

Réf :.....

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

**MASTER**

*Thème*

**Elaboration d'un yaourt brassé à  
base de goyave**

Présenté par :

**BOUTAGHANE Lynda & TAMAGUOLT Widad**

Soutenu le : **27Juin 2019**

Devant le jury composé de :

Mme HASSISSENE.N

MAA

Présidente

Mme CHOUGUI. N

MCA

Encadreur

Mme AIDLI. A

MAA

Examinatrice

**Année universitaire : 2018 / 2019**

# 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 HASSISSENE N. d'avoir accepté de présider le jury et de juger notre travail.*

*Mme AIDLI A. D'avoir accepté d'examiner et de juger notre travail.*

*Nous n'oublions pas de remercier l'équipe qualité de l'unité SOUMMAM Particulièrement Mme MAHLOUL MALIKA ET Mr HAMITOUCHE BRAHIM 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.*

**Merci.**

# *Dédicaces*

*J'ai l'honneur de dédier ce travail :*

*A vous les plus chères de ma vie, mes très chers parents, vous avez fait plus que*

*Votre devoir, je voudrais que vous sachiez que je vous aime.*

*A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenu tout au long de ce projet mon fiancé :*

*A/ AZIZ*

*Et à toute sa famille BRAOUNI*

*A mes chères sœurs :*

*Souhila & kamilia & Hassiba.*

*Ma chère Souhila & sa famille*

*Ma chère kamilia & sa famille*

*A mes chers frères :*

*Dalil & Rafik & Hamza*

*A ma cousine adorable Lila & sa famille*

*A mes schèr(e)s ami (e)s:*

*Warda & Amel & Zina & Djazia & Assia*

*Walid & Hamza*

*A ma chère et unique ; ma camarade et toute sa famille TAMAGUULT*

*& la famille BOUTAGHANE*

*Sans oublier mes chères SIHAM & LYNDA & MERIEM qui m'ont accompagnée tout le long de mon travail.*

*Et à toute la promotion PTL 2018/2019*

*Lynda*

# *Dédicaces*

*J'ai l'honneur de dédier ce travail :*

*A vous les plus chères de ma vie, mes très chers parents (Mama paix a son âme, tu es toujours dans mon cœur. Papa je te souhaite une longue vie) vous avez fait plus que votre devoir, je voudrais que vous sachiez que je vous aime.*

*A ma belle-mère rezkia et ma grand-mère Aounissa*

*A mes chères sœurs :*

*Malika & Nouara & Khoukha & Farida & Lila.*

*Et leurs familles*

*A mes chers frères :*

*Bachir & Boubekour & Houcine & Atman*

*Et leurs familles*

*A me chère(s) ami(e)s:*

*Warda & Amel & Zina & Djazia & Assia*

*& Ghiles & Brahim & Hamza*

*A ma chère et unique ; ma camarade et toute sa famille BOUTAGHANE*

*& la famille TAMAGUELT*

*Sans oublier mes chères SONIA & MASSILIA & FATMA & DJOUDJOU & KENZA & LYNDA  
& MERIEME qui m'ont accompagné tout le long de mon travail.*

*Et à toute la promotion PTL 2018/2019.*

*Widad*

## Tables des matières

Liste de figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : Généralités sur la goyave</b>	
I.1.Origine et distribution géographique.....	3
I.2.Classification.....	3
I.3.Variétés de <i>Psidium guajava</i> .....	4
I.4.Description botanique.....	4
I.5.Production .....	5
I.6.Composition nutritionnelles.....	5
I.6.1. Valeur nutritive .....	6
I.7.Composition en antioxydants .....	7
I.8.Intérêt et usage de la goyave.....	7
I.9.Effets thérapeutiques.....	8
<b>Chapitre II : Yaourt</b>	
II.1. Historique.....	10
II.2. Définition et réglementation .....	10
II.3. Matières premières.....	10
II.3.1. Le lait.....	10
II.3.2. La flore lactique.....	11
II.4. Processus de fabrication des yaourts brassé et étuvé .....	13
II.4.1. Préparation et standardisation du lait.....	13
II.4.2. Homogénéisation.....	13
II.4.3. Traitement thermique.....	14
II.4.4. Ensemencement et fermentation.....	14
II.4.5. Refroidissement et conditionnement.....	14
II.5. Intérêt nutritionnel et thérapeutiques .....	14

II.5.1.Valeur nutritionnelle.....	14
II.5.2.Effets thérapeutiques.....	15

## Partie pratique

### Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1.Matériel végétal .....	16
I.1.1.Echantillonnage.....	16
I.1.2. Traitement de la goyave.....	16
I.2.Préparation de la confiture.....	16
I.2.1. Analyses physico-chimiques de la pulpe et la confiture de goyave.....	16
I.2.2. Détermination des teneurs en antioxydants.....	17
I.2.2.1. Extraction des composés phénoliques totaux de la pulpe et confiture de goyave ...	18
I.2.2.2. Dosage des composés phénoliques totaux .....	18
I.2.2.3. Dosage des flavonoïdes.....	19
I.2.2.4. Dosage des tannins.....	19
I.2.2.5. Extraction et dosages des caroténoïdes.....	19
I.2.2.6. Evaluation des activités antioxydantes.....	20
I.3.Analyses microbiologiques de la pulpe et confiture de goyave.....	21
I.4.Eau de process.....	22
I.4.1. Analyses physico-chimiques de l'eau de process.....	22
I.4.1.1. Analyses microbiologiques de l'eau de process.....	23
I.4.2. Poudre du lait 26% et 0% .....	23
I.4.2.1. Analyses physico-chimiques .....	23
I.4.2.2. Analyses microbiologiques.....	23
I.5. Analyses sensorielles.....	24
I.6. Analyses statistique.....	24
I.7. Elaboration d'un yaourt à base de confiture de goyave.....	25
I.7.1. Fabrication d'un yaourt brassé à la confiture de goyave .....	25
I.7.1.1. Analyses physico-chimiques.....	26
I.7.2. Détermination des teneurs en antioxydants dans les yaourts élaborés.....	27
I.7.2.1. Extraction des composés phénoliques totaux.....	27

I.7.2.2. Dosage des composés phénoliques totaux.....	27
I.7.2.3. Dosage des flavonoïdes.....	27
I.7.2.4. Dosage des tannins.....	27
I.7.2.2. Extraction et dosage des caroténoïdes.....	27
I.7.2.3. Evaluation des activités antioxydantes.....	27
I.8. Analyses microbiologiques.....	27
I.9. Viabilité de la flore lactique.....	27

## Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1. Caractéristiques de la pulpe et la confiture de goyave.....	29
II.1.1. Paramètres physico-chimiques de la pulpe et la confiture de goyave.....	29
II.1.2. Teneurs en antioxydants.....	30
II.1.2.1. Teneurs en composés phénoliques totaux.....	30
II.1.2.2. Teneur en flavonoïdes.....	30
II.1.2.3. Teneur en tannins.....	30
II.1.2.4. Teneur en caroténoïdes.....	31
II.1.3. Activités antioxydantes des extraits de la pulpe et la confiture de goyave.....	31
II.1.4. Analyses microbiologiques de la pulpe et la confiture de goyave.....	32
II.2. Elaboration de yaourt.....	33
II.2.1. Eau de process.....	33
II.2.1.1. Propriétés physico-chimiques de l'eau de process.....	33
II.2.1.2. Propriétés microbiologiques de l'eau de process.....	34
II.2.2. Poudre de lait écrémé.....	34
II.2.2.1. Propriétés physico-chimiques de la poudre de lait.....	34
II.2.2.2. Propriétés microbiologiques des poudres de lait.....	35
II.3. Analyses sensorielles.....	35
II.3.1. Test du plan d'expérience.....	35
II.3.2. Caractérisation des produits.....	35
II.3.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur.....	36
II.3.2.2. Moyennes ajustées par produit.....	36
II.3.3. Préférence MAPPING.....	37

II.3.3.1. Analyse en composantes principales.....	37
II.3.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique.....	38
II.3.4. Synthèse de MAPPING de préférence.....	38
II.4. Propriétés des yaourts élaborés.....	39
II.4.1. Propriétés physico-chimiques des yaourts .....	39
II.4.2. Propriétés microbiologiques des yaourts .....	40
II.4.3. Teneurs en antioxydants des yaourts élaborés.....	40
II.4.3.1. Teneur en composés phénoliques totaux.....	41
II.4.3.2. Teneur en flavonoïdes.....	41
II.4.3.3. Teneur en tannins.....	41
II.4.3.4. Teneur en caroténoïdes .....	41
II.4.4. Activités antioxydantes.....	41
II.4.5. Viabilité de la flore lactique.....	42

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

## Liste des abréviations

<b>°F</b>	Degré français
<b>Abs</b>	Absorbance
<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>BLBVB</b>	Bouillon lactosé bilié au vert brillant
<b>CPT</b>	Composés phénoliques totaux
<b>DLC</b>	Date Limite de Consommation
<b>Echa</b>	Echantillon
<b>FAU</b>	Turbidité Formazine par atténuation
<b>JORA</b>	Journal Officiel de la République Algérienne
<b>MG</b>	Matière Grasse
<b>MGLA</b>	Matière grasse laitière anhydre
<b>MS</b>	Matière sèche
<b>OGA</b>	Ox tetracycline Glucose Agar
<b>PCA</b>	Plate Count Agar
<b>PH</b>	Potentiel d'Hydrogène
<b>TA</b>	Titre alcalimétrique
<b>TAC</b>	Titre alcalimétrique complet
<b>TH</b>	Titre hydrométrique
<b>TTC</b>	Lactosé Tergitol 7
<b>UFC</b>	Unité Formant Colonie
<b>VF</b>	Viande-foie
<b>VRBG</b>	Violet Red Bile Glucose Agar
<b>YGC</b>	Yeast extract Glucose Chloramphénicol

## La liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Distribution de la goyave dans le monde	<b>03</b>
<b>Figure 2</b>	Fruit du goyavier « la goyave »	<b>05</b>
<b>Figure 3</b>	Description du goyavier : arbre (A) ; fleur (B) ; fruit (C) ; feuille (D)	<b>05</b>
<b>Figure 4</b>	Diagramme de fabrication du yaourt	<b>13</b>
<b>Figure 5</b>	Diagramme de préparation de la confiture de la Goyave	<b>17</b>
<b>Figure 6</b>	Diagramme de fabrication d'un yaourt brassé à la goyave	<b>25</b>
<b>Figure 7</b>	Pourcentage d'inhibition des extraits de pulpe et de confiture de goyave	<b>30</b>
<b>Figure 8</b>	Pouvoir réducteur des extraits de pulpe et confiture de goyave	<b>31</b>
<b>Figure 9</b>	Pouvoir réducteur sur la phosphomolybdate des extraits de pulpe et de confiture de goyave	<b>31</b>
<b>Figure 10</b>	Pouvoir discriminant par le descripteur des experts	<b>35</b>
<b>Figure 11</b>	Corrélations entre les variables et les facteurs	<b>37</b>
<b>Figure 12</b>	Dendrogramme des différentes classes des experts	<b>38</b>
<b>Figure 13</b>	Profil des différentes classes créées classes des experts.	<b>38</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau n°</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>I</b>	Composition nutritionnelle de la goyave	<b>06</b>
<b>II</b>	Composition chimique de la goyave	<b>07</b>
<b>III</b>	Antioxydants de la goyave	<b>07</b>
<b>IV</b>	Composition nutritionnelle de yaourt	<b>15</b>
<b>V</b>	Analyses physico-chimiques de l'eau de process	<b>22</b>
<b>VI</b>	Germes recherchés dans l'eau de process	<b>23</b>
<b>VII</b>	Analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0% et 26%	<b>23</b>
<b>VIII</b>	Germes recherchés de la poudre du lait 0% et 26%	<b>24</b>
<b>IX</b>	Paramètres physico-chimiques de la pulpe et la confiture de goyave	<b>28</b>
<b>X</b>	Teneurs en antioxydants dans les extraits de la pulpe et confiture de la goyave	<b>29</b>
<b>XI</b>	Propriétés microbiologiques de la pulpe et la confiture de la goyave	<b>31</b>
<b>XII</b>	Propriétés physico-chimiques de l'eau de process	<b>32</b>
<b>XIII</b>	Propriétés microbiologiques de l'eau de process	<b>33</b>
<b>XIV</b>	Propriétés physico-chimiques de la poudre de lait 0% et 26%	<b>33</b>
<b>XV</b>	Propriétés microbiologiques de la poudre de lait 0% et 26%	<b>34</b>
<b>XVI</b>	Evaluation du plan d'expérience	<b>34</b>
<b>XVII</b>	Moyennes ajustées par produit pour les sujets experts	<b>35</b>
<b>XVIII</b>	Objets classés par ordre croissant de préférence	<b>38</b>
<b>XIX</b>	Propriétés physico chimiques de yaourt témoin et yaourt à la goyave	<b>38</b>
<b>XX</b>	Propriétés microbiologiques de yaourt témoin et yaourt à la goyave	<b>39</b>
<b>XXI</b>	Teneurs en antioxydants des extraits des yaourts élaborés	<b>39</b>
<b>XXII</b>	Activités antioxydantes et antiradicalaire des extraits des yaourts élaborés	<b>40</b>
<b>XXIII</b>	Viabilité de la flore lactique dans le yaourt à la confiture de goyave	<b>41</b>



# **INTRODUCTION**

Le lait et les produits laitiers, du fait de leurs qualités nutritionnelles, organoleptiques, sont recommandés à tous les âges, leur teneur élevée en calcium, source excellente de protéines et haute valeur biologique en vitamines (**Lapointe-Vignola, 2002**).

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii* sub sp *bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ou du lait pasteurisé 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 (**Syndifrais, 1997**). Pour améliorer sa qualité organoleptique et accentuer ses bienfaits, le yaourt est additionné d'additifs tels que le miel, les fruits, céréales...

