonctionnalités de ce logiciel, utilisées pour interpréter les résultats comme suite : Plan d'expérience, Caractérisation de produits, Analyse en composante principale (ACP), Classification ascendante hiérarchique (CAH) et Préférence MAPPING (PREFMAP).

7. Analyse statistique

Chaque teste est répété 3 fois, la comparaison entre les échantillons est réalisée par une Analyse de la variance (ANOVA) effectuée avec le teste HSD de Tukey sur Statistica 7.1 (STAT.SOFT) en prenant un intervalle de confiance de 95%. Les échantillons sont considérés statistiquement différents à $P < 0,05$

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Caractéristiques du coing et de la confiture

1.1. Paramètres physico-chimiques du coing et de la confiture

Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau suivant

Tableau IV : Résultats des paramètres physico-chimiques du coing et de la confiture

Paramètres	Coing	Confiture	Résultat
pH	4,11±0,01 ^b	4,39±0,01 ^a	(4,09/coing)et (4,43/confiture)cité par (Szychowski <i>et al.</i> , 2014)
Brix(%)	16,10±0,10 ^b	38,42±0,03 ^a	16,40%/coing cité par (Szychowski <i>et al.</i> , 2014). 69,35%/confiture cité par (Mir <i>et al.</i> ,2016)
Humidité (%)	82,05±0,60 ^a	57,72±0,67 ^b	81,20%/coing cité par (Almeida <i>et al.</i> , 2018). 27,62%/confiture cité par (Mir <i>et al.</i> , 2016)

a et b : représentent les différences significatives à $P \leq 0,05$. $a > b$.

1.1.1. pH

Les résultats du pH du coing et de la confiture étudiée sont reportés dans le (tableau IV). Le pH du coing qui est de (4,11) avec une différence significative à $P \leq 0,05$ est plus acide que la confiture qui est de 4,39. Cette augmentation du pH dans la confiture est due probablement à l'ajout du sucre qui est un agent qui réduit l'acidité. Le pH de coing et de confiture est proche de celui rapporté par (Szychowski *et al.*, 2014) qui est de (4,09) pour le coing et (4,43) pour la confiture. La différence entre ces résultats peut être due au type de variété, stade de maturation, aux conditions de culture et la saison.

1.1.2. Brix

Les résultats du brix du coing et de la confiture étudiée sont reportés dans le (tableau IV). Le degré de brix dans la confiture est de 38,42%. Cette valeur est supérieure à celle du coing qui est de 16,10%. Cette différence est significative à $P \leq 0,05$ est justifié par la présence de sucre additionné dans la confiture.

Le brix du coing étudié est proche de celui cité par (Szychowski *et al.*, 2014). la valeur trouvé pour la confiture est deux fois inférieur de celle trouvé par (Mir *et al.*, 2016) qui est de 69.35%, cela est due à la quantité du sucre ajouté qui est dans la présente étude de 25,00% par contre celle ajouté par ce dernier est de 50,00%.

1.1.3. Humidité

Les résultats de l'humidité du coing et de la confiture étudiée sont reportés dans le (tableau IV) pH Le coing est significativement plus riche en eau (82,05%) que la confiture (57,72%) qui a subi une concentration due au traitement thermique et à l'ajout de sucre.

La teneur en eau du coing est proche de celle rapportée par(Almeida *et al.*,2018) qui est de 81,20% et celle cité par(Mir *et al.*, 2016) qui est de (84.10%). La valeur trouvé par la présente étude pour la confiture et supérieur de celle trouvé par (Mir *et al.*, 2016)qui de (27,62 %), cela est due a la quantité d'eau ajouté dans la confiture. La différence entre ces résultats peut être due au type de variété, stade de maturation, aux conditions de culture et la saison.

1.2. Teneurs en antioxydants

Les résultats des dosages des antioxydants dans le coing et confiture sont présentés dans le tableau suivant

Tableau V : Résultats des teneurs en antioxydants dans le coing et confiture

Composé	Coing	Confiture
Composés Phénoliques (mgEAG/100g MF)	317,41± 2,19 ^a	260,26±2,89 ^b
Flavonoïdes (mg EQ/100g MF)	47,63 ±1,58 ^a	15,80 ±0,93 ^b
Tannins (mg E Cyanidine/100g MF)	55,18±3,56	/
Caroténoïdes (mg Eβ-car/100gMF)	0,46±0,01 ^a	0,38 ±0,034 ^b

a, b: représentent les différences significatives à $P \leq 0,05$: $a > b$.

1.2.1. Teneur en composé phénoliques totaux (CPT)

Les résultats de la teneur en CPT des extraits du coing et de la confiture étudiée sont reportés dans le (tableau V). La teneur en CPT de l'extrait de coing est de (317,41 mg EAG/100g MF), alors que celle de la confiture qui est de 260,263 mg EAG/100g MF. La différence est significative à $P \leq 0,05$. Cette différence est due à, l'ajout de l'eau, le sucre et surtout la cuisson a température élevé. La valeur trouvé par la présente étude pour le coing et proche de celle cité par (Hamauzu *et al.*, 2005) qui est de(302.7 mg/100 g MF) par contre la valeur cité par(Mir *et al.*, 2016)et(Silva *et al.*, 2004) qui est de (73.41 mgEAG/100gMF) et

(150,24 mgEAG/100g MF) sont moine que celle trouvé dans la présente étude. La valeur cité par (Silva *et al.*, 2004) pour la confiture est de (13,40mg EAG/100g MF), une grande différence est marqué par rapport à la valeur trouvé par la présente étude. Ce la due peut-être due au type de variété, stade de maturation, aux conditions de culture et la saison. Celapeut être due aussi à la lyophilisationdes fruits de coing avant utilisation dans l'étude mené par ce dernier, contrairement à la présente étude, le coing frais a été utilisé pour la préparation des extraits.

1.2.2. Teneur en flavonoïdes

D'après le (tableau V), l'extrait de coing est significativement plus riche en flavonoïdes (47,631mgEQ/100gMF) que l'extrait de la confiture (15,797mg EQ/100g MF). Cette différence est due à l'ajout du sucre, l'eau et la cuisson du fruit dans ce sirop. Les valeur trouvé dans la présente étude sont loin de celles citées par (Baroni *et al.*, 2018) (6,53 mgEQ/100gMF) pour le coing et de (5,11 mgEQ/100gMF) pour la confiture.Ces différences pourraient être causées par des facteurs génétiques ainsi que les pratiques agricoles et les facteurs environnementaux, due au type de variété, stade de maturation, aux conditions de culture et la saison.

1.2.3. Teneur en tannins

La teneur en tannins du coing est de (55,18 mg E Cyanidine/100g MF) (Tableau V), elle est proche de celle citée par (Wojdyło *et al.*, 2013)qui est de (55,00mg E Cyanidine/100g MF). Concernant la confiture, il n'a pas été de détermination de teneur en tannins pour cause du brunissement de l'extrait par la chaleur (95C°).

1.2.4. Teneur en caroténoïdes

Les résultats de la teneur en caroténoïdes des extraits de coing et de la confiture étudiés sont reportés dans (le tableau V) Le résultat de la présente étude montre que la teneur en caroténoïdes (0,462 mg E β car/100gMF) de l'extrait de coing est plus importante avec une différence significative à ($P \leq 0,05$) que celle de la confiture (0,375 mg E β car/100gMF). La teneur en caroténoïdes de coing et confiture obtenue dans la présente étude est comprise dans l'intervalle cité par (Legua *et al.*, 2013)qui est de (0,04-0,42mgE β /100g MF). Ces différences pourraient être causées par des facteurs génétiques ainsi que les pratiques agricoles et les facteurs environnementaux, due au type de variété, stade de maturation, aux conditions de culture et la saison.

1.2.5. Activités antioxydante et anti radicalaire

➤ Activité anti radicalaire (DPPH)

Le tableau ci-dessous présente les résultats des EC₅₀ du coing, confiture et les deux standards quercétine et BHA

Tableau VI : Résultats des EC₅₀ de coing, confiture et des standards testés

Echantillon	EC ₅₀ (mg/ml)
Coing	45,20±2,80 ^b
Confiture	59,02±1,83 ^a
Quercetine	0,06±0,00 ^c
BHA	0,07±0,00 ^c

a, b: représentent les différences significatives à $P \leq 0,05$. $a > b > c$

Les résultats obtenus montrent que la concentration nécessaire pour inhiber la moitié de la concentration de DPPH l'EC₅₀ pour l'extrait de coing (45,20mg/ml) significativement ($P \leq 0,05$) est plus faible comparée à celle de la confiture (59,02 mg/ml). Le coing a donc une meilleure activité anti radicalaire que la confiture. Comparé au standards quercetine (0,06mg/ml) et BHA (0,07mg/ml), les activités des extraits de coing et de confitures sont plus faibles. Notons qu'aucune différence significative à $P \leq 0,05$ n'a été observée entre les deux standards. Les valeurs trouvées par la présente étude sont loin des résultats trouvés par **(Hamauzu et al., 2005)** qui est de (7,51mg/ml) pour le coing et de (12,10 mg/ml) pour la confiture, la valeur citée par **(Silva et al., 2004)** pour la confiture qui est de (22,60mg/ml) est deux fois plus performante que celle trouvée par la présente étude. Ces différences pourraient être causées par des facteurs génétiques ainsi que les pratiques agricoles et les facteurs environnementaux, due au type de variété, stade de maturation, aux conditions de culture et la saison.