Dans cette étude, nous proposons un nouveau yaourt à base d'un fruit exotique qui n'a jamais été utilisé dans la préparation de dérivés laitiers. Il s'agit de la confiture de la goyave (*Psidium guava*). La goyave est idéale à la consommation au quotidien, pour sa saveur délicieuse, sa valeur nutritionnelle et ses multiples bienfaits médicaux et curatifs. Ce fruit est riche en fibres, en sels minéraux et en vitamine C. Plusieurs études ont montré ses effets pour la santé notamment par ses fortes activités antioxydante, antiradicalaire et antitumorale ainsi que ses propriétés antimicrobiennes, ses effets cardiovasculaire, hypertensif et antidiarrhéique. Ce fruit est souvent consommé comme fruit frais ou transformé en différents produits tels que les jus, nectar, pâte, purée concentrée, confiture, gelée, barres de sucrerie, gélatine, la confiserie, etc... (**Jiménez-Escrig et al., 2001**).

Cette présente étude s'inscrit dans le cadre d'une élaboration d'un nouveau yaourt brassé enrichi avec de la confiture de la goyave afin d'évaluer l'effet de cette intégration sur les propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du yaourt élaboré. Par ailleurs, celle-ci vise à valoriser un fruit qui n'est pas connu par les consommateurs particulièrement algériens.

Ce travail se décomposera en deux parties distinctes :

- ✓ Une partie bibliographique qui englobe deux chapitres dans lesquels nous présentons une description succincte de la goyave ainsi que le yaourt et ses caractéristiques.
- ✓ Une partie expérimentale qui comportera :

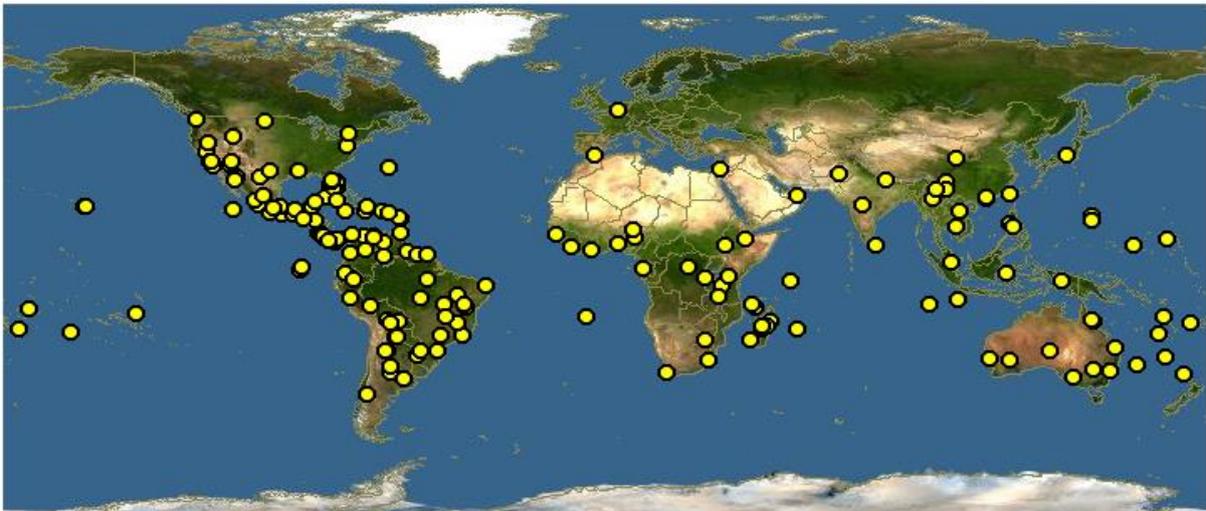
- ✓ L'évaluation des caractéristiques de la goyave et de la confiture préparée, l'élaboration du yaourt à la confiture de goyave et la détermination des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles des yaourts élaborés.
- ✓ Et enfin le développement des résultats obtenus.

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

## 1. Origine et distribution géographique

Originaire du Pérou, la goyave s'est répandue précocement à travers le continent tropical américain jusqu'au Mexique. Elle existe à l'état sauvage et à l'état cultivé au Mexique, dans toutes les Antilles, le Guatemala, le Venezuela, la Guyane et le Brésil oriental (**Abeele et Vandemput, 1951**). Elle aurait été amenée aux Antilles par les Amérindiens bien avant la découverte du Nouveau Monde. Le fruit tire son nom du mot arawack 'gayaba' par lequel il se désignait : espagnole (**Dignan et al., 2004**).

Le goyavier a été introduit très tôt en Chine, probablement par les portugais (**Popenoe, 1974**). Il a été cultivé avec succès en Angleterre au début du 19<sup>ème</sup> siècle par le botaniste Cattley. Des différentes étapes de sa dispersion, il a gardé son nom scientifique et quelques noms vernaculaires : goyave de Chine, goyave de Cattley. Il a été peu à peu introduit dans toutes les zones tropicales et subtropicales du globe (Figure 1) ou il s'est facilement naturalisé (**Diong, 1998**).



**Figure 1** : Distribution de la goyave dans le monde (<https://www.discoverlife.org>).

## 2. Classification

Selon **Dakappa et al., (2013)** le goyavier (*Psidium guajava*) est une espèce d'arbre fruitier de la famille des Myrtacées de la classification suivante :

**Règne** : Plantae

**Sous-règne** : Tracheobionta

**Division** : Magnoliophyta

**Classe** : Magnoliopsida

**Sous-classe** : Rosidea

**Ordre** : Myrtales

**Famille** : Myrtaceae

**Genre :** Psidium

**Espèce :** *Psidiumguajava*

Dans le genre Psidium, il y'a quatre espèces à fruits comestibles dont les plus fréquentes sont :

- *P. guajava* est la plus importante dans les régions tropicales.
- *P. cattleyanum* Sabine (le goyavier fraise) originaire du Brésil, a des fruits plus petits que ceux de *P. guajava*. Il est plus résistant au froid et sa distribution est très limitée en Afrique tropicale (**Popenoe, 1974**).

### **3. Variétés de *P. guajava***

On compte 150 variétés de goyave, toutes comestibles mais elles diffèrent beaucoup dans leurs aspects et leurs saveurs Les deux variétés les plus connues sont :

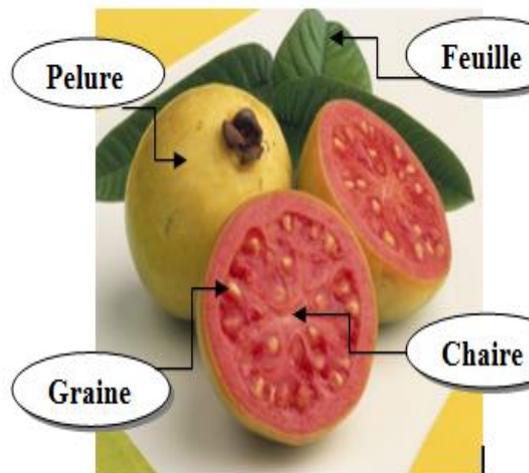
- La goyave (*P. guajava ssp pomiferum ou pomifera*) en forme de pomme elle possède une chair ferme de couleur rose saumon, dégageant un parfum musqué et de saveur douce.
- La goyave (*P. guajava ssp pyriferum ou pirifera*) en forme de poire possède une pulpe rose, jaune clair parfois blanche carnée et son goût est sucré. Son parfum évoque la fraise, et comme la poire, sa pulpe est granuleuse et très recherchée pour les confitures et les gelées (**Flores et al., 2013**).

### **4. Description botanique**

*Psidiumguajava* est un arbrisseau buissonnant ou un petit arbre au tronc tortueux de 3 à 10 m de hauteur. Il a l'écorce lisse se détachant en grandes plaques. Les feuilles de 7 à 15 cm sont opposées et persistantes et courtement pétiolées. Les fleurs hermaphrodites sont de couleur blanc rosé (**Romocea et al., 2008**).

Le fruit est une baie globuleuse, ovoïde ou pyriforme (figure2) ses dimensions et sa taille varient énormément d'une variété à l'autre. L'épaisseur de la chair juteuse de couleur blanche, jaune, rouge ou saumon est variable et la cavité centrale est garnie en graines nombreuses enrobées dans une masse pulpeuse (**Le Bourdelles et Estanove, 1967**).

La figure ci-dessous illustre les différentes parties du goyavier.



**Figure2 : Fruit du goyavier**  
« la goyave »  
(<https://www.discoverlife.org>).



**Figure 3 : Description du goyavier :**  
arbre (A) ; fleur (B) ; fruit (C) ; feuille (D)  
(Guillouty, 2016).

## 5. Production

La production de goyave dans le monde atteignait plus de 500000 Tonnes en 1981. Les principaux producteurs sont : l'Inde, Mexique, Pakistan, Colombie, Égypte, Brésil, Venezuela, Afrique du Sud, Kenya, Hawaii, Inde est le plus gros producteur de pulpe de goyave et l'Afrique du sud a été un des premiers à lancer sur les marchés les goyaves en conserve (Bourgeois et al., 1998).

## 6. Composition nutritionnelle

La goyave est un fruit à grande valeur nutritionnelle. Peu chargé en sucre, sa teneur moyenne en glucides est de l'ordre de 8,92 g/100 g de fruit. Ces glucides sont constitués pour l'essentiel par des sucres simples : fructose (50%), glucose (40%) et saccharose (10%). Ces composants, sont responsables de l'essentiel de l'apport caloriques. Les autres constituants énergétiques ne sont présents qu'en faibles proportions : 2,55 g de protéines et 0,95 g de lipides pour 100 g. La goyave fournit ainsi 68kCal/100 g, un apport très modéré, puisqu'elle se situe au niveau de celui de la framboise ou de la groseille, fruits réputés peu énergétiques. Ce fruit présente aussi des oméga 3 et 6. De plus, c'est une source riche en fibres diététiques (5,4g/100g) très présentes pendant la maturation du fruit et diminuent rapidement après mûrissement (Joseph, B., et Priya, R. 2011).

Le tableau I montre la composition nutritionnelle de la goyave.

**Tableau I** : Composition nutritionnelle de la goyave (Sato et al.,2010).

composés	Fruit(g/100g)
Energie(kcal)	68
Glucides	8,92
Protéines	2,55
lipides	0,95
fibres	5,4
Eau	80

### 6.1 Valeur nutritive

La goyave est l'une des meilleures sources de vitamine C (200 à 250mg) variant suivant les cultivars, l'environnement et les techniques culturales et de fibres alimentaires (principalement sous forme de pectine). Elle contient presque cinq fois plus de vitamine C que l'orange. La vitamine C contribue à la formation des tissus, à l'absorption du fer par l'organisme et à un certain nombre de réactions physiologiques. Elle accélère la cicatrisation des lésions cutanées et prévient la formation de furoncles. Les fibres qu'elle contient empêchent la constipation et contribuent à la prévention des cardiopathies en abaissant le taux de cholestérol sanguin (Abeele et Vandenput, 1951 ; Dignan et al.,2004).

D'autre part, la goyave est riche en oligo-éléments (fer, zinc, cuivre...) et minéraux (magnésium, calcium, phosphore, acide pantothénique, riboflavine) (Lu et al., 2013). A titre d'exemple la goyave peut présenter 18 mg /100 g en calcium, ce qui est moins courant pour un fruit. On trouve également un bon rapport potassium (417 mg/100 g) / sodium (2 mg/100 g) qui lui confère des propriétés diurétiques. De plus, avec un taux de 491,6 mg/100 g de fruit, la goyave est 5 fois plus riche en vitamine C que les agrumes et trois fois plus que le kiwi ou le cassis (Ellong et al., 2015). Elle renferme également la provitamine A (ou carotène) d'une valeur moyenne 0,26 mg/100 g, et la vitamine B3 qui atteint 1,2 mg, une valeur supérieure à celle de la plupart des fruits frais. A noter que la vitamine B3 permet une meilleure utilisation de la vitamine C et inhibe la synthèse du cholestérol et lutte également contre les troubles de la mémoire.

Le Tableau II regroupe quelques informations sur les compositions chimiques de la goyave (Sheu et al., 2007).

**Tableau II** : Composition chimique de la goyave (Sheuet *al.*,2007 ;(Ellong *et al.*, 2015).

Composés	Fruit(mg/100gMF)
Calcium	18
Potassium	417
Sodium	2
Vit C	491,6
Vit A	0,26
Vit B3	1,2
Vit B2	0,04
Vit B1	0,067
Manganèse	0,15
Magnésium	22
Phosphore	40
Cuivre	0,23
Fer	0,26
Sélénium	0,60
Zinc	0,23

MF : Matière fraîche

## 7. Composition en antioxydants

La goyave contient des composés tels que les anthocyanines (delphinidin-3-O-glucoside et cyanidin-3-O-glucoside), ainsi qu'une dizaine de flavonoïdes (myricetine-3-O-arabinoside, myricetine-3-O-xyloside, isorhamnetine-3-O-galactopyranoside, quercétine et isorhamnetine). On retrouve, également, des proanthocyanidines (gallocatéchine-(4a-8) - gallocatéchol, gallocatéchine-(4a-8)- catéchine), des sesquiterpénoïdes (acide abscisique et turpinionosides A), des triterpènes (pinfaensine, pedunculoside, acide guavenoïque, acide madécassique et acide asiatique). Le fruit qui n'est pas mûr est riche en tannins et astringent. Il a tendance à constiper (Flores *et al.*, 2015).

Le tableau ci-dessous montre la composition en antioxydants de la goyave.

**Tableau III** : Les antioxydants de la goyave

Antioxydants	Teneurs	Références
Caroténoïdes (mg/100g MS)	1,53	(Joshi <i>et al.</i> ,2017).
Vitamine C(mg/100g MS)	491,6	(Ellong <i>et al.</i> ,2015).
CPT (mg EAG/100g MS)	422,7	(Ellong <i>et al.</i> ,2015).
Flavonoïdes(mgEQ/100gMS)	594	(lin et yin , 2012).
Tannins (%)	1,33	(Nnajofofor <i>et al.</i> ,2018).
Saponines (%)	1,84	(Nnajofofor <i>et al.</i> ,2018).

MS : Matière sèche, CPT : composés phénoliques totaux

## 8. Intérêt et usage de goyave

La goyave est consommée comme un fruit frais, mais elle est également mangée cuite. Consommée verte, elle est astringente et constitue un remède contre la dysenterie. L'infusion

des feuilles a les mêmes propriétés (Abeelee et Vandemput, 1951). Elle convient fort bien pour la préparation de marmelade, gelée, sirop, jus, nectars, confitures, ... (Jiménez-Escrig et al., 2001).