➤ Teste de molybdate

Les EC₅₀ obtenues pour les extraits de coing, confiture et des standards testés dans la présente étude sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau VII : Résultats des EC₅₀ de coing, confiture et des standards testés

Echantillon	EC ₅₀ mg/ml
Coing	2,93±0,01 ^a
Confiture	3,04±0,00 ^b
Quercetine	0,27±0,00 ^c
BHA	0,86±0,00 ^c

a, b et c: représentent les différences significatives à $P \leq 0,05$. $a > b > c$

La capacité antioxydante du coing (EC₅₀) est de (2,93 mg/ml) qui est plus performance que celle de la confiture qui est de (EC₅₀) (3,04mg/ml), donc le coing a une meilleure activité antioxydante que la confiture avec une différence significative à $P \leq 0,05$ Comparé aux standards testés, le coing et la confiture sont moins efficaces que la quercetine (0,27mg/ml) et BHA (0,86mg /ml). En effet, les différences observées ne sont significatives à $p \leq 0,05$. Les valeurs obtenues dans la présente étude n'appartient pas à intervalle cité par (**Szychowski et al., 2014**) qui est de 11,7 mg/100 à 84,2 mg/100, cela est due à la différence de variétés, de saison de récolte et la maturation du fruit.

2. Analyses microbiologiques de la confiture

Les analyses microbiologiques ont été effectuées sur la confiture pour vérifier sa conformité du point de vue propriété hygiénique avant son introduction dans le yaourt. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII : Résultats d'analyses microbiologiques de la confiture

Germes recherchés	Confiture	Normes (JORA, 2017)
Entérobactéries	Absence	<10UFC/g
Levures		Absence totale
Moisissure		
Germes totaux		

D'après les résultats obtenus, la confiture présente des propriétés microbiologiques conformes aux normes. En effet, elle est exempte de tous les germes recherchés (Entérobactéries, Levures, Moisissure, Germes totaux). Ceci démontre les bonnes pratiques d'hygiène adoptées lors de la préparation du fruit et la transformation de celui-ci en confiture

(nettoyage, découpage, traitement thermique, conditionnement et conservation) et enfin l'incorporation de ce dernier dans le yaourt.

3. Elaboration du yaourt au coing

3.1. Propriétés physico-chimiques

Les résultats des analyses effectuées sur le yaourt au coing sont présentés dans le tableau **IX**.

Tableau IX : Propriétés physico-chimiques des yaourts avec et sans coing

Paramètres	Yaourt témoin	Yaourt au coing	Norme (JORA, 2017)
pH	4,50±0,01 ^a	4,40±0,00 ^a	4,35-4,55
Viscosité (g)	20,85±0,13 ^b	24,50±0,50 ^a	20-25
Extrait sec(%)	18,83±0,02 ^b	23,10±0,41 ^a	19,89-22,89
Brix(%)	16,10±0,10 ^b	16,74±0,03 ^a	16-17
Taux de MG (mg/100g de yaourt)	3,50±0,05 ^a	3,45±0,00 ^a	3,32-3,52

a et b : représentent les différences significatives à $P \leq 0,05$. $a > b$

3.1.1. pH

Les résultats du pH du yaourt témoin et yaourt au coing sont montrés dans le (le tableau IX). L'étude statistique n'a montré aucune différence significative à ($P \leq 0,05$) entre le pH du yaourt témoin qui est de (4,50) et le yaourt au coing qui est de (4,40). Ces résultats concordent avec les normes tolérées par l'entreprise (4,35-4,55).

3.1.2. Viscosité

La viscosité du yaourt au coing (24,50 g) est supérieure à celle du yaourt (20,85g). Cette différence est probablement due au pH acide de la confiture qui augmente la viscosité du yaourt (**Pacikora, 2004**) et/ou à ses polysaccharides. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle de conformité de l'entreprise Danone Djurdjura (20-25g).

3.1.3. Brix

Avec un brix de 16,74%, le yaourt au coing est significativement plus riche en sucre que le yaourt témoin (16,10%). Cette légère augmentation dans le yaourt au coing est apportée par l'ajout de confiture qui a un brix très élevé (38,42%).

3.1.4. Extrait sec totale

La présente étude montre une différence significative à $P \leq 0,05$ entre les deux yaourts. En effet, l'extrait sec du yaourt au coing est de 23,10%, alors que du yaourt témoin est plus faible qui est de l'ordre de 18,83%. Ceci est expliqué par la masse supplémentaire apportée par la confiture ajoutée sur l'extrait sec total du yaourt.

3.1.5. Taux de matière grasse (MG)

L'étude statistique n'a montré aucune différence significative à ($P \leq 0,05$) entre la MG du yaourt témoin qui est de (3,50 mg/100g yaourt) et le yaourt au coing qui est de (3,45mg/100g de yaourt).

3.2. Teneur en antioxydants dans les yaourts élaborés

Les résultats des dosages des antioxydants dans les yaourts élaborés sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau X : Teneur en antioxydants dans les yaourts élaborés

La teneur	Yaourt témoin	Yaourt au coing
Composés phénoliques (mg EAG/100gMF)	12,284±0,23 ^b	21,482±0,12 ^a
Flavonoïdes(mgEQ/100g MF)	0,665 ±0,044 ^b	1,235±0,063 ^a

a et b : représentent les différences significatives à $P \leq 0,05$. a>b

3.2.1. Teneur en composés phénoliques totaux

La teneur du yaourt au coing en CPT est de 21,48mg EAG/100g MF, elle est significativement plus importante à ($P \leq 0,05$) que celle obtenue pour le yaourt témoin qui est de (12,28mg EAG/100gMF). Ceci montre que l'ajout de confiture de coing a permis l'enrichissement du yaourt en CPT.

3.2.2. Teneur en flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes du yaourt au coing est de (1,235mg EQ/100gMF) qui est plus riche avec différence significative à $P \leq 0,05$ que le yaourt témoin qui est de (0,66mg EQ/100g MF). Ce qui montre que la confiture a apporté de flavonoïdes au yaourt.

3.3. Activités antioxydantes et antiradicalaires

➤ Activité antiradicalaire sur DPPH

Etant donné que les extraits des deux yaourts n'ont pas été suffisamment concentrés pour déterminer les EC_{50} , nous nous sommes limités à comparer les deux échantillons par rapport au % d'inhibition du DPPH pour une seule et même concentration (1g/ml). Les pourcentages d'inhibition du DPPH des yaourts élaborés sont présentés dans la (figure 8). Le pourcentage d'inhibition du DPPH du yaourt au coing (40,80±1,29%) est plus de 2 fois élevé que celui du

yaourt témoin ($13,41 \pm 0,89\%$). Ceci montre que le yaourt au coing possède une meilleure activité. Cette amélioration est apportée par les antioxydants contenus dans la confiture.

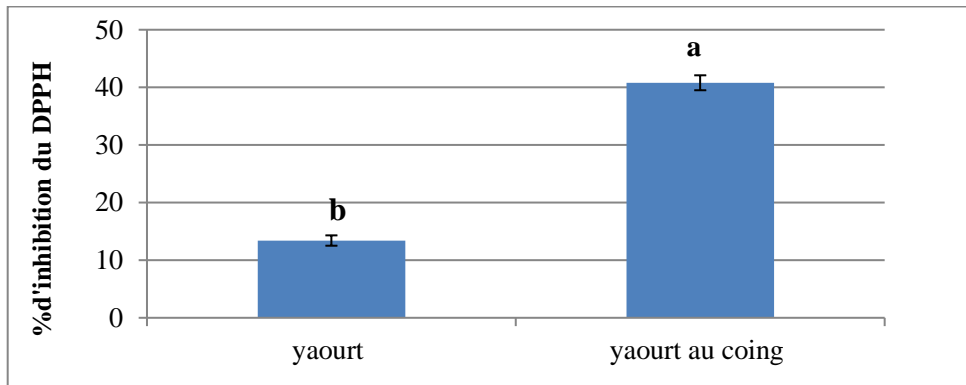


Figure 8: Pourcentage d'inhibition du DPPH des yaourts avec et sans coing.

a et b : représentent les différences significatives à $P \leq 0,05$. $a > b$.