## **9. Effets thérapeutiques**

### **9.1. Activité antimicrobienne**

Les extraits aqueux et organiques de *Psidium guajava* ont montré l'activité antibactérienne indiquée contre des espèces des antibactérienne *Staphylococcus aureus*, de *proteus*, de *Shigella*. Tandis qu'aucune activité n'a été observée contre les espèces de Citrobactérie, des *Fecalis* d'alcaligènes, et d'Aspergille (Chah, K.et al.,2006).

### **9.2. Activité antidiabétique**

Les extraits alcooliques et aqueux de différentes parties de goyavier ont montré une inhibition efficace sur le glycation de l'albumine grâce à la présence de plusieurs composés : glycosides, flavonoïdes, alcaloïdes, saponines, vitamines, glucides, acide aminé, dans ces extraits (Lincy et al., 2016).

### **9.3. Activités antioxydante et antitumorale**

*Psidiumguajava* est utilisée dans les médicaments traditionnels pour le traitement du cancer, inflammation et autres maux et ont réussi à réduire le risque de cancer de la prostate et aussi inhiber la croissance des cellules cancéreuses du sein car il est riche en lycopène , la quercétine, la vitamine C et d'autres polyphénols agissent comme des puissants antioxydants qui neutralisent les radicaux libres générés dans le corps, empêchant la croissance de cellules cancéreuses (Mishra et al., 2017).

### **9.4. Activité Antidiarrhéique**

L'extrait aqueux de *P. guajava* a une action très marquée sur *E. coli* alors que la sensibilité des autres germes testés est moins remarquable. Par ailleurs il possède des activités antiplasmodiale, antidiarrhéique liée aux tanins astringents et au quercétol (flavonoïdes) et une action antiseptique liée à des acides et des phénols. Le quercétol diminue les contractions de l'intestin par inhibition de la sécrétion de l'acétylcholine (Pousset, 1992 ; Taylor, 2007).

### **9.5. Activité antiinflammatoire :**

*P. guajavaa* été utilisé traditionnellement contre les troubles gastro-intestinaux et maladies respiratoires. La composition chimique de l'huile essentielle de fruits a été enregistrée par chromatographie gaz-liquide / spectrométrie de masse (GLC / MS).

L'inhibition de la lipoxygénase par cette huile peut rationnellement expliquer leur utilisation pharmacologique sous forme d'inhalation pour améliorer plusieurs affections des voies respiratoires supérieures associée à une inflammation (Sherweit et al., 2013).

### **9.6. Effets cardiovasculaire et hypertensif**

Les maladies cardio-vasculaires sont communes dans la population globale, affectant la majorité d'adultes, après l'âge de 50 ans ( **Yoshimoto, Tet *al.*, 1987**).

La goyave améliore le sodium et équilibre de potassium du corps, régulant ainsi la tension artérielle chez les patients hypertendus. Les goyaves aident également à réduire les niveaux de triglycérides et le mauvais cholestérol (LDL), qui contribuent au développement de maladies cardiaques. Ce fruit magique améliore les niveaux du bon cholestérol (HDL) (**Mishra *et al.*, 2017**).

## 1. Historique :

Le lait fermenté a certainement été consommé en Mésopotamie, en Palestine et 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 « yaourt », le second d'origine turque (yoghourt) (**Bourlioux, 2007**).

## 2. Définition et réglementation

Selon la réglementation française, un lait fermenté est un produit laitier composé exclusivement de matières premières d'origine laitière (lait et constituants du lait), ayant subi une pasteurisation et une fermentation par des micro-organismes spécifiques et caractérisé par une teneur en acide lactique minimale (0,6%). Il peut être additionné de certains ingrédients lui conférant une saveur spécifique (sucre, arôme, préparations de fruits), à condition que cette addition n'excède pas 30% du poids du produit fini.

En France, **la norme AFNOR NF V 04-600 (2001)** définit le yaourt ou yoghourt comme un "lait fermenté obtenu, selon des usages loyaux et constants, par le développement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques dites *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* qui doivent êtreensemencées et se trouver vivantes dans le produit fini à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme rapportées à la partie lactée.

## 3. Matières premières

### 3.1. Le lait

#### 3.1.1. Le lait frais

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait dont, pour l'essentiel, le lait de vache. Il est constitué d'environ « 88% d'eau et de 12% de matière sèche » contenant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux (**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 dont la teneur en matière grasse est inférieure à de 1 % (**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***

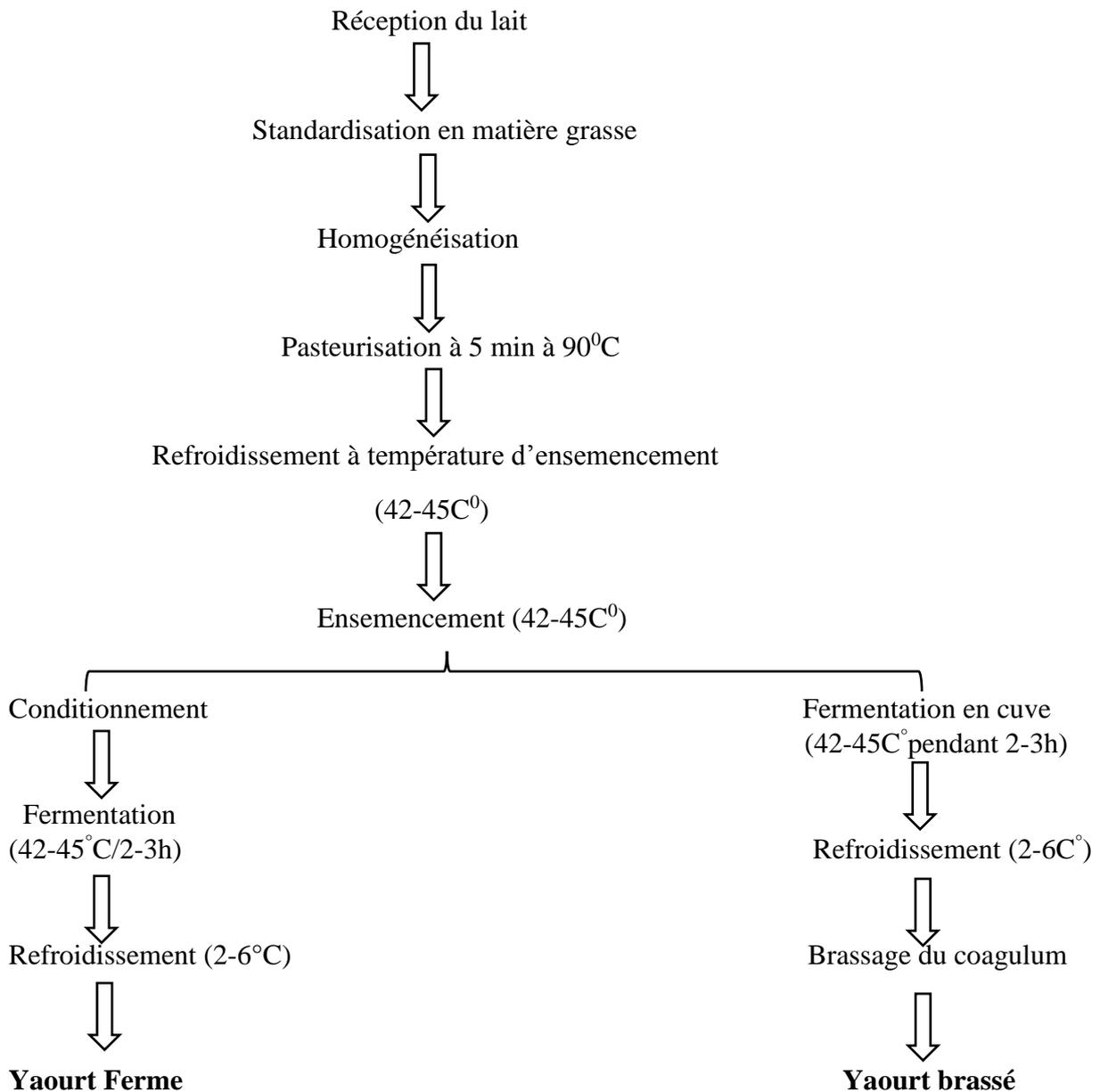
Ils ont pour intérêt d'amener une production acide correcte et une génération de saveurs et d'arômes. En fermentant le lait, ils donnent au produit fini des caractéristiques organoleptiques particulières (goût, arôme), ces caractéristiques sont dues à la production d'acide lactique, à la coagulation 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-positive 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**).

## **4. Processus de fabrication des yaourts brassé et étuvé**

Le procédé de fabrication de différents types de yaourt et les principales étapes sont illustrés dans le diagramme suivant :



**Figure 4 :** Diagramme de fabrication du yaourt (Brassé, ferme) (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 et éventuellement sucré (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 d'écaillage 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**).

## **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 IV** : Composition nutritionnelle de yaourt (**Syndifrais, 1997**).

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

## 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 probiotiques, 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**).

# **PARTIE PRATIQUE**

**MATERIEL**  
**ET**  
**METHODES**

## 1. Matériel végétal

### 1.1. Échantillonnage

L'échantillon de goyave provient de chez un particulier de la région de d'Aokas (Wilaya de Bejaia) en octobre 2018.

### 1.2. Traitement de la goyave

Après avoir été triés afin de choisir les fruits murs de couleur verte et en bonne état, les fruits ont été soigneusement lavés avec de l'eau de source et épluchés puis conservés à basse température (-18°C).

## 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).

Les fruits ont été épluchés et dénoyautés puis coupés, manuellement, en petits morceaux sous forme de cubes d'environ 10 mm. La moitié du mélange a été par la suite mixée en purée et passé à travers la passoire pour obtenir une pulpe uniforme. Le mélange sucre-purée et les petits morceaux de fruit ont cuits à feu doux sous agitation continue pour fondre le fruit.

La confiture préparée a été remplie à chaud dans des bouteilles en verre préalablement stérilisées et après fermeture, stockée. La figure 5 illustre les étapes d'élaboration de la confiture.

### 2.1. Analyses physico-chimiques de la pulpe et la confiture de goyave :

Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique du fruit et de la confiture, les analyses suivantes ont été réalisées :

#### 2.1.1. Mesure du pH :

Le pH a été directement mesuré à l'aide d'un pH-Mètre (Metler Toledo saven, compact S210, ROMANIA) muni d'une électrode combinée, préalablement étalonnée avec deux solutions tampons. La mesure est basée sur une réaction mettant en jeu les ions  $H^+$  libres d'une solution, l'échantillon à analyser est ramené à une température avoisinant les 20°C (Poulin, JF *et al.*, 2006).

#### 2.1.2. Acidité :

C'est une méthode qui consiste à neutraliser l'acidité par la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré. A ce fait, 1 g de l'échantillon a été dilué dans 9 ml d'eau distillée. Le mélange a été maintenu sous agitation, puis on ajoute 2 à 3 gouttes phénolphtaléine puis titré avec de NaOH (0,01N) jusqu'au virage de la couleur vers le rose qui doit persister pendant une dizaine de secondes. Le volume de NaOH ainsi obtenu est noté en mL. L'acidité est exprimée en gramme d'acide citrique par 100 ml de la matière fraîche suivant la formule suivante :

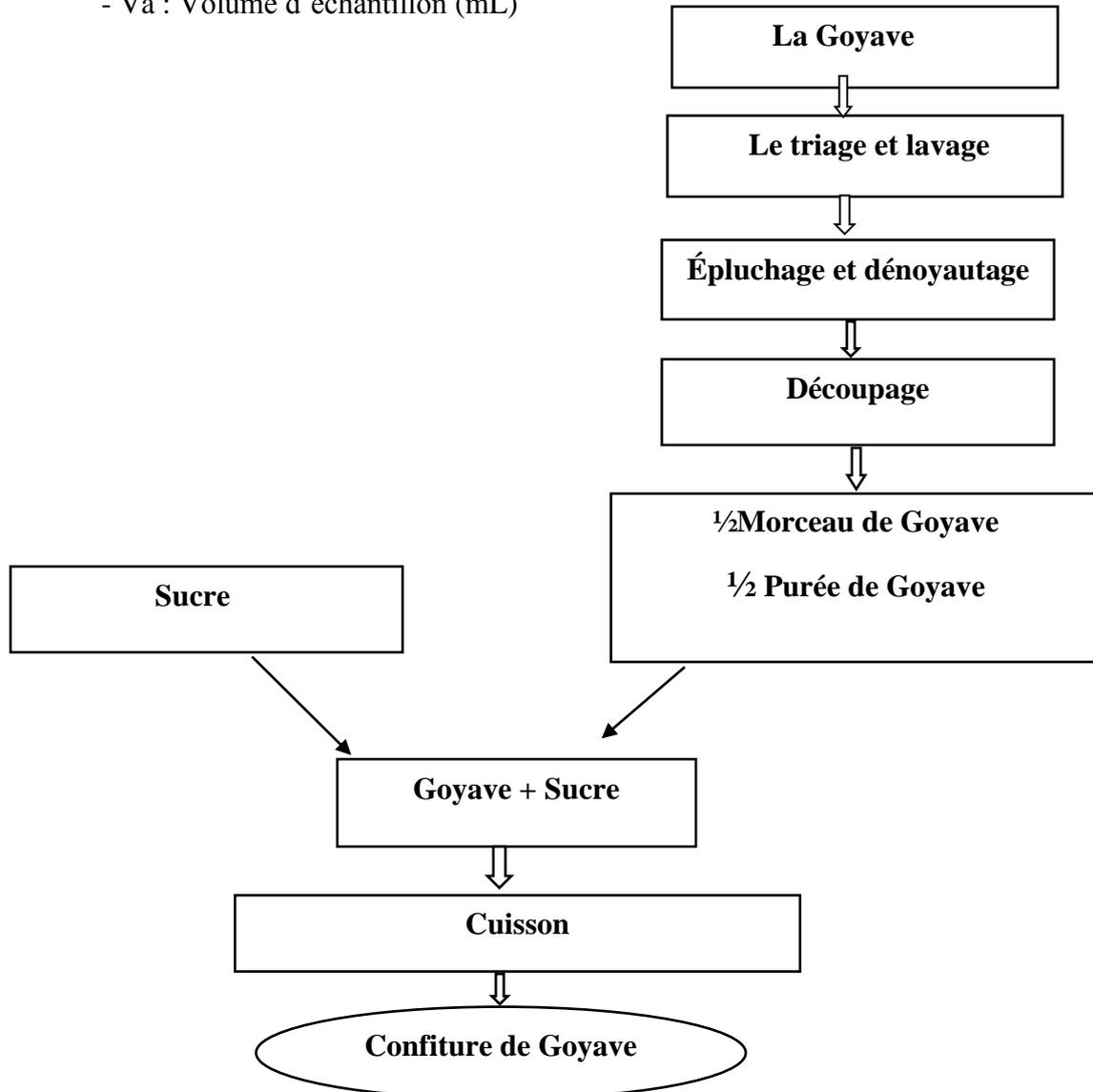
$$\text{Acidité} = (\text{Nb} * \text{Vb} * \text{MM} / \text{Va})$$

Avec : - Nb : Normalité de la solution d'hydroxyde de sodium (0,01N) (mol/l)

- Vb : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium (mL)

- MM : Masse molaire de l'acide citrique (192,124 g/mol)

- Va : Volume d'échantillon (mL)



**Figure 5 :** Diagramme de préparation de la confiture de la Goyave

### 2.1.3. Détermination de degré de Brix :

Le degré Brix 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.