3.4. Propriétés microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques (Tableau XI) montrent que les yaourts élaborés sont conformes aux normes de l'entreprise. En effet, aucune présence des germes recherchés (entérobactéries, levures et moisissures) n'a été détectée dans les deux produits. Ceci prouve le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de préparation de la confiture et du yaourt.

Tableau XI : Propriétés microbiologiques des yaourts sans et avec confiture de coing.

Germes recherchés	Yaourt et yaourt au coing	Normes (JORA, 2017)
Entérobactéries	Absence	<10UFC/g
Levures		Absence totale
Moisissures		

4. Viabilité de la flore lactique

La flore lactique a été suivie dans le yaourt au coing toute au long de 28 jours, jusqu'à la DLC du produit pour déterminer leur viabilité dans ce dernier. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous

Tableau XII : Viabilité de la flore lactique dans le yaourt au coing.

Germe/Jours	j+1	j+10	j+21	DLC
<i>S. thermophilus</i> (UFC/g)	45,00*10 ⁷	23,00*10 ⁷	5,60*10 ⁷	0,00
<i>Lb bulgaricus</i> (UFC/g)	26,50*10 ⁷	5,80*10 ⁷	3,00*10 ⁷	1,00*10 ⁷
<i>Bifidus Actirigularisse</i> (UFC/g)	8,50*10 ⁷	5,00*10 ⁷	3,00*10 ⁷	0,00*10 ⁷

Les bactéries lactiques thermophiles spécifiques du yaourt doivent êtreensemencées simultanément et trouvées vivantes dans le produit fini lors de la commercialisation à raison d'au moins 10 millions de bactéries/g de yaourt (Bourlioux et al., 2011). La viabilité des ferments dans le produit fini donne au yaourt sont effet probiotique. A j+1, le nombre de *S. thermophilus* est de 45,00*10⁷UFC/g puis une diminution de cette charge est observée à j+10 jusqu'à 23,00*10⁷UFC/g. Au j+21, leur nombre diminue jusqu'à disparition après 28j à cause de l'acidification. En ce qui concerne *Lb. Bulgaricus*, leur nombre au j+1 après fabrication du yaourt est élevé 26,50*10⁷UFC/g puis il diminue à partir du j+10 de conservation jusqu'à 5,80*10⁷UFC/g et à 3,00*10⁷UFC/g à j+21. Le yaourt à la DLC, renferme1,00*10⁷UFC/g de *Lb. Bulgaricus* grâce à leur résistance à l'acidité. Pour le *Bifidus Actirigularisse* la même diminution est observée du premierjourjusqu'à DLC,à J+1 le nombre des *Bifidus Actirigularisse* est de 8,50*10⁷UFC/g ce dernier été conservé jusqu'à J+21 au nombre de 3,00*10⁷UFC/g. La disparition du *Bifidus Actirigularisse* à DLC est due à l'acidité du yaourt vu que l'acidification continue dans le yaourt.

5. Analyse sensorielle

5.1. Teste du plan d'expérience

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

L'objectif de ce test est de créer un plan d'expérience optimal, ou quasi optimal, dans le cadre d'expériences visant à modéliser les préférences d'un ensemble de consommateurs ou d'experts pour différents produits (**Perinel et Pages, 2004**)(Tableau XIII).

Tableau XIII : Évaluation du plan d'expérience

A-Efficacité	1.000
D-Efficacité	1.000

Après la génération du plan d'expérience de l'analyse sensorielle, les valeurs des deux critères A- Efficacité et D- Efficacité sont affichées, cela implique qu'un plan optimal pour les résultats des deux catégories jurys experts et consommateurs naïfs. Les données obtenues sont acceptables, ce qui valide les autres tests du logiciel XLSTAT.

5.2. Caractérisation des produits

Ce test permet de caractériser rapidement les échantillons en fonction des préférences des juges, donc il s'agit d'identifier les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers dans le cadre de l'analyse sensorielle (Husson et al., 2009).

5.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort et le plus faible pouvoir discriminant. La figure 9 présente le pouvoir discriminant par descripteur pour les jurys experts (a) et les sujets naïfs(b).

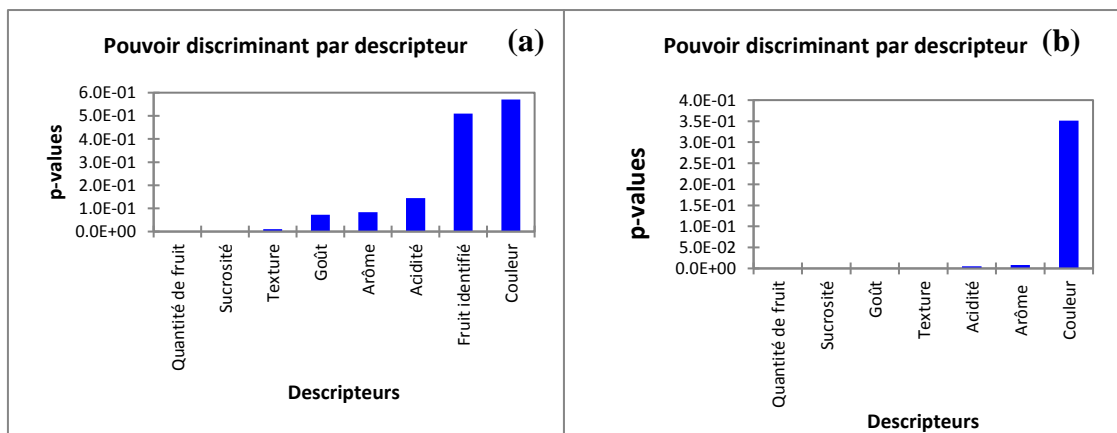


Figure 9 : Pouvoir discriminant par le descripteur des experts (a) et consommateurs naïfs (b)

➤ Discussion

a- Les sujets experts

La figure 9 (a) montre que les descripteurs les plus discriminants sont : la quantité de fruit utilisée, la sucrosité et la texture du yaourt. Cela signifie que les experts ont constaté des divergences au niveau de ces descripteurs pour les deux échantillons, yaourt témoin et yaourt au coing. Ce qui signifie la réussite du procédé de fabrication adopté.

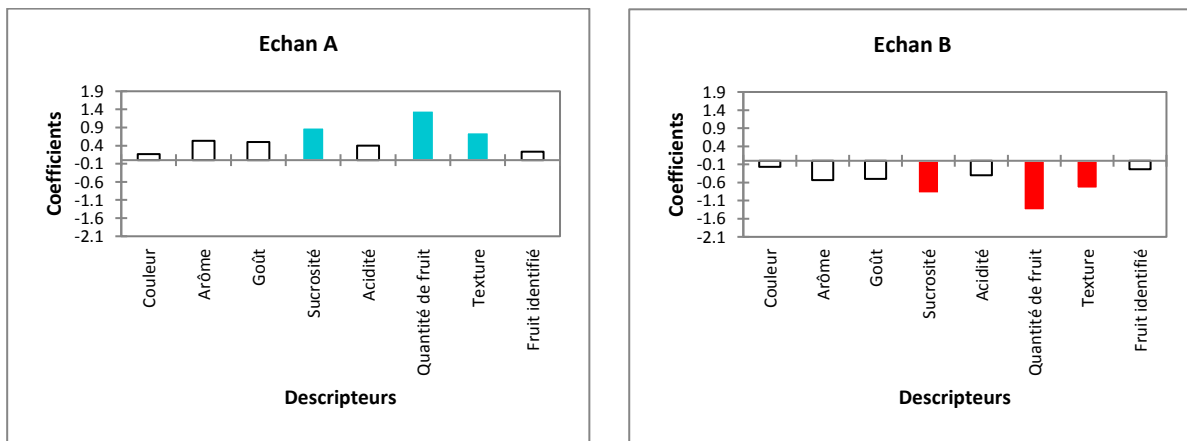
Les critères moyennement discriminants sont et le goût, suivi de l'arôme et l'acidité. Cependant la couleur et le fruit identifié ne sont pas discriminants. Ce qui explique que les experts n'ont pas constaté de différences entre les deux échantillons au niveau de ces descripteurs, le fruit n'a pas été identifié par les experts.

b- Les sujets naïfs

La figure 9 (b) montre les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant sur les deux échantillons. Les critères : texture, goût fruité, sucrosité, quantité de fruits, acidité et arôme utilisé sont les descripteurs qui ont le plus fort pouvoir discriminant sur les deux échantillons. Cela implique que les sujets naïfs ont constaté des différences entre les descripteurs des échantillons. Cependant, aucune distinction entre les yaourts du point de vue couleur qui constitue le descripteur le moins discriminant.