#### 2.1.4. Test d'humidité :

La dessiccation est la méthode utilisée pour déterminer le taux d'humidité de fruit et de confiture ; 2g de chaque échantillon 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 :

$$H\% = [(M1 - M2) / PE] * 100$$

Avec :

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 la pulpe et la confiture de goyave

En premier lieu, le fruit a été broyé à l'aide d'un mortier. Dix grammes de ce broyat ont été mélangés avec 50 ml d'éthanol à 70%. Après une heure d'agitation à l'obscurité et filtration, 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<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) 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 maximale aux environs de 750 -765 nm (Talbi *et 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 (100µl) a été mélangé avec 100µl de réactif de Folin-Ciocalteu et de 2ml 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 II (a)).

### 2.2.3. Dosage des flavonoïdes

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 décrite par **Ghafar et al. (2010)**. 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' $\text{AlCl}_3$  (2%). Après 15 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance a été 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(b)).

### 2.2.4. Dosage des tannins

Pour libérer les anthocyanidines, la méthode colorimétrique a été utilisée, elle est basée sur la réaction dépolymérisation des tannins 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 de goyave ou de confiture. Le mélange a été incubé à 95°C pendant 50 min. 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 :

$$C = \frac{Abs * MM * FD}{\epsilon * L * D}$$

Où

D : Facteur de dilution.

$\epsilon$  : Facteur d'extinction (34700mol/cm. l).

L : Chemin optique (1cm).

Abs : Absorbance de l'échantillon.

M : Masse molaire de la cyanidine (287,24g/mol).

C : Concentration (g/l).

### 2.2.5. Extraction et dosage des caroténoïdes

La couleur est l'élément caractéristique des 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 ajouté à 4 g de pulpe de goyave ou confiture. Après agitation à l'obscurité pendant 30 min, la phase hexanique a été récupérée pour le dosage des caroténoïdes par spectrophotométrie à 450 nm.

La concentration en caroténoïdes est estimée en se référant à la courbe d'étalonnage en utilisant le  $\beta$ -carotène comme standard. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent  $\beta$ -carotène par 100 grammes de matière fraîche (mg E $\beta$ /100g MF). (Annexe (c)).

### 2.2.6. Évaluation des activités antioxydantes

#### ➤ **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. Le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 517 nm. 60 $\mu$ l de chaque extrait, a été mélangé avec 2,44 ml de la solution éthanolique DPPH. Les solutions ont été mélangées et incubées à l'obscurité pendant 1h (**Brand-Williams *et al.*, 1995**). Les résultats seront exprimés en pourcentage de réduction du radical DPPH• comme suit :

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

#### ➤ **Test de pouvoir réducteur**

Ce pouvoir mesure la capacité d'un antioxydant à réduire le fer ferrique Fe<sup>3+</sup>(FeCl<sub>3</sub>) en fer ferreux Fe<sup>2+</sup>(FeCl<sub>2</sub>) en présence d'un agent chromogène ferricyanure de potassium K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Ceci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers une couleur bleu verte dont l'intensité dépend de pouvoir réducteur de l'antioxydants (Chou *et al.*, 2003).

Un volume de 0,5 ml de l'extrait ont été mélangés avec 1,25ml de la solution tampon phosphate 0,2M (pH 6,6) et 1,25ml d'une solution de ferricyanure de potassium K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> à 1%. L'ensemble a été incubé au bain-marie à 50°C pendant 20 min ensuite, 1,25ml d'acide trichloracétique à 10% est été ajoutés pour stopper la réaction. Les tubes sont centrifugés à 3000 rpm pendant 10min, puis 1,25ml de surnageant ont été combinées avec 1,25ml d'eau distillée et 0,25ml d'une solution aqueuse de FeCl<sub>3</sub> (chlorure ferrique) à 0,1%. La lecture de

l'absorbance du milieu réactionnel a été réalisée à 700 nm contre un blanc semblablement préparé en remplaçant l'extrait par l'eau distillée qui permet de calibrer l'appareil (spectrophotomètre UV : SHIMADZU CHINA) (Ferreira *et al.*, 2007).

#### ➤ Test de molybdate

Le test de molybdate a été 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  $\text{MoO}_4^{2-}$  à molybdène Mo(V)  $\text{MoO}^{2+}$  en présence des extraits pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide. Un volume de 200  $\mu\text{l}$  de chaque extrait, 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 et incubées à 95°C pendant 1h30min. Les absorbances ont été mesurées à 695 nm après refroidissement des tubes (Prieto *et al.*, 1999).

### 3. Analyses microbiologiques de la pulpe et la confiture de goyave

Le contrôle microbiologique a pour but de détecter la présence ou l'absence de la flore indésirable dans le produit pour s'assurer de sa qualité hygiénique.

#### 3.1. Dénombrement des Entérobactéries

Sous la hotte, 1 ml de yaourt à la goyave 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 24 h. 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 :

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

$\Sigma C$  : 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 moisissures

Pour la recherche des levures et moisissures dans le yaourt à la goyave, 1 ml d'échantillon a été prélevé puis déposé dans une boîte de Pétri stérile avec la gélose OGA. En même temps un témoin gélose a été préparé. Après solidification de la gélose (pendant 15 min), les boîtes ont été incubées à 25°C pendant 5 jours (JORA, 2017). Après incubation, les levures apparaissent sous forme de colonies blanches ovales au fond de la gélose, et les moisissures apparaissent sous forme de colonies blanches ou vertes sur la surface de la gélose.

Le nombre de levures et de moisissures est calculé selon la formule suivante :

Où :

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

**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.

### 3.3. 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 hotte 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. Eau de process

### 4.1 Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques (Annexe III). Réalisées sur l'eau de process utilisée pour la préparation yaourt sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau V** : Les analyses physico-chimiques de l'eau de process

Paramètres	L'indicateur coloré	Appareil utilisée
<b>PH</b>	/	PH-mètre (HANNA, Romania)
<b>TH</b>	Noir Eriochrom	La burette (EDTA (0,02N))
<b>Conductivité</b>	/	Conductimètre (HANNA, CHINA)
<b>Chlorure</b>	Chromate potassium de	La burette (AgNO <sub>3</sub> (0,02 N))
<b>Turbidité</b>	/	Spectrophotomètre
<b>Chlore</b>	DPD (5N, NDiéthyl p-phénylénédiamine)	(UV-VIS DR 6000 CHINA)
<b>TA</b>	Phénolphtaléine	La burette (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,1N))
<b>TAC</b>	Méthyle orange	La burette (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,02 N))

#### 4.1.1. Analyses microbiologiques de l'eau de process

L'analyse est effectuée directement à partir de l'eau de process. Elle consiste à cultiver les différents germes recherchés dans des milieux de culture (voir annexe IV). Les analyses microbiologiques réalisées sur l'eau de process sont dans le tableau suivant

**Tableau VI** : les germes recherchés dans l'eau de process

Germe recherché	Milieu de culture	T°C d'incubation	Temps d'incubation
<i>Coliforme totaux</i>	TTC	30°C	24H
<i>Coliforme fécaux</i>	TTC	44°C	24H
<i>Germes aérobies</i>	PCA	22°C	72h
<i>Germes aérobies</i>	PCA	37°C	48h
<i>Levures et moisissures</i>	YGC	25°C	5J
<i>Clostridium Sulfite- réducteurs</i>	VF	46°C	48H

#### 4.2. Poudre du lait 26% et 0%

##### 4.2.1 Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques de la poudre du lait ont pour but d'assurer sa fiabilité et sa consistance afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques. Le tableau suivant résume les analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre du lait 0% et 26% (Annexe V).

**Tableau VII** : les analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0% et 26%

Paramètres	Appareil utilisée
<b>pH</b>	pH- mètre (HANNA, Romania)
<b>Acidité Dornic</b>	La burette (NaOH N/10)
<b>Taux d'humidité</b>	Dessiccateur (Sartorius ,Germany)

##### 4.2.2. Analyses microbiologiques

Pour assurer la qualité hygiénique de la poudre du lait le tableau dessous montre les germes recherchés sur la poudre du lait. (Voir annexe VI).

**Tableau VIII** : les germes recherchés de la poudre du lait.

Germe recherchés	Milieu de Culture	Température d'incubation	Temps d'incubation
<i>Germe totaux</i>	PCA	30°C	3J
<i>Clostridium Sulfito-réducteurs</i>	VF	46°C	48H
<i>Salmonelle</i>	Hécktoen	37°C	24H

### 5. 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. (Watts *et al.*, 1991). Une analyse des experts a été, 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. Trois (3) échantillons codés A, B, C ont été présentés ; les échantillons A et B correspondent au yaourt à la goyave à différentes concentrations et l'échantillon C correspond au yaourt blanc. L'analyse sensorielle de ces trois types de yaourt a été réalisée au niveau de laiterie Soummam par 15 panels experts. A cet effet, une épreuve par paire a été réalisée, chaque juge reçoit un yaourt à base de confiture de goyave et un yaourt témoin simultanément. Les panélistes ont été appelés à analyser les échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire.

Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux panels, ont été traitée en utilisant le logiciel XLSTAT version 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).

### 6. Analyse statistique

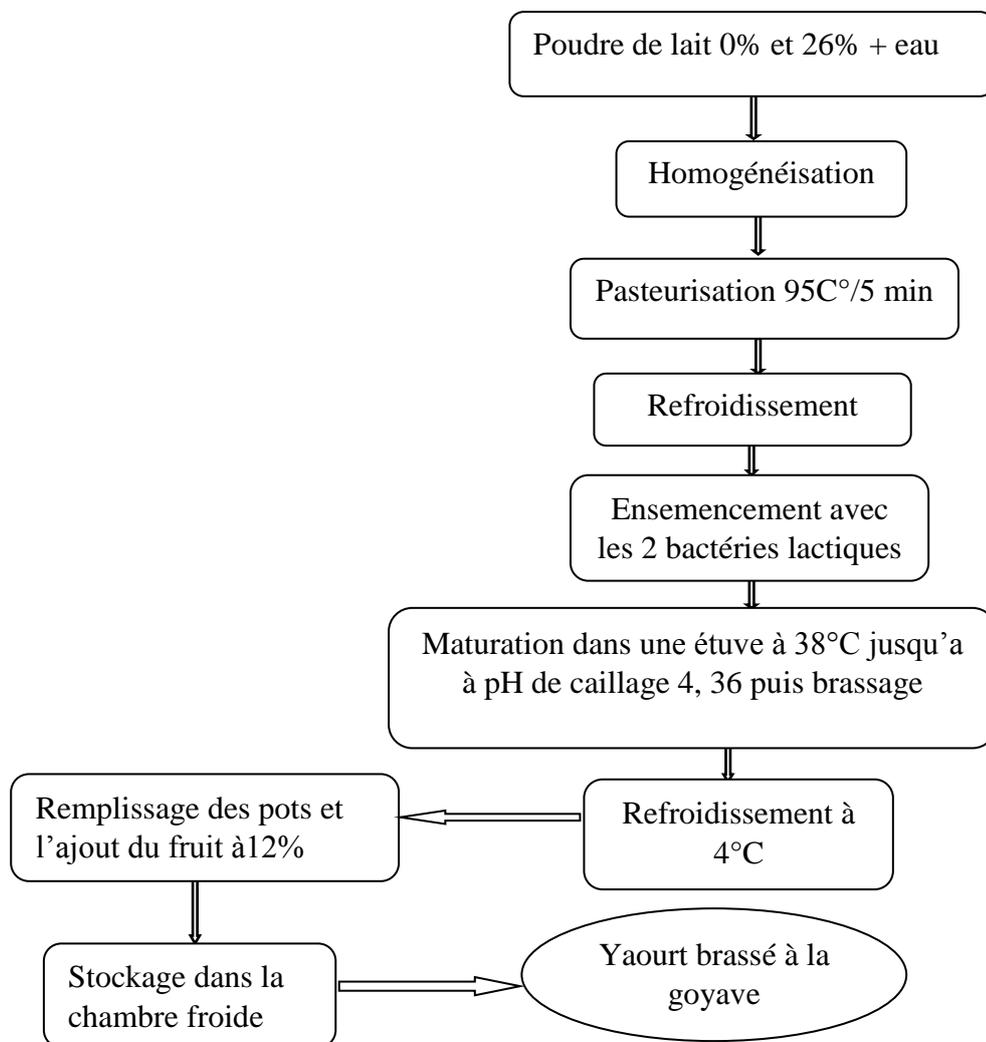
Chaque test est répété 3 fois, la comparaison entre les échantillons a été réalisée par une analyse de la variance (FACTORIAL ANOVA) effectuée avec le teste HSD de Turkey sur Statistica 5.5 en prenant un intervalle de confiance de 95%. Les échantillons sont considérés statistiquement différents à  $P < 0,05$ .

## 7. Elaboration du yaourt à base de confiture de la goyave

La préparation du yaourt a été réalisée au niveau du laboratoire de l'entreprise SOUMMAM.

### 7.1. Elaboration du yaourt brassé à la confiture de goyave

L'élaboration du yaourt a été réalisée à l'échelle laboratoire au niveau de l'unité Soummam en respectant le diagramme de fabrication de yaourt brassé aux fruits 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 43°C. Une fois que le mélange atteint un pH de 4,26 qui est le pH de caillage, 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 C1 et C2 (C2>C1), ensuite les pots ont été scellés à l'aide de la thermoscélleuse puis stockés au réfrigérateur.