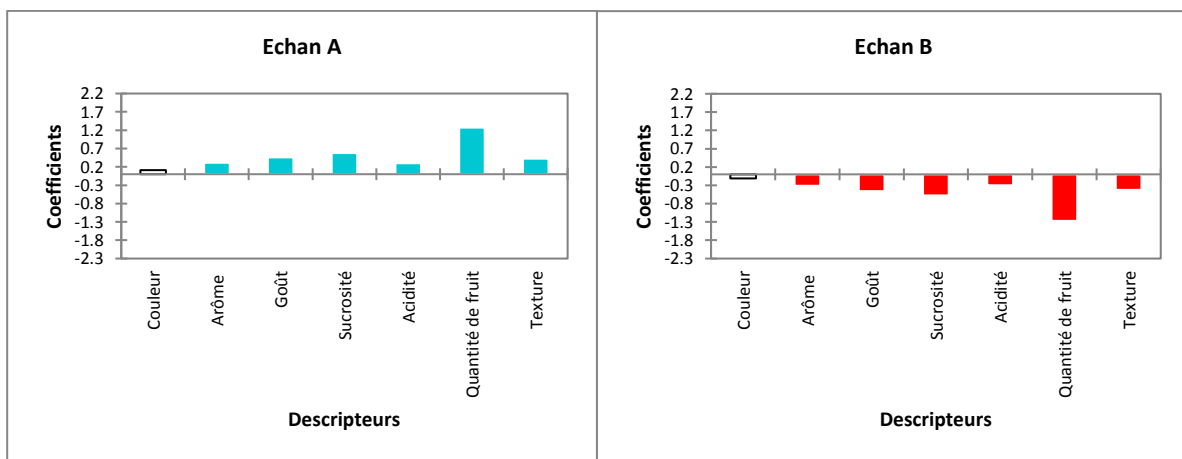
5.2.2. Coefficients des modèles

Dans ce test sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Les résultats sont présentés dans la figure 10 et figure 11 pour les sujets experts et les naïfs.



A : Yaourt au coing , B : yaourt témoin

Figure 10 : Coefficients des modèles de deux échantillons des sujets experts



A: Yaourt au coing , B : yaourt témoin

Figure 11 : Coefficients des modèles des deux échantillons des sujets naïfs.

Les graphes présentés sur les figures 10 et 11 permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs des deux échantillons de yaourt au coing, yaourt témoin A, B et par les jurys experts et naïfs. Les résultats sont notés comme suit :

- Bleu : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positives,
- Rouge : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatives,
- Blanc : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatives.

➤ Discussion

Pour les experts

L'échantillon A : les caractéristiques : sucrosité, quantité de fruit et la texture sentie en bouche sont en bleu et les autres caractéristiques (acidité, goût, et arôme, la couleur) sont en blanc. Cela montre que l'échantillon A (yaourt au coing) est caractérisé par une quantité de fruit remarquable, une texture en bouche granuleuse et un goût fortement sucré. Les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et leurs coefficients ne sont pas significatifs.

L'échantillon B : les caractéristiques : sucrosité, quantité du fruit et texture en bouche sont rouge, les caractéristiques : couleur, arôme, goût fruité, acidité et quantité du fruit sont en blanc. Cela mène à dire que le yaourt B (sans fruit) est caractérisé par un goût de yaourt blanc et une acidité et la texture lisse en bouche sans fruit avec une faible intensité de sucre et sans arôme.

Pour les naïfs :

L'échantillon A : les caractéristiques : acidité, quantité de fruit, texture sentie en bouche, et le goût fruité, sucrosité et l'arôme sont en bleu, seule la couleur est en blanc. Cela montre que l'échantillon A (yaourt au coing) est apprécié pour sa quantité de fruit, texture en bouche granuleuse, son goût sucré, acidité et arôme. La couleur n'est pas caractérisée par l'ensemble des naïfs, et son coefficient n'est pas significatif.

L'Echantillon B : il est, à l'inverse de l'échantillon A, peu apprécié pour son goût sucré, texture, absence de fruit et faible arôme.

5.2.3. Moyennes ajustée par produit

• Pour les jurys experts

Ce test a pour objectif de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit (tableau XIV).

Tableau XIV : Moyennes ajustées par produit pour les sujets experts.

	Arôme	Goût	Texture	Acidité	Sucrosité	Quantité de fruit	Couleur	Identification de fruit
Ech. A	3,73	3,86	3,73	3,06	3,86	4,20	3,40	2,67
Ech. B	2,66	2,86	2,20	2,26	2,06	1,46	3,06	2,20

Le tableau XIV permet de faire ressortir les moyennes quand les différents produits et caractéristiques sont croisés. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés

Comme suit :

- Les cellules en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale,
- Les cellules en rouge sont les moyennes qui sont significativement plus petites que la moyenne globale,
- Les cellules en blanc sont les moyennes qui ne sont pas significatives.

Cela implique que pour :

Le yaourt au coing (Ech.A) est fortement caractérisé par un goût sucré, une forte quantité de fruit et une texture granuleuse.

Le yaourt témoin (Ech.B) est caractérisé par une texture lisse en bouche, absence de fruit et une faible sucrosité.

• **Pour les consommateurs naïfs**

Le tableau ci-dessous présente les moyennes ajustées par les sujets naïfs (tableau XV).

Tableau XV : Moyennes ajustées par produit pour les sujets naïfs.

	Goût	Sucrosité	Acidité	Arôme	Quantité de fruit	Texture	Couleur
Ech. A	3,72	3,79	3,23	3,23	3,95	3,58	3,19
Ech. B	2,80	2,63	2,63	2,61	1,41	2,73	2,97

D'après le tableau XV, le yaourt au coing (Ech.A) est fortement apprécié pour sa quantité de fruit, goût, texture ainsi que pour son acidité et son arôme, comparé au yaourt témoin (Ech.B).

5.3. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences)

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs aux caractéristiques physico-chimiques, sensorielles ou économiques des produits. Cette approche est essentielle car ce n'est que sur cette base que les équipes marketing pourront adapter les produits aux goûts des consommateurs. La préférence MAPPING permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions) d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence de des consommateurs en certains points de l'espace de représentation.

N.B : Les données utilisées, sont celles des jurys experts pour l'ACP, et celles des consommateurs naïfs pour la CAH.

Afin de pouvoir effectuer une cartographie de préférence externe, on aura besoin de deux types de données :

a. Les notes d'acceptabilité attribuées par les consommateurs pour chaque échantillon pour réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH),

b. Les notes moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une analyse en Composante Principale (ACP).

5.3.1. Analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multi variées les plus utilisées dès lors que l'on dispose d'un tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel les observations (des individus, des produits, ...) sont décrites par p variables (des descripteurs, attributs, mesures, ...). Si p est assez élevé, il est impossible d'appréhender la structure des données et la proximité entre les observations (Jolliffe, 2002).

La carte ci-dessous présente les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP

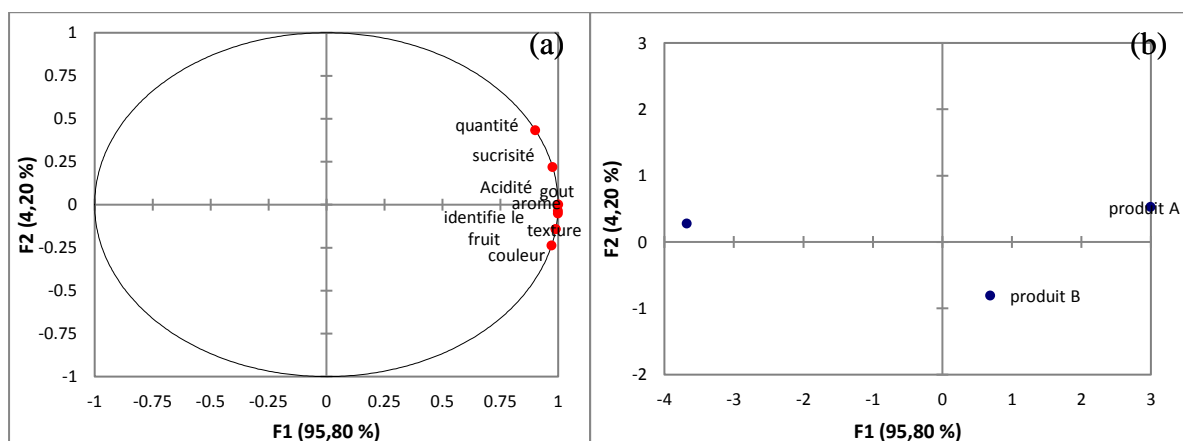


Figure 12 : Corrélations entre les variables (a) et les facteurs (b)

La figure 12 montre que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle et que le niveau de variabilité est de 100% (F1-F2 : 95,80%-4,20%). Cela permet de constater que les deux échantillons de yaourt témoin et yaourt au coing sont perçus par les experts comme assez différents.

5.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La CAH est une méthode de classification. Les résultats permettent de visualiser le regroupement progressif des données produisant un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus (Everitt et al., 2001).

Les dendrogrammes suivants permettent de représenter les différentes classes créées par les consommateurs naïfs.