**Figure 6** : Diagramme de fabrication d'un yaourt brassé à la goyave.

A l'issu de l'élaboration, trois yaourts ont été préparés : le yaourt A : avec la concentration C1, le yaourt B : avec la concentration C2 et le yaourt C : avec la concentration C0 qui constitue le témoin sans confiture de goyave.

### 7.1.1. Analyses physico-chimiques

#### 7.1.2. Détermination de l'extrait sec total

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/L (Nongonierma *et al.*, 2006). Une coupelle (capsule) contenant 4g de l'échantillon a été placée dans l'appareil (Sartorius, Germany) et la dessiccation commence automatiquement (JORA, 2017). Le taux de l'extrait sec est directement déterminé par l'appareil en %.

#### 7.1.3. Mesure de pH :

Voir la méthode citée dans le paragraphe 2.1.1. Page (16)

#### 7.1.4. Détermination du Brix :

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

#### 7.1.5. Taux de matière grasse (MG)

Cette analyse est basée sur l'utilisation de la méthode acide butyrométrique de Gerber. Il s'agit de mettre dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique, d'ajouter 11ml du yaourt au goyave homogénéisé, puis ajouté 1 ml 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 10 min. 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 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 (Ozer *et al.*, 1998).

#### 7.1.6. L'acidité Dornic

L'acidité Dornic du yaourt est exprimée en degré Dornic où  $1^{\circ}D = 0,1$  g d'acide lactique par litre. 10 g de l'échantillon ont été placés dans un bécher additionné de 10 ml d'eau distillée. A ce mélange, 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine ont été ajoutées puis titré avec la solution de NaOH à N/9. Puis les résultats sont exprimés selon le calcul suivant :

$$\text{Acidité titrable} = \frac{N \text{ NaOH} * V_a \text{ NaOH} * MM}{V_a}$$

**N NaOH** : Molarité de la solution d'hydroxyde de sodium(0,1mol/L).

**V NaOH** : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium(L).

**MM** : Masse molaire de l'acide lactique 90,08g/mol.

**V<sub>a</sub>** : Volume de l'échantillon (ml).

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

### 7.2.1. 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 15 min 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<sup>ème</sup> 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 goyave :

- dosage des composés phénoliques totaux : Voir le protocole cité dans le titre 2.2.2. Page (18)
- dosage des flavonoïdes : Voir le protocole cité dans le titre 2.2.3. Page (19).
- dosage des tannins : voir le protocole cité dans le titre 2.2.4. Page (19).

### 7.2.2. Extraction et dosage des caroténoïdes :

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

### 7.2.3. Évaluation des activités antioxydantes

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

- test de DPPH page : (20).
- pouvoir réducteur : page (20).
- test de molybdate : page (21).

## 8. Analyses microbiologiques

Le dénombrement d'entérobactéries, levures et moisissures dans les yaourts élaborés a été réalisée selon les méthodes décrites, respectivement, dans le titre 3.1 Page (21) et le titre 3.2. Page : (22).

## 9. 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<sup>-1</sup> à 10<sup>-8</sup> 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 ont été ensemencées en double couche et incubées en anaérobiose et à 44°C pendant 48 h pour les Lactobacilles et en aérobie à 37°C pendant 72h pour les Streptocoques.

Pour compter les colonies sur les différentes boîtes, la loi suivante est appliquée :

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

Soit :

**$\Sigma C$**  : 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.

**RESULTATS**  
**ET**  
**DISCUSSION**

## 1. Caractéristiques de la pulpe et la confiture de goyave

### 1.1. Paramètres physico-chimiques de la pulpe et la confiture de goyave

Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau IX** : Paramètres physico-chimiques de la pulpe et la confiture de goyave

Paramètres	Pulpe	Confiture
pH	3,41±0,06 <sup>a</sup>	4,01±0,01 <sup>b</sup>
Brix (%)	7,12±0,012 <sup>a</sup>	47,96±0,066 <sup>b</sup>
Humidité (%)	90,00±0,00 <sup>b</sup>	46,00±0,00 <sup>a</sup>
Acidité(g/100ml)	7,68±0,19 <sup>b</sup>	5,89±0,22 <sup>a</sup>

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

#### 1.1.1. pH

Les résultats du pH de la pulpe et la confiture de goyave étudiée sont reportés dans le tableau IX. Le pH de la goyave qui est de 3,41 est significativement plus acide que la confiture qui est de 4,00. 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 goyave est proche de celui rapporté par **Tanwar et al. (2014)** qui est de 3,56 pour la goyave d'Inde.

#### 1.1.2. Brix

Les résultats du Brix de la pulpe et la confiture de goyave étudiée sont reportés dans le tableau IX. Le degré de Brix de la confiture est de 47,96%, alors que celui de la goyave est de 7,12%. Cette différence est significative à  $P \leq 0,05$ . Le Brix de la goyave étudiée est légèrement inférieur de celui obtenu par **Isaza et al. (2004)** avec la goyave de Colombie (9,6%).

#### 1.1.3. Humidité

L'humidité de la pulpe de la goyave est significativement plus riche en eau (90%) que la confiture (46,00%) qui a subi une concentration due au traitement thermique et à l'ajout de sucre (tableau IX).

La teneur en eau de la pulpe de la goyave est proche de celle rapportée par **Hladik et al. (1971)** sur la goyave récoltée aux l'île de Barro (80,6%).

#### 1.1.4. L'acidité

L'acidité de la pulpe de la goyave étudiée est de 7,68g/100ml. Après transformation, la confiture obtenue présente une acidité qui est significative plus faible (5,89g/100ml). Cette diminution de l'acidité est due à l'ajout de sucre qui est un agent qui réduit l'acidité (tableau IX).

La valeur trouvée dans la présente étude est proche de celle rapportée par **Elizalde-González et Segura-Rivera (2018)** pour la goyave d'Inde (7g/100ml).

Les différences de résultats des paramètres physico-chimiques (pH, Brix, Humidité et l'acidité) de la pulpe de la goyave et la confiture étudiés dans la présente étude et ceux traités par d'autres

chercheurs peuvent être dues à plusieurs facteurs tels que le type de variété, le stade de maturation du fruit, aux conditions de culture et la saison. Comme elle est justifiée par la présence de sucre additionné pour la confiture.

## 1.2. Teneurs en antioxydants

Les résultats des dosages des antioxydants dans les extraits de la pulpe de la goyave et la confiture sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau X** : Teneurs en antioxydants dans les extraits de la pulpe et la confiture de la goyave

Composés	Pulpe	Confiture
Composés Phénoliques (mg EAG/100g MF)	1652,72±3,55 <sup>b</sup>	1020,08±24,85 <sup>a</sup>
Flavonoïdes (mg EQ/100g MF)	96,72±81,64 <sup>b</sup>	62,87±53,13 <sup>a</sup>
Tannins (mg E Cy/100g MF)	191,71±5,15 <sup>b</sup>	57,78±9,13 <sup>a</sup>
Caroténoïdes (mg Eβ-car/100gMF)	32,39±0,02 <sup>b</sup>	19,85±0,02 <sup>a</sup>

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

### 1.2.1. Teneur en composés phénoliques totaux (CPT)

La teneur en CPT de l'extrait de la pulpe de la goyave est de 1652,72 mg EAG/100g MF, alors que celle de la confiture qui est de 1020,08 mg EAG/100g MF (tableau X). La différence est significative à  $P \leq 0,05$ . Cette différence est due à l'ajout de sucre et probablement à la cuisson à haute température.

La valeur trouvée dans la présente étude pour la goyave est plus élevée de celle enregistrée par **Ellong et al., (2015)** qui est de 422,7 mg EAG/100 g MF. Cultivée au Martinique.

### 1.2.2. Teneur en flavonoïdes

D'après le tableau X, l'extrait de la pulpe de la goyave est significativement plus riche en flavonoïdes (96,72mgEQ/100gMF) que l'extrait de la confiture (62,87mg EQ/100g MF). Cette différence est due à l'ajout du sucre et la cuisson du fruit.

La valeur trouvée dans la présente étude pour l'extrait de la pulpe de la goyave est proche de celle enregistrée par **Misra et Seshadri (1986)** qui est de 80,38EQ/100GMF.

### 1.2.3. Teneur en tannins

La teneur en tannins du l'extrait de la pulpe de la goyave est de 191,71 mg E Cya/100g MF (Tableau X), et celle de la confiture est environ 4 fois plus faible (57,78 mg ECya/100g MF). Cette différence est due à l'ajout de sucre.

La valeur trouvée dans la présente étude pour l'extrait de la pulpe de la goyave est environ six fois supérieures à celle trouvée par **Elzaawely et al. (2005)** qui correspond à 46,80 mg EC/100GMF Cultivée au Inde.

#### 1.2.4. Teneur en caroténoïdes

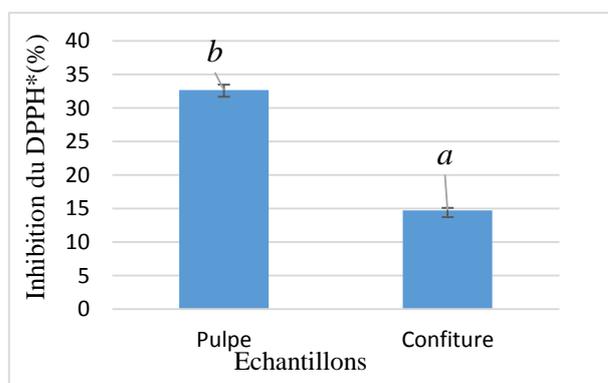
Les résultats de la teneur en caroténoïdes de la pulpe et la confiture de goyave étudiés sont reportés dans le tableau X. Les résultats montrent que la teneur en caroténoïdes de l'extrait de goyave (32,39 mg E  $\beta$  car/100gMF) est significativement plus importante (à  $P \leq 0,05$ ) que celle de la confiture (19,85 mg E  $\beta$  car/100gMF). La valeur trouvée par **Ellong et al. (2015)** est beaucoup plus élevée (604,3mg E  $\beta$  /100 g MF) cultivée au Martinique.

Les différences des teneurs observées entre les extraits de la pulpe de la goyave et de confiture présentés et ceux qui est traités par d'autres auteurs sont probablement dues au type de variété, stade de maturation, aux conditions de culture et à la saison.

### 1.3. Activités antioxydantes des extraits de pulpe et de confiture de goyave

#### 1.3.1. Activité antiradicalaire sur DPPH

Les résultats du pourcentage d'inhibition du DPPH des extraits de pulpe et de confiture de goyave à la même concentration (0,1g/ml) sont présentés sur la figure 6. L'extrait de pulpe de goyave a permis d'inhiber 32,69% de DPPH qui est proche de ce que **Mehta et al. (2011)** ont trouvé (36,53%) qui est plus de 2 fois supérieur à celui de l'extrait de confiture (14,71%). Ceci montre que l'extrait de pulpe de goyave possède une meilleure activité.

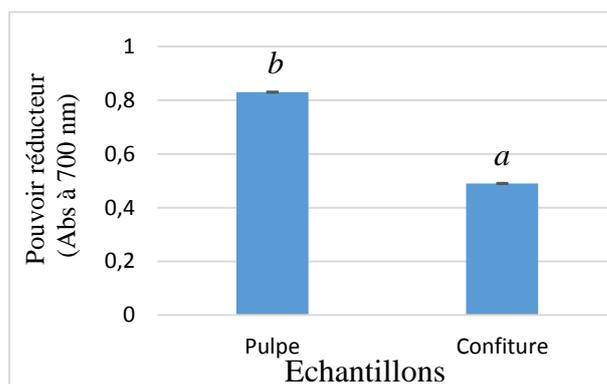


**Figure7** : Pourcentage d'inhibition des extraits de pulpe et de confiture de goyave  
*a, b: représentent les différences significatives à  $P \leq 0,05$*

#### 1.3.2. Pouvoir réducteur

Les résultats du pouvoir réducteur des deux échantillons sont illustrés sur la figure 8.

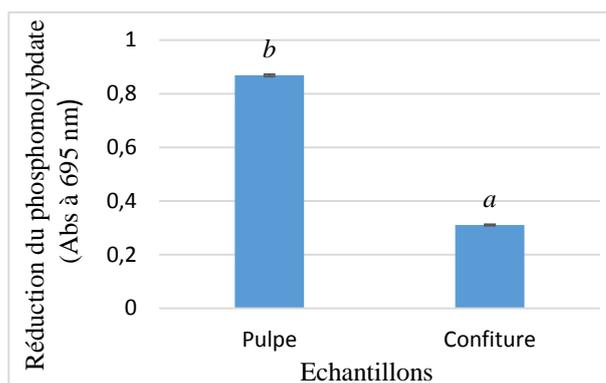
Les résultats montrent que le pouvoir réducteur de l'extrait de pulpe de goyave (0,83) est environ 2 fois supérieur à celui de la confiture (0,50) pour la même concentration (0,1g/ml).



**Figure 8** : Pouvoir réducteur des extraits de pulpe et confiture de goyave  
*a, b: représentent les différences significatives à  $P \leq 0,05$*

### 1.3.3. Test de réduction du phosphomolybdate

Les résultats du pouvoir des deux échantillons sur le phosphomolybdate sont présentés sur la figure 9. Ils montrent que l'extrait de pulpe de goyave possède un pouvoir réducteur (0,80) qui est plus de 3 fois supérieur à celui de la confiture (0,25) pour la même concentration (0,1 g/ml).



**Figure 9** : Pouvoir réducteur sur la phosphomolybdate des extraits de pulpe et de confiture de goyave  
*a, b: représentent les différences significatives à  $P \leq 0,05$*

### 1.4. Analyses microbiologiques de la goyave et de la confiture

Les analyses microbiologiques ont été effectuées sur la pulpe et la confiture de goyave pour vérifier la conformité du point de vue propriété hygiénique avant son introduction dans le yaourt. Les résultats sont résumés dans le tableau XI.