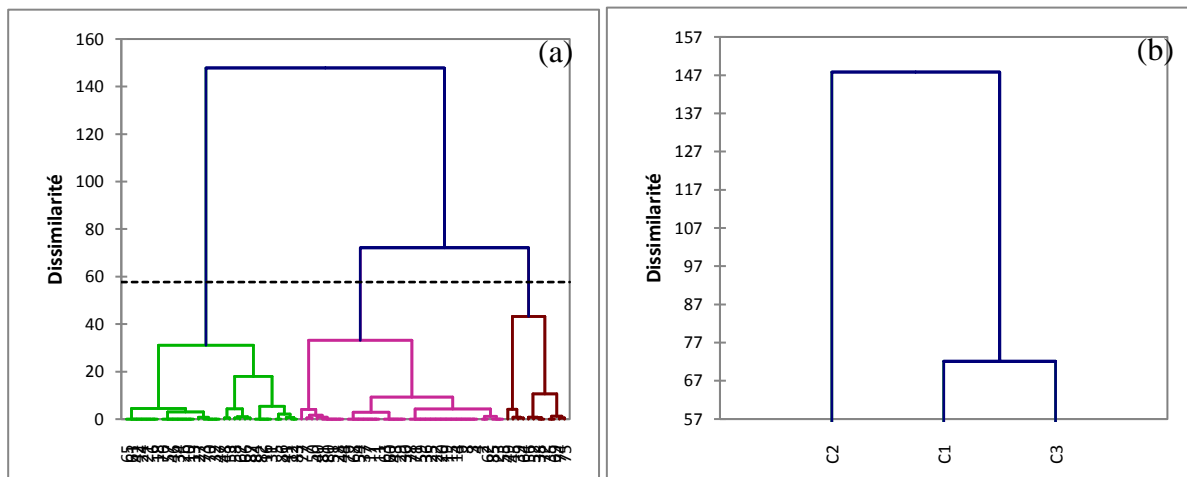


Figure 13 : Dendrogramme des consommateurs naïfs(a), les différentes classes de consommateurs naïfs(b).

Le graphe suivant permet de représenter le profil des différentes classes créées :

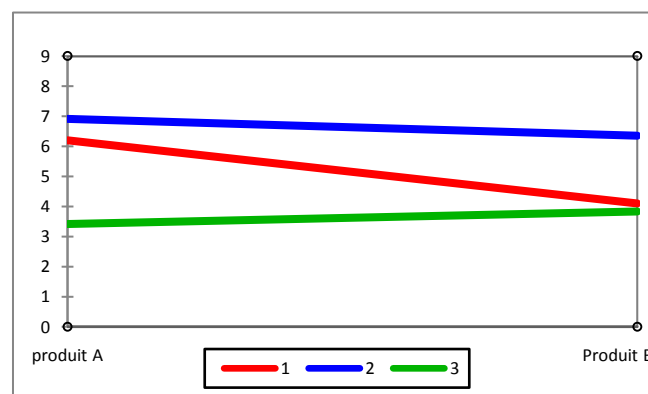


Figure 14 : Profil des différentes classes créées

La figure 14 permet de visualiser et de comparer graphiquement les moyennes des trois classes générées par la CAH. Une fois que les étapes précédentes sont effectuées, le PREFMAP peut être réalisé.

5.3.3. Synthèse de mapping des préférences

Les classifications des objets par ordre croissant de la préférence sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau XVI : Objets classés par ordre croissant de préférence.

Classe 1	Classe 2	Classe 3
Produit B	Produit B	Produit A
Produit A	Produit A	Produit B

Le tableau XVI Correspond à la classification des objets par ordre croissant de la préférence des échantillons pour chaque juge. La dernière ligne correspond aux objets les plus préférés des juges.

- l'échantillon le plus préféré selon la classe 1 est l'échantillon A.
- l'échantillon le plus préféré selon la classe 2 est l'échantillon A.
- l'échantillon le plus préféré selon la classe 3 est l'échantillon B.

Le pourcentage de satisfaction des juges pour chaque objet est résumé dans le tableau Suivant

Tableau XVII : Pourcentage de juges satisfaits pour chaque échantillon

Produit	%
Produit A	100 %
Produit B	100 %

Le tableau XVII montre que les yaourts A et B possèdent le même pourcentage de satisfaction (100%), Cela montre que les juges apprécient au même niveau les 2 échantillons. avec confiture de coing que le témoin qui n'en contient pas.

La figure suivante définit la courbe des niveaux et la carte de la préférence avec les caractéristiques des deux produits A et B.

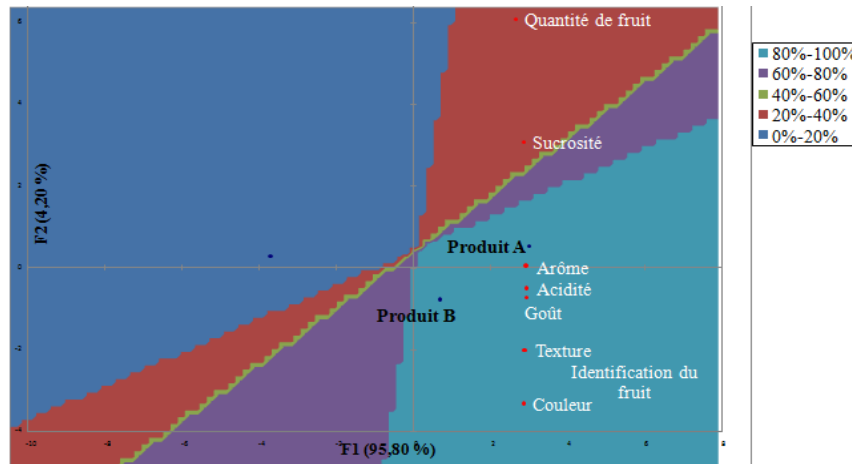


Figure 15 : Courbe de niveau et carte des préférences avec les caractéristiques des deux produits A et B.

Le graphique des courbes de niveau permet de visualiser le pourcentage de groupes donnent une préférence supérieure à la moyenne en un point donné de la carte des préférences. D'après les résultats obtenus, le pourcentage d'appréciation des yaourts A (yaourt au coing) et B (yaourt témoin) est entre 80 et 100%. Le produit A est apprécié beaucoup plus par les classes 1 et 2, et le produit B par la Classe 2. La superposition de cette carte avec l'ACP nous permet de faire le lien entre les préférences des différentes classes avec les caractéristiques des produits, Arôme, goût, acidité texture ainsi identification de fruit et couleur de yaourt A et B est entre 80 et 100% par contre la sucrosité et la quantité de fruit est entre 20 et 40%.

Puisque la carte de préférence ne montre aucune différence significative à 99,99% de préférence entre le Yaourt A et B, l'épreuve par paire est utilisée pour déterminer si ces deux échantillons sont différents sur les caractéristiques données à 5%. A partir des réponses totales, le nombre de réponses correcte est déduit, puis le nombre de réponse pour l'Echantillon A est calculé, il est plus élevé (62 %). L'équation ci-dessous, permet de calculer la valeur μ pour l'Echantillon B, elle correspond à la loi de l'épreuve par paire.

$$\mu_{obs} = \frac{|2x - n| - 1}{\sqrt{n}}$$

Avec : n : nombre total des réponses.

x : nombre des réponses correctes observées.

Le résultat obtenu pour μ_{obs} est de 5,54, il est supérieur à 3,29 pour un risque de 1%. Ce qui permet de conclure que yaourt A est préférée par rapport au yaourt B.

CONCLUSION

La présente étude a pour but d'incorporer de la confiture de coing dans un yaourt brassé au bifidus. Celle-ci est préparée, à feu doux, après ajout de sucre et de l'eau au fruit du coing.

La procédure suivie a été, en 1^{er} lieu, d'analyser le coing et la confiture de coing par la détermination de quelques propriétés physico-chimiques (pH, brix, humidité) de la teneur et en antioxydants dans l'extrait éthanolique des deux échantillons (composés phénoliques, flavonoïdes, caroténoïdes) et évaluation de leur activités antioxydante et antiradicalaire. En 2^{eme} lieu d'incorporer une quantité bien définie par l'équipe DANONE de confiture de coing dans le yaourt brassé. Enfin, d'évaluer les propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du yaourt élaboré.

A la lumière des résultats des analyses physico-chimiques, le coing est un fruit acide, riche en eau et moyennement sucré. Quant à la confiture, l'ajout de sucre et le traitement thermique ont augmenté la consistance de ce produit, on note une diminution de la teneur en eau, une augmentation de son pouvoir sucrant ainsi que du pH. Les dosages d'antioxydants ont montré que l'extrait de coing renferme des teneurs importantes en substances bioactives (composés phénoliques, flavonoïdes, tannins et caroténoïdes) avec des activités antioxydante et antiradicalaire intéressantes supérieures à celles de la confiture. Avant élaboration du yaourt, la confiture a été contrôlée et validée du point de vue hygiénique, ce qui permettait son incorporation dans le yaourt.

Les yaourts élaborés avec et sans confiture de coing sont microbiologiquement conformes aux normes adoptées par l'entreprise. Ce qui mène à déduire que l'incorporation de la confiture n'a pas influencé la qualité hygiénique du yaourt. Cependant, concernant les caractéristiques physico-chimiques, des élévations de la viscosité, le brix et l'extrait sec total, comparé au yaourt témoin, ont été notées, contrairement au pH et à la matière grasse dont les valeurs n'ont pas été modifiées.

Du point de vue teneur en substances bioactives et activités antioxydante et antiradicalaire, le yaourt au coing est bien meilleur comparé au témoin. Celle-ci a, également, donné lieu à un yaourt acceptable avec des attributs sensoriels. En effet, les réponses obtenues ont révélé la préférence des jurys pour le yaourt au coing (A) avec un pourcentage de satisfaction de 100%. Cependant, l'épreuve par paire à risque de 1 %₀ a permis de montrer une différence de préférence des juges en faveur du yaourt (A) qui est de 62%.

L'incorporation de la confiture de coing dans le yaourt a permis non seulement d'apporter une valeur nutritionnelle supplémentaire, mais encore des substances bioactives dont les effets thérapeutiques ont été prouvés

Afin d'élargir cette étude, d'autres aspects peuvent être développés tels que :

- Effectuer des recherches plus approfondies sur le pouvoir antioxydant, les effets thérapeutiques,
- Améliorer les conditions de la production et la transformation du coing,
- Améliorer la recette de la confiture en diminuant la quantité de sucre ajouté afin de garder ses valeurs nutritionnelles et son pouvoir antioxydant,
- Effectuer une étude sur la formulation du yaourt au coing par le plan d'expérience afin de déterminer la meilleure formule.

Références bibliographiques

A

Almeida Lopes, M. M., A. Guimarães Sanches, K. O. de Souza and E. de Oliveira Silva, 2018: Quince—*Cydonia oblonga*. Exotic Fruits. *Academic Press*. 363-368.

Al-Snafi, A. E., 2016: The medical importance of *Cydonia oblonga*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*,6, 87-99.

Antolín-Américo, D., J. Barbarroja-Escudero, M. J. Sánchez-González, M. Rodríguez-Rodríguez, F. Pineda and M. Alvarez-Mon, 2015: Allergy to quince. *Allergologia et Immunopathologia*, 43, 101-103.

Feldsine, P., C. Abeyta, et al. (2002). "AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis." *Journal of AOAC International* 85(5): 1187-1200.

B

Bergmaier, D., 2002: Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules.

Bottazzi, V., B. Battistotti and G. Montescani, 1973: Influence des souches seules et associées de *L. bulgaricus* et *Str. Thermophilus* ainsi que des traitements du lait sur la production d'aldéhyde acétique dans le yaourt. *Le Lait*, 53, 295-308.

Bourlioux, P., 2007: Histoire des laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42, 9-14.

Bourlioux, P., V. Braesco and D. D. G. Mater, 2011: Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46, 305-314.

Brand-Williams, W., M.-E. Cuvelier and C. Berset, 1995: Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28, 25-30.

immobilisées de *LB. Rhamnosus RW-9595M* d'un milieu à base de perméat de lactosérum. Québec: Université Laval.

C

Chang C. C., Yang M. H., Wen H. M. et Chern G.H. 2002. Estimation of Total Flavonoid content in Propolis by two Complementary Colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10 : 178-182.

Cherry. (1980). *Les laits reconstitués et leur utilisation*. Edition. Apria Paris.

Couplan, F., 2012: *Les plantes et leurs noms : Histoires insolites*.

D

Degrou A.E. 2013. Etude de l'impact des procédés de transformation sur la diffusion des caroténoïdes : cas du lycopène de la tomate. Thèse de doctorat de Sciences agricoles. Université d'Avignon, 195p.

Dohou N., Yamni K., Tahrouch S., Idrissi Hassani LM., Badoc A. et Gmira N. 2003. Screening phytochimique d'une endémique Ibéro-Marocaine, *Thymelaealythroïdes*. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. 142: 61-78.

Dorman H.J.D., Kosar M., Kahlos K., Holm Y. et Hiltunen R. 2001. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51, 4563–4569.

Drouault, S. and G. Corthier, 2001: Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. Veterinary Research, 32, 101-117.

Moyneux P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Original article, 26, 211-219.

E

Elmizadeh, A., M. Shahedi and N. Hamdami, 2017: Comparison of electrohydrodynamic and hot-air drying of the quince slices. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 43, 130-135.

Ercisli, S., M. G. Boydas, F. Kalkan, I. Ozturk and M. Kara, 2015: Dimensional, Frictional, and Color Properties of Four Quince Cultivars (*Cydonia oblonga* Miller). Erwerbs-Obstbau, 57, 113-118.

Everitt B.S., Landau S., Leese M. (2001). Cluster analysis, 4ème édition . Arnold, London. P.35-42.

Evreinoff, V., 1960: Contribution à l'étude du Cognassier. Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, 7, 269-298.

F

Feldsine, P., C. Abeyta, et al. (2002). "AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis." Journal of AOAC International 85(5) : 1187-1200.

G

Ghafar, M., K. N. Prasad, K. K. Weng and A. Ismail, 2010: Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citrus species. African Journal of Biotechnology, 9.

H

Hamauzu, Y., H. Yasui, T. Inno, C. Kume and M. Omanyuda, 2005: Phenolic Profile, Antioxidant Property, and Anti-influenza Viral Activity of Chinese Quince (*Pseudocydonia sinensis* Schneid.), Quince (*Cydonia oblonga* Mill.), and Apple (*Malus domestica* Mill.) Fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 928-934.

Husson F. and Page J.(2009). Sensorielle. Manuel méthodologique.3ème éd. Lavoisier,V.23,p.16.

J

Jeantet, R., Thomas, C., Michel, M., Pierre, S. Gerard, B. (2008). Les produits laitiers.2ème Ed. TEC et DOC. Lavoisier-Paris : 184p.

JolliffetI .T(2002). Principal Component Analysis, 2ème Ed. Springer, New York,p. 13-18.

Journal officiel n° 38 du 17 Juillet 2017, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

K

Karar, M. G. E., D. Pletzer, R. Jaiswal, H. Weingart and N. Kuhnert, 2014: Identification, characterization, isolation and activity against *Escherichia coli* of quince (*Cydonia oblonga*) fruit polyphenols. Food Research International, 65, 121-129.

L

Lamontagne, (2002). Les laits fermentés. In science et technologie du lait, transformation du lait. Vignola C.L., Ed. Presses Internationales, Polytechnique, Québec.443-468p.

Leclerc, H., Ed. (1984). LES FRUITSDE France.

Legua, P., M. Serrano, P. Melgarejo, D. Valero, J. J. Martínez, R. Martínez and F. Hernández, 2013: Quality parameters, biocompounds and antioxidant activity in fruits of nine quince (*Cydonia oblonga* Miller) accessions. Scientia Horticulturae,154, 61-65.

Legua, P., M. Serrano, P. Melgarejo, D. Valero, J. J. Martínez, R. Martínez and F. Hernández, 2013: Quality parameters, biocompounds and antioxidant activity in fruits of nine quince (*Cydonia oblonga* Miller) accessions. Scientia Horticulturae, 154, 61-65.

Lim, T., 2012: *Cydonia oblonga*. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants. Springer.

M

Masco, L., G. Huys., D. Gevers., L. Verbruggen1., J. Swings., (2003). "Identification of Bifidobacterium Species Using rep-PCR Fingerprinting." Systematic and Applied Microbiology 26(4): 557-563.

Mau, W., J. Listing, D. Huscher, H. Zeidler and A. Zink, 2005: Employment across chronic inflammatory rheumatic diseases and comparison with the general population. The Journal of Rheumatology, 32, 721-728.

Mir, S., S. Wani, T. Wani, M. Ahmad, A. Gani, F. Masoodi and A. Nazir, 2016: Comparative evaluation of the proximate composition and antioxidant properties of processed products of quince (*Cydonia oblonga* Miller). International Food Research Journal, 23.

Mofredj, A., H. Bahloul and C. Chanut, 2007: Lactococcus lactis: un pathogène opportuniste? Médecine et Maladies Infectieuses, 37, 200-207.

Muniandy, P., A. B. Shori and A. S. Baba, 2016: Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. Food Packaging and Shelf Life, 8, 1-8.

N

Negi P.S., Jayaprakasha G.K. et Jena B.S. (2002), Antioxidant and Antimutagenic Activities of Pomegranate Peel Extract. Food Chemistry. 80: 393-397.

Negi, P., G. Jayaprakasha and B. Jena, 2003: Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. Food Chemistry, 80, 393-397.