**Tableau XI** : Propriétés microbiologiques de la pulpe et la confiture de la goyave.

Germes recherchés	Confiture	Pulpe	Normes (JORA,2017)
<i>Entérobactéries</i>	Abs	Abs	<10UFC/g
<i>Levures et Moisissure</i>	Abs		
<i>Germes totaux</i>	Abs		

D'après les résultats obtenus, la goyave et la confiture présente des propriétés microbiologiques conformes aux normes. En effet, une absence totale 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 la confiture (nettoyage, découpage, traitement thermique, conditionnement et conservation) et enfin l'incorporation de ce dernier dans le yaourt.

## 2. Elaboration de yaourts

### 2.1. Eau de process

#### 2.1.1. Propriétés physico-chimiques de l'eau de process

Le tableau suivant résume les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process :

**Tableau XII** : Propriétés physico-chimiques de l'eau de process.

Paramètre	Résultat	Norme
pH	6,78±0,06	6,5-8,5
Conductivité (µs/cm)	680,33±29,50	<800
TH (°F)	13,62±0,19	8 – 20
TAC (°F)	25±2,65	≤65
TA	0	0
CL <sup>-</sup> (mg/l)	119±1,00	< 250
CL <sub>2</sub> (mg/l)	0,24±0,02	0,20-0,30
Turbidité (FAU)	0	0

D'après les résultats obtenus dans le tableau XII, le pH de l'eau est égal à 6,78 qui est conforme à la norme donnée par l'entreprise qui est comprise entre 6,5 et 8,5, sa turbidité est nulle et la conductivité est égale à 680,33µs/cm qui concorde avec la norme de l'entreprise. Le TH de l'eau de process appelé aussi la dureté de l'eau est responsable des dépôts de tartre dans les canalisations, causés par les ions de calcium et de magnésium en cas d'une teneur très élevée, le résultat obtenu est égal à 13,62°F qui rentre l'intervalle autorisé (8 et 20°F). La TA et de l'eau utilisée est nulle et le TAC égale à 25,00°F, ce qui est exigé pour une eau de bonne qualité. La teneur élevée des eaux de process en chlorure à un inconvénient majeur qui est la saveur désagréable à partir de 250mg/L et le problème de corrosion pour les canalisations et les réservoirs. Le taux de chlorures enregistré est inférieur à cette limite (119mg/L). Par ailleurs, le taux de chlore libre est égal à 0,24mg/L ne dépassant le seuil critique. Ceci indique le bon traitement de décoloration des eaux.

Tous les résultats obtenus témoignent de l'efficacité des traitements appliqués pour avoir une bonne qualité physico-chimique de l'eau.

### 2.1.2. Propriétés microbiologiques de l'eau de process

Les résultats obtenus pour les analyses microbiologiques de l'eau de process sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau XIII** : Propriétés microbiologiques de l'eau de process.

Germe recherches	Valeur	Norme
<i>Coliforme totaux</i>	Absence	Absence
<i>Coliforme fécaux</i>		
<i>Germes aérobie (22°C)</i>		10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Germes aérobie(37°C)</i>		<20UFC/g
<i>Levures et moisissures</i>		Absence
<i>Clostridium sulfito- réducteurs</i>		

L'eau est l'un des éléments essentiels dans la reconstitution du lait, elle doit être de bonne qualité microbiologique afin de contribuer à élaborer un produit dépourvu de microorganismes nuisibles (Gosta, 1995).

Les résultats obtenus de l'analyse d'eau de process (tableau XIII) sont conformes aux normes du J.O.R.A (1998). Une absence totale des germes de contaminations et des pathogènes a été constatée, ceci montre que l'eau est de bonne qualité microbiologique et reflète une efficacité d'épuration des eaux et des filtres, ainsi que la bonne désinfection par le chlore.

## 2.2. Poudre de lait écrémé

### 2.2.1. Propriétés physico-chimiques de la poudre du lait

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre de lait sont illustrés dans le tableau.

**Tableau XIV** : Propriétés physico-chimiques de la poudre du lait

Paramètre	Valeur	Norme
pH	6,58±0,015	6,5 à 6,7
Acidité Dornic (°D)	14,63±0,057	12 à 19
Taux d'humidité (%)	3,76 ±0,0058	<5

Selon les résultats enregistrés (tableau XIV), la poudre de lait présente un pH de 6,59, avec une acidité de 14,6°D et une humidité de 3,76%, qui se situent dans l'intervalle de conformité de chaque paramètre

### 2.2.2. Propriétés microbiologiques des poudres de lait (26% et 0%)

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre du lait sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau XV** : Propriétés microbiologiques des poudres de lait 26% et 0%.

Germe recherche	Poudre de lait		Norme
	0%	26%	
<i>Germe totaux</i>	7,10 <sup>2</sup> UFC/g	2,10 <sup>3</sup> UFC/g	2,10 <sup>5</sup> UFC/g
<i>Clostridium</i>	Absence		
<i>Salmonelle</i>			

D'après les résultats d'analyses microbiologiques des poudres entrant dans la fabrication des yaourts élaborés (tableau XV), il apparaît que ces poudres ne contiennent aucun germe pathogène et renferment une faible charge de germes totaux, ce qui indique le respect des conditions d'hygiène lors de la transformation de la poudre en lait écrémé et le respect des conditions d'emballage et de stockage des sacs de poudre.

## 3. Analyses sensorielles

### 3.1. Test 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 d'experts pour différents produits (Perinel et Pages, 2004).

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 jurys experts (Tableau XVI). Les données obtenues sont acceptables, ce qui valide les autres tests du logiciel XLSTAT.

**Tableau XVI** : Évaluation du plan d'expérience

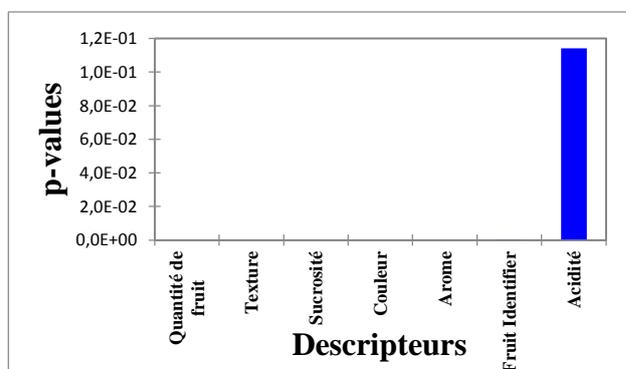
A-Efficacité	1.000
D-Efficacité	1.000

### 3.2. 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).

### 3.2.1. 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 10 présente le pouvoir discriminant par descripteur pour les jurys experts.



**Figure 10** : Pouvoir discriminant par le descripteur des experts

La figure 10 montre que les descripteurs les plus discriminants sont : la quantité de fruit utilisée, la texture, la sucrosité, la couleur, l'arôme du yaourt et le critère fruit identifié. Cela signifie que les experts ont constaté des divergences au niveau de ces descripteurs pour les trois échantillons : yaourts à la confiture de goyave (échantillons A et B avec les concentrations C1 et C2 respectivement :  $C2 > C1$ ) et le yaourt témoin (échantillon C) et. Ce qui signifie la réussite du procédé de fabrication adopté. Cependant, aucune distinction entre les yaourts du point de vue l'acidité qui constitue le descripteur le moins discriminant.

### 3.2.3. Moyennes ajustées par produit

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

**Tableau XVII** : Moyennes ajustées par produit pour les sujets experts.

	Quantité du fruit	Fruit identifié	Sucrosité	Couleur	Arôme	Texture	Acidité
<b>Echa B</b>	4,60	3,20	4,80	4,00	2,53	3,66	2,60
<b>Echa A</b>	3,66	2,66	4,06	3,86	2,60	2,33	2,20
<b>Echa C</b>	1,00	1,00	2,80	1,26	1,13	1,33	2,46

Le tableau XVII 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 :

**Echa B** : Le yaourt à la confiture de goyave(C<sub>2</sub>) est caractérisé par une très forte quantité de fruit identifié comme la goyave, un goût très sucré, une couleur rouge-orangée, un arôme, une acidité moyenne et une texture granuleuse.

**Echa A** : Le yaourt à la confiture de goyave(C<sub>1</sub>) est caractérisé par une forte quantité de fruit qui est plus faible que celle du yaourt B dont le fruit a été identifié comme la goyave. Le jury a également décelé une couleur rouge-orangé, un arôme moyen, un gout moins sucré, une acidité faible et une texture peu lisse.

**Echa C** : Le yaourt témoin est caractérisé par une texture très lisse en bouche, sans fruit et un arôme et acidité faibles, un gout moyennement sucré et de couleur blanche.

### 3.3. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences)

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les experts aux caractéristiques physico-chimiques, sensorielles ou économiques des produits. 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 ces experts en certains points de l'espace de représentation.

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

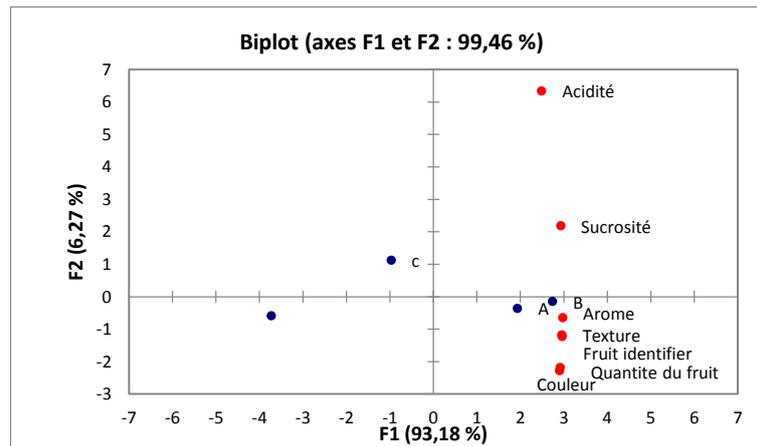
- a. Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH),
- b. Une analyse en Composante Principale (ACP).

#### 3.3.1 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 en figure 10 présente les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP.

La figure 10 montre que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle et que le niveau de variabilité est de 100% (F1-F2 :93,18%-6,27%). Cela permet de constater que les trois échantillons de yaourt témoin et deux yaourts à la confiture de goyave sont perçus par les experts comme assez différents.



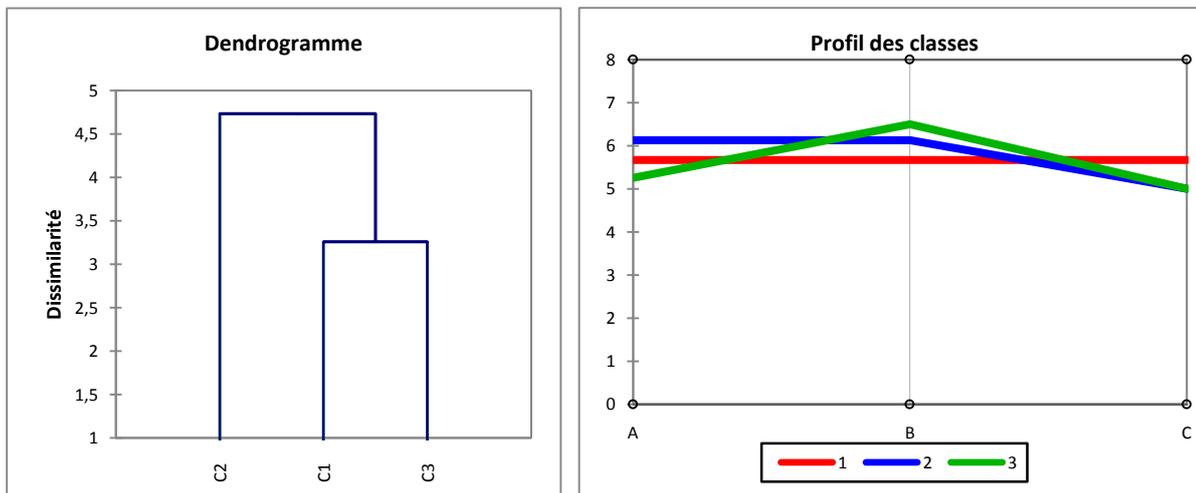
**Figure 11** : Corrélations entre les variables et les facteurs

### 3.3.2. 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 (Everett *et al.*, 2001).

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

La figure 13 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.



**Figure 12** : Dendrogramme des différentes classes des experts **Figure 13** : Profil des différentes classes créées

### 3.4. Synthèse de Mapping des préférences

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

**Tableau XVIII** : Objets classés par ordre croissant de préférence.

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

Le tableau XVIII 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 B.
- l'échantillon le plus préféré selon la classe 2 est l'échantillon B.
- l'échantillon le plus préféré selon la classe 3 est l'échantillon B.

Les réponses obtenues par les jurys ont révélé la préférence pour le yaourt à la goyave B(C2) avec un pourcentage de satisfaction de 35,93% contre 33,99%, 30,07% pour les yaourts A et C respectivement.

#### 4. Propriétés des yaourts élaborés

Suite à l'analyse sensorielle, le jury a choisi le yaourt B. Celui-ci a été élaboré en parallèle que le yaourt témoin afin de déterminer leurs propriétés physico-chimiques, microbiologiques, teneur en antioxydants et activités antioxydantes.

##### 4.1. Propriétés physico-chimiques de yaourt témoin et yaourt à la confiture de goyave

Les résultats des analyses effectuées sur le yaourt à la confiture de goyave et le yaourt témoin sont présentés dans le tableau XIX

**Tableau XIX** : Propriétés physico-chimiques de yaourt à la confiture de goyave et le yaourt témoin

Paramètres	Yaourt témoin	Yaourt à la confiture de goyave	Norme
PH	4,24±0,01 <sup>a</sup>	4,27±0,01 <sup>b</sup>	4,35-4,55
Brix (%)	18,13±0,11 <sup>a</sup>	21,25±0,37 <sup>b</sup>	17-25
Extrait sec (%)	22,47±0,56 <sup>b</sup>	25,29±0,29 <sup>a</sup>	19,89-22,89
Matière grasse (mg/100g de yaourt)	2,87±0,12 <sup>b</sup>	2,63±0,06 <sup>a</sup>	2,8-3,8

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

##### 4.1.1. pH

Les résultats du pH du yaourt témoin et yaourt à la goyave sont résumés dans le tableau XIX.

Le pH du yaourt témoin et du yaourt à la goyave est de 4,24 et 4,27 respectivement. Ces résultats concordent avec les normes tolérées par l'entreprise (4,35-4,55).