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

O

Ozer B.H., Robinson R.K., Grandison A. Set Bell A.E. (1998). Gelation properties of milk concentrated by different techniques International Dairy Journal, 8, 793-799.

P

Pacikora, 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 ? INAPG (AgroParisTech).

Pelletier, J.-F., J.-M. Faurie, A. François and P. Teissier, 2007: Lait fermenté : la technologie au service du goût. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 42, 15-20.

Perinel E., pages J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis, foodQuality and Preference, vol. 15, N° 5, p. 439-446.

Petersen, M. A., I. L. Mathiesen and T. B. Toldam-Andersen, Quince as a source of interesting aromas in fruit wine. in Proceedings of the Chrom+ food Forum, 2017, p. 36-37.

Pochart, P., P. Marteau, N. Bisetti, I. Goderel, P. Bourlioux and J. C. Rambaud, 1990: Isolement des bifidobacteries dans les selles apres ingestion prolongee de lait au bifidus (LB). Médecine et Maladies Infectieuses, 20, 75-78.

Postman, J., 2009: Cydonia oblonga: The unappreciated quince. Arnoldia, 67, 2-9.

Prieto, P., M. Pineda and M. Aguilar, 1999: Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical biochemistry, 269, 337-341.

S

Sass-Kiss, A., J. Kiss, P. Milotay, M. M. Kerek and M. Toth-Markus, 2005: Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. Food Research International, 38, 1023-1029.

Schkoda, P., Hechler, A., Hinrich, J. (2001). Influence of the protein content on structural characteristics of stirred fermented milks. Milk Science International. 56: 19-22.

Schloss, J. and A. Steel, 2017: Quince fruit compared to Vitamin B6 for treatment of nausea and vomiting in Pregnancy. Advances in Integrative Medicine, 4, 80-81.

Sharma, R., V. Joshi and J. Rana, 2011: Nutritional composition and processed products of quince (Cydonia oblonga Mill.).

Silva, B. M., P. B. Andrade, R. C. Martins, P. Valentão, F. Ferreres, R. M. Seabra and M. A. Ferreira, 2005: Quince (Cydonia oblonga Miller) fruit characterization using principal component analysis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 111-122.

Silva, B. M., P. B. Andrade, P. Valentão, F. Ferreres, R. M. Seabra and M. A. Ferreira, 2004, Quince (Cydonia oblonga Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 4705-4712.

Syndifrais, M. s. d., 1997: Yaourts, laits fermentés. Lait, 77, 321-358.

Szychowski, P. J., S. Munera-Picazo, A. Szumny, Á. A. Carbonell-Barrachina and F. Hernández, 2014: Quality parameters, bio-compounds, antioxidant activity and sensory attributes of Spanish quinces (*Cydonia oblonga* Miller). *Scientia Horticulturae*, 165, 163-170.

T

Talbi H., Boumaza A., El-mostafa K., Talbi J. Et Hilali A. 2015. Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. (Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(4): 1111-1117.

Tamime, A., Y., Robinson, R. K. (1985). Background to manufacturing practice. In yoghurt. Ed Food Science and technology. 600 p.

U

Uriot, O., S. Denis, M. Junjua, Y. Roussel, A. Dary-Mourot and S. Blanquet-Diot, 2017: *Streptococcus thermophilus*: From yogurt starter to a new promising probiotic candidate? *Journal of Functional Foods*, 37, 74-89.

V

Vilain, A. C., 2010: Qu'est-ce que le lait ? *Revue Française d'Allergologie*, 50, 124-127.

Van Marle, M. (1998). Structure and rheological properties of yoghurt gels and stirred Yoghurts. These PhD. University de Twente, Enschede, Pays Bas.

W

Watts, B. M., G. Ylimaki, L. Jeffery and L. Elias, 1991: Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. CRDI, Ottawa, ON, CA.

Wilfred, V. and R. Nicholson, 2006: Phenolic compound biochemistry. Springer.

Wojdyło, A., J. Oszmiański and P. Bielicki, 2013: Polyphenolic composition, antioxidant activity, and polyphenol oxidase (PPO) activity of quince (*Cydonia oblonga* Miller) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 2762-2772.

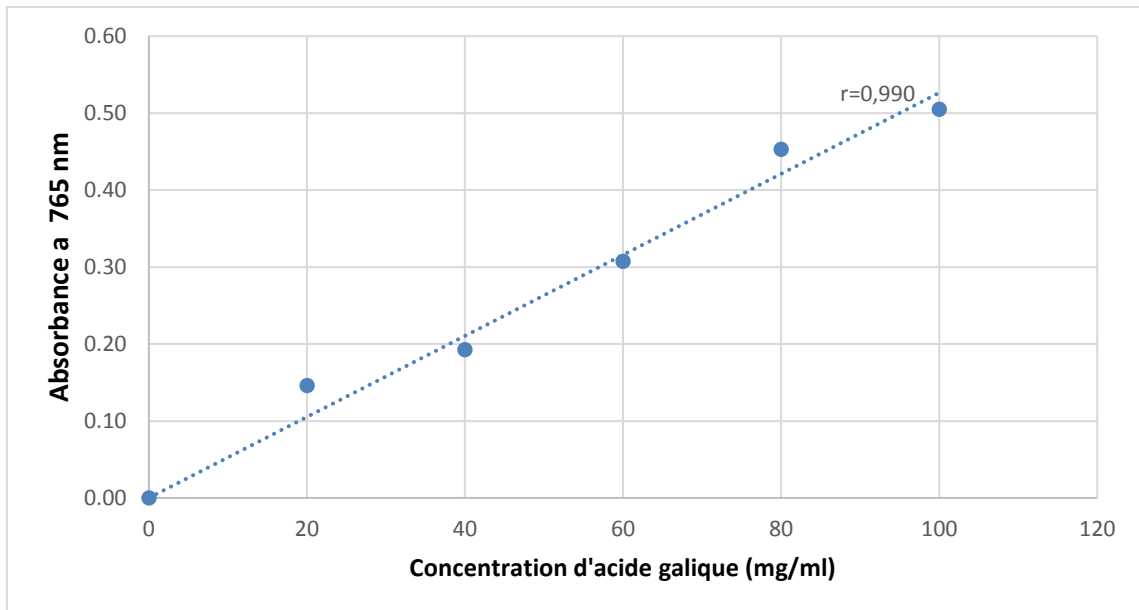
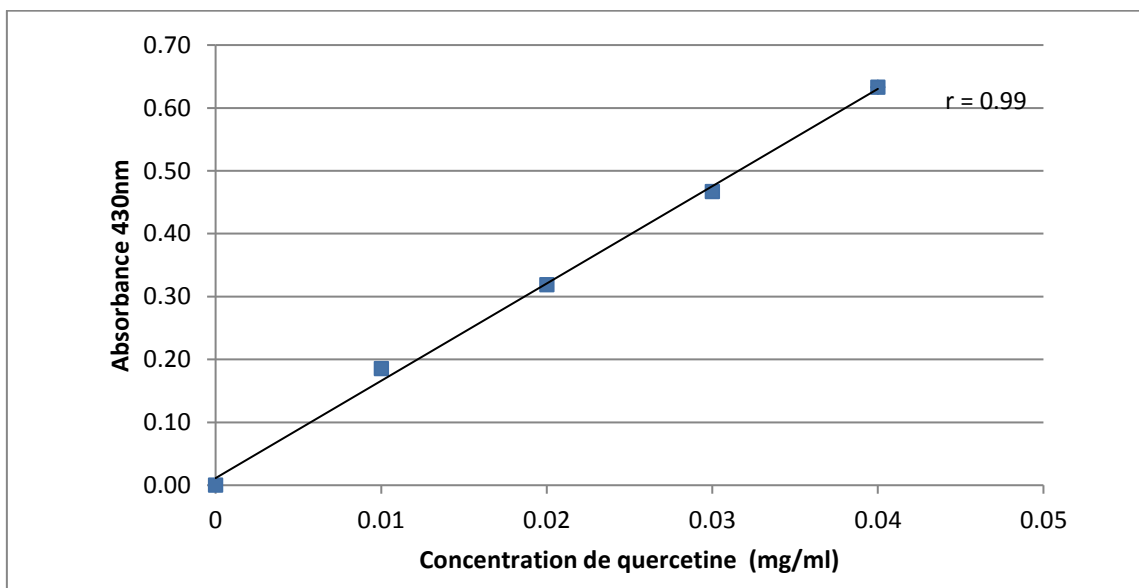
Sites web:

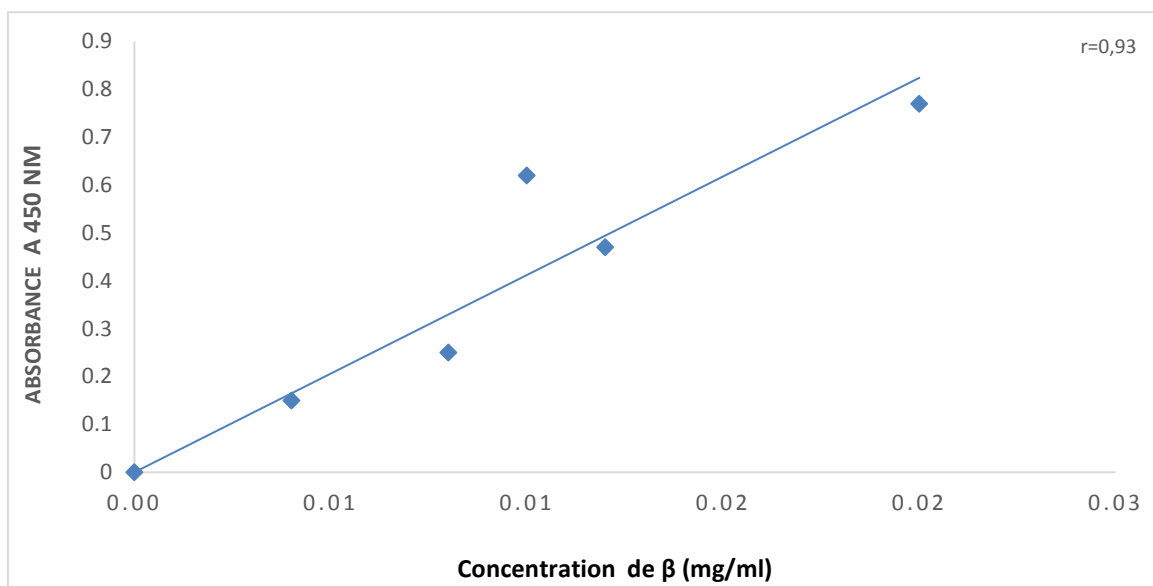
Anonyme1:<http://www.fruitsatlas.com>.

Consulté

le

10/05

Annexe I : Courbes d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques totaux**Annexe II : Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes**

Annexe III : Courbe d'étalonnage pour le dosage des caroténoïdes

Annexe IV : Questionnaire D'analyse sensorielle du yaourt brassé au coings (sujets experts).

Analyse sensorielle d'un yaourt brassé au fruit

Age : **Sexe :** F ou H **Date:**

Dans le cadre d'une analyse sensorielle d'un yaourt brassé au fruit, 2 échantillons codés A, B, vous sont présentés. Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés de 1 à 5.

1 - La couleur du yaourt :

- 1 : orange foncé
- 2 : orange
- 3 : jaune
- 4 : beige
- 5 : blanc

Yaourt A	Yaourt B

2 - L'arôme du yaourt :

- 1 : absent
- 2 : faible
- 3 : moyen
- 4 : fort
- 5 : très fort

Yaourt A	Yaourt B

3- La sucrosité du yaourt :

- 1: absente
- 2 : faible
- 3 : moyenne
- 4 : forte
- 5 : très forte

Yaourt A	Yaourt B

4-L'acidité du yaourt :

- 1 : absente
- 2 : faible
- 3 : moyenne
- 4 : forte
- 5 : très forte

Yaourt A	Yaourt B

5- La quantité du fruit dans le yaourt :

- 1 : absente
 2 : faible
 3 : moyenne
 4 : forte
 5 : très forte

Yaourt A	Yaourt B

7-Fruit identifié

- 1-pomme
 2-poire
 3-coing
 4-nèfle
 5-non identifié

Yaourt A	Yaourt B

8-la texture en bouche du yaourt :

- 1 : très lisse
 2 : lisse
 3 : peu granuleuse
 4 : granuleuse
 5 : très granuleuse

Yaourt A	Yaourt B

9- Attribuez une note de 1 à 8 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant

Que 1 correspond le moins préféré et 9 au plus préféré comme présenté dans l'échelle Ci-dessous :

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

Yaourt	A	B
Note		

10- Quels sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?

- La couleur
 - L'odeur
 - La quantité du fruit
 - La sucrosité
 - L'acidité

- Autre.....

Annexe V : Questionnaire D'analyse sensorielle du yaourt brassé au coing (sujet naïf)

Analyse sensoriel d'un yaourt brassé au fruit

Age : **Sexe :** F ou H **Date :**

Dans le cadre d'une analyse sensorielle d'un yaourt brassé au fruit, 2 échantillons codés A, B, vous sont présentés. Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés de 1 à 4.

1 - La couleur du yaourt :

1 : Non appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

Yaourt A	Yaourt B

2 - L'arôme du yaourt :

1 : Non apprécié

2 : Peu apprécié

3 : Moyennement apprécié

4 : Bien apprécié

Yaourt A	Yaourt B

3- Le goût du yaourt :

1 : Non apprécié

2 : Peu apprécié

3 : Moyennement apprécié

4 : Bien apprécié

Yaourt A	Yaourt B

4- La sucrosité du yaourt :

1 : Non appréciée

2 : Peu appréciée

3 : Moyennement appréciée

4 : Bien appréciée

Yaourt A	Yaourt B

5-L'acidité du yaourt :

- 1 : Non appréciée
 2 : Peu appréciée
 3 : Moyennement appréciée
 4 : Bien appréciée

Yaourt A	Yaourt B

6- La quantité du fruit dans le yaourt :

- 1 : Non appréciée
 2 : Peu appréciée
 3 : Moyennement appréciée
 4 : Bien appréciée

Yaourt A	Yaourt B

7-La texture en bouche du yaourt :

- 1 : N'est pas appréciée
 2 : Peu appréciée
 3 : Moyennement appréciée
 4 : Bien appréciée

Yaourt A	Yaourt B

8- Identifier le fruit ajouté dans le yaourt :

.....

9- Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant

Que 1 correspond le moins préféré et 9 au plus préféré comme présenté dans l'échelle Ci-dessous :

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

Yaourt	A	B
Note		

10- Quels sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?

- La couleur
- L'odeur
- La quantité du fruit
- La sucrosité
- L'acidité
- Autre.....

Résumé

La présente étude a pour objectif d'incorporer la confiture de coing dans un yaourt brassé au bifidus à raison de 10%. Le coing et la confiture préparée ont été analysés du point de vue propriétés physico-chimiques (pH, humidité, Brix), teneurs en antioxydants (composés phénolique totaux, flavonoïdes, caroténoïdes, tannins) et activités antioxydante et antiradicalaire. Les résultats obtenus montrent les échantillons testés sont caractérisés, particulièrement, par un pH acide, une teneur en carbohydrate assez élevée ainsi que des teneurs conséquentes en antioxydants ayant des activités antioxydante assez élevée comparées aux standards.

Les yaourts (A) avec et (B) sans confiture de coingsont, également, analysées pour déterminer leur propriétés physico-chimique, microbiologique et sensorielle ainsi que leur teneur et activité antioxydants. Les produits obtenus répondent aux normes de l'entreprise et le yaourt (A) présente des concentrations plus élevées en antioxydants et donc de meilleures activités. L'analyse sensorielle est réalisée avec des panélistes expert et naïf, en utilisant un questionnaire avec une échelle de réponse de 1 à 5 points. Les réponses obtenues ont révélé la préférence des jurys pour les yaourts (A) avec un pourcentage de (62%) et (B) avec le même pourcentage de satisfaction de 100%. Cependant, l'épreuve par paire à risque de 1% a permis de montrer une différence de préférence des juges en faveur du yaourt (A).

L'incorporation de confiture de coing dans le yaourt a permis d'enrichir ce dernier en substances bioactives sans modifier ses propriétés hygiénique et physicochimique.

Mots clés : Confiture de coing, yaourt, propriétés physico-chimiques, antioxydants, activités antioxydant et antiradicalaire, analyses sensorielles.

Abstract

The present study aims to incorporate the quince jam in a stirred yogurt with bifidus at a rate of 10%. Quince jam is analyzed from the physicochemical point of view (pH, humidity, brix), antioxidant content (total phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, tannins) and antioxidant and antiradical activities. The results obtained show that quince jam is characterized by an acidic pH, a relatively high carbohydrate content, a high moisture content as well as consistent levels of antioxidants with relatively high antioxidant activity compared to standards. The yogurts (A) with and (B) without quince jam, also, analyzed to determine their physicochemical, microbiological and sensory properties as well as their antioxidant content and activity with higher concentrations of antioxidants and therefore better activities. Sensory analysis is performed with expert and naive panelists, using a survey with a 1 to 5-point scale. The answers obtained revealed the preference of juries for yoghurt (A) and (B) with the same satisfaction percentage of 100%. Yogurt (A) is the most preferred by the judges with a percentage of (62%), this difference in preference is determined by the risk pair test of 1%. The incorporation of quince jam in yogurt has enriched the latter in bioactive substances without modifying its hygienic and physicochemical properties.

Key words: Quince jam, yogurt, physicochemical properties, antioxidants, antioxidant and antiradical activities, sensory analyze.