#### 4.1.2. Brix

Avec un Brix de 21,25%, le yaourt à la goyave est plus riche en sucre que le yaourt témoin (18,13%). Ces valeurs sont dans l'intervalle de la norme tolérée qui est entre 17 – 25 %.

#### 4.1.3. Extrait sec totale

La présente étude montre une petite différence entre les deux yaourts. En effet, l'extrait sec du yaourt à la goyave est de 25,29%, alors que du yaourt témoin est plus faible qui est de l'ordre de 22,47%.

#### 4.1.4. Taux de matière grasse (MG)

La MG du yaourt témoin qui est de l'ordre de 2,87 mg/100g est supérieure à celle le du yaourt à la confiture de goyave (2,63mg/100g). Cette différence est apportée par l'ajout de la confiture.

### 4.2. Propriétés microbiologiques de yaourt témoin et yaourt à la goyave

Le tableau XX regroupe les résultats des analyses microbiologiques des yaourts élaborés.

**Tableau XX :** Propriétés microbiologique de yaourt témoin et yaourt à la goyave.

Germe recherché	Résultats		Norme
	Yaourt témoin	Yaourt à la goyave	
<i>Levure et moisissure</i>	Absence		Absence
<i>Entérobactérie</i>			<10UFC/g

Les résultats des analyses microbiologiques (Tableau XX) 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.

### 4.3. 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 XXI :** Teneur en antioxydants des extraits des yaourts élaborés

La teneur	Yaourt témoin	Yaourt B
Composés phénoliques (mg EAG/100g MF)	48,64±0,89 <sup>a</sup>	100,63±7,99 <sup>b</sup>
Flavonoïdes (mgEQ/100g MF)	7,19±0,09 <sup>a</sup>	19,40±0,40 <sup>b</sup>
Tannins (mg E Cy/100g MF)	34,77±0,47 <sup>a</sup>	42,38±0,47 <sup>b</sup>
Caroténoïdes (mg Eβ-C/100g MF)	4,14±0,14 <sup>a</sup>	10,00±0,07 <sup>b</sup>

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

#### 4.3.1. Teneur en composés phénoliques totaux

La teneur du yaourt à la confiture de goyave en CPT (tableau XXI) est de 100,63mg EAG/100g MF, alors que celle du yaourt témoin est deux fois moins de 48,64mg EAG/100gMF.

#### 4.3.2. Teneur en flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes du yaourt à la goyave est de 19,40mg EQ/100gMF, elle environ deux fois supérieure à celle du yaourt témoin (7,19mg EQ/100g MF).

#### 4.3.3. Teneur en tannins

Le yaourt élaboré à la goyave présente une teneur en tannins de 42,38 mg E Cy/100GMF qui est également supérieure à celle du yaourt témoin (34,77mg E Cy/100g MF).

#### 4.3.4. Teneur en caroténoïdes

La teneur en caroténoïdes du yaourt à la goyave est de 10,00mgE $\beta$ -C/100g MF qui est plus riche que le yaourt témoin qui est de (4,14mgE $\beta$ -C/100g MF).

L'ensemble des teneurs en antioxydants enregistrées, montre que l'ajout de confiture de goyave a permis l'enrichissement du yaourt en CPT flavonoïdes ainsi que les tannins et les caroténoïdes.

#### 4.4. Activités antioxydantes

Les résultats des teneurs en activités antioxydantes et antiradicalaire des extraits de yaourt élaborés sont résumés dans le tableau ci-dessous

**Tableau XXII :** Activités antioxydantes et antiradicalaire des extraits de yaourt élaborés

Activités	Yaourt à la confiture de goyave	Yaourt témoin
Inhibition du DPPH (%)	41,25 $\pm$ 0,81	14,71 $\pm$ 0,40
Pouvoir réducteur (Abs)	0,142 $\pm$ 0,00	0,11 $\pm$ 0,00
Réduction du Phosphomolybdate (Abs)	0,15 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,00

##### 4.4.1. Activité antiradicalire sur le DPPH

Les résultats du pourcentage d'inhibition du DPPH des yaourts élaborés à la même concentration (0,01g/ml) sont présentés dans le tableau XXII le yaourt à la confiture de goyave a permis d'inhiber 41,25% de DPPH qui est environ 3 fois plus élevé que celui du yaourt témoin (14,71%). Ceci montre que le yaourt à la goyave possède une meilleure activité. Cette amélioration a été apportée par les antioxydants contenus dans la confiture de goyave.

##### 4.4.2. Pouvoir réducteur :

Les résultats du pouvoir réducteur des deux échantillons présentés dans le tableau XXII révèle une capacité de la part du yaourt à la confiture de goyave à mieux réduire le fer ferrique en fer ferreux (0,14) comparé au yaourt témoin (0,11) à la même concentration(0,01g/ml).

#### 4.4.3. Test de réduction du phosphomolybdate

D'après le tableau XXII, le yaourt à la confiture de goyave a la capacité à mieux réduire le phosphomolybdate (0,15) comparé au yaourt témoin (0,09) à la même concentration(0,01g/ml).

#### 4.5. Viabilité de la flore lactique

La flore lactique a été suivie dans le yaourt à la goyave tout 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 XXIII** : Viabilité de la flore lactique dans le yaourt à la confiture de goyave.

Germes/Jours	J+1	J+10	J+21	DLC(28J)
<i>S. thermophilus</i> (UFC/g)	43,00*10 <sup>7</sup>	24,22*10 <sup>7</sup>	4,18*10 <sup>7</sup>	0,00*10 <sup>7</sup>
<i>Lb bulgaricus</i> (UFC/g)	19,48*10 <sup>7</sup>	6,00*10 <sup>7</sup>	2,05*10 <sup>7</sup>	1,00*10 <sup>7</sup>

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. La viabilité des ferments dans le produit fini donne au yaourt son effet probiotique (**Bourlioux et al., 2011**).

A J+1, le nombre de *S. thermophilus* est de 43,00\*10<sup>7</sup>UFC/g, une diminution de cette charge jusqu'à 24,22\*10<sup>7</sup>UFC/g est observée à J+10, puis jusqu'à 4,18\*10<sup>7</sup>UFC/g à J+21. Leur nombre diminue jusqu'à disparition après 28J à cause de l'acidification.

En ce qui concerne *Lb. Bulgaricus*, leur nombre à J+1 après fabrication du yaourt est élevé, il est de l'ordre de 19,48\*10<sup>7</sup>UFC/g, celui-ci diminue jusqu'à 6,00\*10<sup>7</sup>UFC/g à J+10 de conservation puis à 2,05\*10<sup>7</sup>UFC/g à J+21. Le yaourt à la DLC, renferme1,00\*10<sup>7</sup>UFC/g de *Lb. Bulgaricus* grâce à leur résistance à l'acidité.

# **CONCLUSION**

Ce présent travail avait pour but de proposer un nouveau yaourt brassé avec un nouveau fruit la goyave sous forme de confiture et d'étudier l'effet de cette incorporation sur les propriétés physico-chimiques, antioxydantes et microbiologiques du yaourt élaboré.

La procédure suivie a été, en 1er lieu, de déterminer la composition physico-chimique et antioxydante de la pulpe et de la confiture de goyave après avoir choisi la recette optimisée pour sa préparation.

A la lumière des résultats des analyses physico-chimiques, de la pulpe de la goyave, est un fruit acide, riche en eau et moyennement sucré. Quant à la confiture, une teneur en eau plus faible, un pouvoir sucrant ainsi qu'un pH élevé ont été observés. Dus à l'incorporation du sucre. Les dosages d'antioxydants ont montré que l'extrait éthanolique de pulpe de la goyave renferme des teneurs importantes en substances bioactives (composés phénoliques, flavonoïdes, tannins et caroténoïdes) avec des activités antioxydantes et antiradicalaires intéressantes supérieures à celles de la confiture.

Avant incorporation de la confiture dans le yaourt brassé, les propriétés microbiologiques de celle-ci ont été contrôlées et qui ont révélé une qualité microbiologique (entérobactéries, germes totaux, levures et moisissures) irréprochable du produit.

Par ailleurs, la composition ainsi que la qualité des ingrédients principaux entrant dans la préparation d'un yaourt à savoir l'eau de process et les poudres de lait ont été analysées avant de valider leur utilisation. Ces produits ont été révélés conformes aux normes suivies par l'entreprise.

La quantité de confiture à incorporer a été également sélectionnée par un jury d'expert (équipe Soummam) sur la base d'un ensemble de critères (quantité de fruit, fruit identifié, sucrosité, acidité, texture, couleur, arôme). A l'issue des analyses sensorielles, les réponses obtenues ont été en faveur du yaourt B avec la concentration C2 a été sélectionnée pour une future incorporation dans le yaourt à grande échelle et pour l'étude de l'effet de cette addition sur la qualité physico-chimique, antioxydante et microbiologique.

Les yaourts élaborés avec et sans confiture de la goyave ont été 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, des augmentations des caractéristiques physico-chimiques suivantes : Brix, extrait sec total, matière grasse et pH ont été notées comparée au yaourt témoin.

Du point de vue teneur en substances bioactives et activités antioxydante et antiradicalaire, le yaourt à la confiture de goyave a été révélé bien meilleur comparé au yaourt témoin. Ceci indique que l'incorporation de la confiture à la goyave dans le yaourt a permis non seulement

d'apporter une valeur nutritionnelle supplémentaire, mais également des substances bioactives dont les effets thérapeutiques ont été prouvés, sans modifier sa qualité hygiénique.

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

- identifier les substances bioactives présentes dans la pulpe de goyave ;
- réaliser d'autres analyses sur le pouvoir antioxydant in vitro de l'extrait de pulpe de goyave ;
- Améliorer la recette de la confiture en diminuant la quantité du sucre ajouté afin de garder ses valeurs nutritionnelles et la température de préparation de la confiture afin de préserver son pouvoir antioxydant,
- Effectuer une étude sur la formulation du yaourt à la confiture de la goyave par le plan d'expérience afin de déterminer la meilleure formule.

# **Références**

## **Bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### **B**

- Bergmaier D., (2002).** Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *LB. Rhamnosus RW-9595M* d'un milieu à base de perméat de lactosérum.
- Bottazzi V., B. Battistotti and G. Montescani (1973).** Influence des souches seules et associées de *L. bulgaricus* et *Star. Thermophilus* ainsi que des traitements du lait sur la production d'aldéhyde acétique dans le yaourt. *Le Lait*, 53 :295-308.
- Bourgeois P., S. Guylene, G.S.Aurore, J. Abaul and H.Joseph (1998).** Valorisation de la graine de goyave : huile de l'amande et de poudre abrasive des coques. *Cahiers Agricultures*, 7 : 105-109.
- Bourlioux P., V. Braesco and D.D.G. Mater (2011).** Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46 : 305-314.
- Bourlioux P., (2007).** Histoire des laits fermentés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42 : 9-14.
- Bourdelle J. and P. Estanove (1967).** *La goyave aux antilles*. vol. 22, p. 397 à 412.
- Brand-Williams W., M.E Cuvelier and Berset C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Foodscience and Technology*, 28 :25-30.

### **C**

- Chah K., C.C. Eze, C Emuelosi (2006).** Antibacterial and wound healing properties of methanolic extracts of some Nigerian medicinal plants. *Journal of ethnopharmacology*, 104:164-167.
- Chang C.C., M.H. Yang, H.M. Wen and G.H. Chern (2002).** Estimation of Total Flavonoid content in Propolis by two Complementary Colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10 : 178-182.
- Cherry W.B., (1980).** *Les laits reconstitués et leur utilisation*. Edition. Apria Paris.
- Chou S.T., W.W. Chao and Y.C. Chung (2003).** Antioxydative activity and Safety of 50% ethanolic red bean extract (*phaseolus radiatus L. var. Aurea*). *Journal of food science*, 68:21-25.
- Claude Marcel H., A. Hladik, T. Bousset, P. Valdebouze, G. Viroben (1971).** Le régime alimentaire des Primates de l'île de Barro Colorado (Panama). *Folia Primatologica*, Karger, 16, pp.85-122. hal-00561244.

### **D**

- Dakappa S. S., R. Adhikari, S.S. Timilsina and S. Sajjekhan (2013).** A review on the medicinal plant *psidium guajava Linn.* (Myrtaceae). *Journal of Drug Delivery and therapeutics*, 3:
- 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.

## Références bibliographiques

---

**Dignan C., B. Burlingame, S. Kumar et W. Aalbersberg (2004).** The Pacific Islands food Composition tables. 2nd Edition. Rome: FAO.

**Diong C.H., (1998).** The strawberry guava *Psidium cattleianum* Sabine 1821. *The Malaysian Naturalist*, 52: 8-10.

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

### *E*

**Ellong E.N., C. Billard, S. Adenet and K. Rochefort (2015).** Polyphenols, Carotenoids, Vitamin C Content in Tropical Fruits and Vegetables and Impact of Processing Methods. *Food and Nutrition Sciences*, 06: 299–313.

**Ezekwesili J., O.U.U. Nkemdilim and C.U. Okeke (2010).** Mechanism of antidiarrhoeal effect of ethanolic extract of *Psidium guajava* leaves. *Biokemistri*, 22 : 22-25.

**Elzaawely A.A., T.D. Xuan and S. Tawata (2005).** Antioxidant and antibacterial activities of *Rumex japonicas* HOUTT. *Aerial Parts Biol. Pharm. Bull.*, 28 : 2225-2230.

### *F*

**Ferreira I.C.F.R., P. Baptista, V.M. ilas-Boas, and L. Barros (2007).** Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal : Individual cap and stipe activity. *Food chemistry*, 100 : 1511-1516.

**Flores G., S. WU, A. Negrin, and E.J. Kennelly (2015).** Chemical composition and antioxidant activity of seven cultivars of guava (*Psidium guajava*) fruits. *Food Chemistry*, 170 :327-335.

**Flores G.; K. Dastmalchi, S.B. Wu, K. Whalen, A.J. Dabo, K.A. Reynertson, R.F. Foronjy, J.M. D'Armiento, E.J. Kennelly (2013).** Phenolic-rich extract from the Costa Rican guava (*Psidium friedrichsthalianum*) pulp with antioxidant and anti-inflammatory activity. Potential for COPD therapy. *Food Chem*, 141 : 889–895.

### *G*

**Ghafar M. F., K. N. Prasad, K. K. Wengand Ismail (2010).** Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citrus species. *African Journal of Biotechnology*, 9 :69-72.

**Guillouty A., (2016).** Amandine Plantes médicinales et antioxydants. Thèse doctorat. Faculté des sciences pharmaceutiques. Université Toulouse P26,27,29.

### *I*

**Isaza J. H. and T. Yoshida (2004).** Oligomeric hydrolyzable tannins from *Monochaetum multiflorum*. *Phytochemistry*, 65: 359–367.

### *J*

## Références bibliographiques

---

- Jeantet, R., C. Thomas, M. Michel, S.B. Pierre (2008).** Les produits laitiers. 2<sup>ème</sup> Ed. TEC et DOC. Lavoisier-Paris : 184p.
- Jiménez-Escrig, A., M Rincon, F. pulido, S. Calixto (2001).** Guava fruit (*Psidium guajava L.*) as a new source of antioxidant dietary fiber. *Journal of agricultural and food chemistry* 49 :5489-5493.
- Lincy, J., G. Mathew, S. Gurcharan, M. Prabha (2016).** Phytochemical investigation on various parts of *Psidium guajava*. *International Journal for Pharmaceutical Research Scholar*, No. 102-107.
- Joshi, H., A. Kochhar, R. S. Boora (2017).** Organoleptic and Nutritional Evaluation of Value Added Products Developed from New Varieties of White and Pink Fleshed Guavas,
- Joseph, B., R. Priya (2011).** Phytochemical and biopharmaceutical aspects of *Psidium guajava L.* essential oil: a review. *Res J Med Plant* 5 :432-442.
- Journal officiel n° 38 du 17 Juillet (2017).** Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

### 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.
- Lin.C.-Y., Yin.M.-c. (2012).** Renal protective Effects of Extracts from guava fruit (*Psidium guajava L.*) in diabetic mice. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67: 303-308.
- Lu, Y. Q., H. P. Liu, Y. Wang, X. Z. Zhang, Z. H. Han. (2013).** Synergistic roles of leaf boron and calcium during the growing season in affecting sugar and starch accumulation in ripening apple fruit. *Acta Physiologiae Plantarum* 8 : 2483-2492.

### M

- Mailoa, M. N., M. Mahendratta, A. Lagaand N. Djide (2013).** Tannin Extract of guava leaves (*Psidium Guajava L.*). Variation with concentration organic Solvents. *International Journal of scientific and Technology Research* 2: 106-110.
- Maria P., E.J. Segura (2018).** Rivera Volatile compounds in different parts of the fruit *Psidium guajava L.* cv. "Media China" identified at distinct phenological stages using HS-SPME-GC-QTOF/MS;1–12.
- Meenu M., S. Satija, K. Vandna (2011).** "Invitro Antioxidant evaluation of *Psidium guajava* stem extracts", *Int. J. Drug Dev. & Res*, July-Sept, 3: 213-216
- Mishra R., P. Tiwari, M. Srivastava, C. S. Singh & S. Ghoshal (2017).** A comprehensive review on *Psidium guajava* Linn (Amaratafalam). *World*, 7, 8.
- Misra K., TR. Seshadri (1968).** Chemical components of the fruits of *Psidium guajava*. *Phytochemistry* 7: 641–5.

## Références bibliographiques

---

**Mofredj A., H. Bahloul and A. 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., G.K. Jayaprakasha and B.S. Jena (2002).** Antioxidant and Antimutagenic Activities of Pomegranate Peel Extract. *Food Chemistry*, 80: 393-397.

**Nnajiofor okigbo R., E. chikaodili (2018).** Efficacy of three tropical plants for inhibition of pathogen causing human diarrhoea journal of CPQ microbiology 1;4.

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

### O

**Ozer B.H., R.K. Robinson A. Grandison A.E. SetBell (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.

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

**Poulin, J.-F., L. Bazinet (2006).** Simultaneous separation of acid and basic bioactive peptides by electro dialysis with ultrafiltration membrane. *Journal of biotechnology*, 123 : 314-328.

**Pousset J. L., (1992).** Plantes médicinales africaines Tome 1 : utilisation pratique, *Ed. Ellipses – ACCT* 156 p.

**POPENOE W., (1974).** Fruits of the Myrtle family. In: Manual of tropical and subtropical fruits, excluding the banana, coconut, pineapple, citrus fruits, olive and fig. (originally published in 1920 by Macmillan Publishing Co, New York) Hafner

**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

## Références bibliographiques

---

- 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.
- Sato R., K. M. Dang, B. G. McPherson, A. C. Brown (2010).** Anticancer activity of guava (*Psidium guajava*) extracts. *Journal of Complementary and Integrative Medicine* 7 : 82-90.
- Schkoda P., A. Hechler, J. Hinrich (2001).** Influence of the protein content on structural characteristics of stirred fermented milks. *Milk Science International*. 56: 19-22.
- Sheu H.-C. C. M.-J.,L.-Y. L. C.-M. Wu. (2007).** Nutritional Composition and Volatile Compounds in *Guava*. *Fresh Produce* 1: 132-139.
- Sherweit H. El-Ahmadya, L.A. Mohamed, W. Michael (2013).** Chemical composition and anti-inflammatory activity of the essential oils of *Psidiumguajava* fruits and leaves. *The Journal of Essential Oil Research*, 13: 1-7.
- Syndifrais M. s. d., (1997).** Yaourts, laits fermentés. *Lait*, 77 : 321-358.
- Sharma R., V. Joshi and J. Rana, (2011).** Nutritional composition and processed products of quince (*Cydonia oblonga* Mill).

### T

- Talbi H., Boumaza A., El-mostafa K., J. Talbi and A. Hilali (2015).** Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraitsméthanolique 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: 1111-1117.
- Tamime A., Y., R. K. Robinson (1985).** Background to manufacturing practice. In yoghurt. Ed *Food Science and technology*. 600 p.
- Taylor L., (2007).** The Healing Power of rainforest herbs a guide to understanding and using herbal medicinal. *Square One Publishers, Inc.* 535p.

### U

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

### V

- Van den abeele et vandenput R., (1951).** Les principales cultures du Congo Belge, direction de l'agriculture, de l'élevage et de la colonisation, Ministère des colonies, 2<sup>e</sup> éd., 605P.
- Van Marle M., (1998).** Structure and rheological properties of yoghurt gels and stirredYoghurts. These PhD. University de Twente, Enscheda, Pays Bas.
- Vilain A. C., (2010).** Qu'est-ce que le lait ? *Revue Française d'Allergologie*, 50 :124-127.

## Références bibliographiques

---

### 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.

### Y

**Yoshimoto T., K.F. KADO, N. MATSUBARA, H. KORiyAMA, D. KANETO (1987).** Specific inhibitors for prolyl endopeptidase and their anti-amnesic effect. *Journal of pharmacobio-dynamics*10 :730-735.

<https://www.discoverlife.org> consulté le 28 mars 2019.

# **ANNEXES**

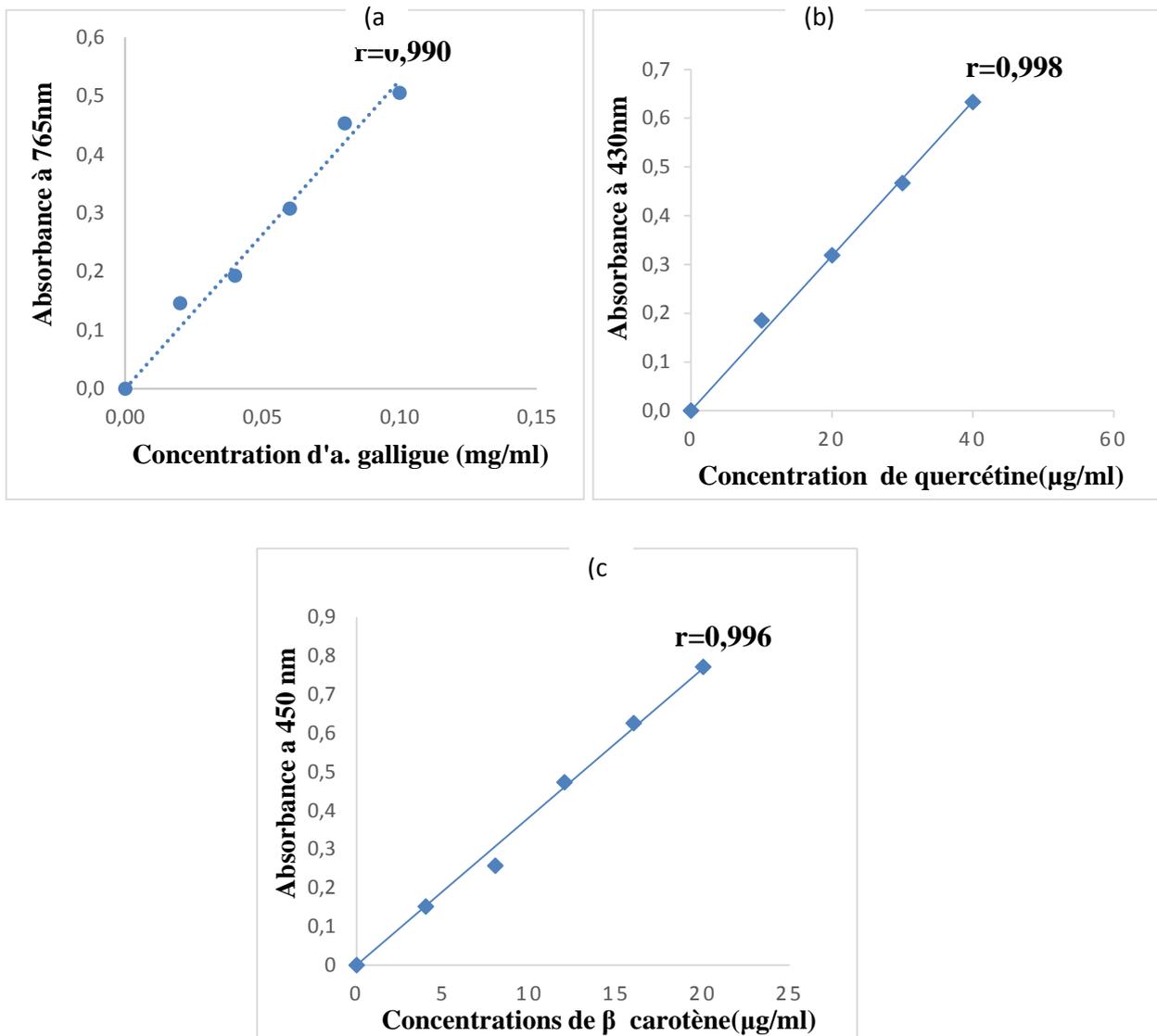
### **Annexe I : Présentation de la laiterie Soummam**

Entreprise familiale créée en 1993, la laiterie Soummam est implantée au nord de l'Algérie à 200 kms à l'est de la capitale Alger et à 60 kms du chef-lieu de la wilaya de Bejaïa, grande ville côtière abritant le 2<sup>ème</sup> port commercial du pays.

Soummam produit et commercialise du lait UHT (nature et aromatisé) des yaourts (en pots et en bouteilles), des fromages frais (nature et aromatisé), des spécialités laitières et autres desserts lactés. Avec une production et une commercialisation de près de 500 000 T/AN et une capacité de production annuelle de plus de 700 000 T/AN, répartie sur deux sites de production, Soummam est le leader incontesté dans son créneau sur le marché algérien avec une part de marché de plus de 50%. Elle emploie plus de 1600 salariés permanents, disposé de 2 sites de production d'une capacité cumulée de plus de 2000 T/jour et commercialise sa production à travers un réseau de distribution très grand.

La collecte du lait de la laiterie Soummam se fait depuis 2009 ,500 000 litre collectés par jour, Soummam s'érige en leader national de la collecte de lait frais en Algérie.

## Annexe II : Courbes d'étalonnages pour :



(a) : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des composés phénoliques totaux.

(b) : Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

(c) : Courbe d'étalonnage de la β carotène pour le dosage des caroténoïdes.

### Annexe III : Analyses physico-chimique de l'eau de process

**Mesure du pH** (Voir la méthode citée dans le paragraphe 2.1.1. Page (16)).

**Conductivité** La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier des sels dissous dans l'eau. La cellule a été placée au centre du bécher qui contient 500 ml d'échantillon à analyser puis la valeur affichée sur le conductimètre en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a été notée.

#### Titre hydrométrique (TH)

Appelée aussi la dureté totale de l'eau, c'est la teneur en ions de calcium et de magnésium présents dans l'eau, qui sont responsables du dépôt de tartre. Elle est exprimée par la formule suivante :

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

La détermination de la dureté a été effectuée par un titrage de  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  à l'aide d'une solution d'EDTA en présence d'un indicateur coloré qui est le Noir Erichrome. L'échantillon (25ml) a été versé dans un erlenmeyer puis 1ml de tampon ammoniacal  $\text{pH} = 10$  et quelques grains de l'indicateur coloré Noir Erichrome, ont été ajoutés. Le mélange obtenu a été titré avec la solution d'EDTA (0,02N) jusqu'au virage de couleur bleu. Là elle est exprimée ( $^{\circ}\text{F}$ ).

#### Taux de chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

100 ml d'eau à analyser a été versé dans un Erlen Meyer puis ajoutés 20 gouttes de chromate de potassium. Titrer avec  $\text{AgNO}_3$  (0,02 N) jusqu'à disparition de la coloration jaune citron et apparition d'une teinte rouge brique caractéristique de chromate d'argent.

La concentration des ions de chlore est donnée par l'expression suivante :

$$[\text{Cl}^-]_{(\text{mg/l})} = (\text{C}_b * \text{N}_{\text{AgNO}_3} * \text{M}_{\text{Cl}^-} / \text{V}_e) * 1000$$

$\text{C}_b$  : chute de la burette (ml).

$\text{N}_{\text{AgNO}_3}$ : normalité d' $\text{AgNO}_3$ .

$\text{V}_e$  : volume de l'échantillon (ml).

$\text{M}_{\text{Cl}^-}$  : Masse molaire de chlorure 35,45g /mol.

#### Titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique d'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et en bases fortes, autrement dit son alcalinité. La détermination est basée sur la neutralisation des bases contenues dans un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. 100mL a été introduit dans un Erlenmeyer puis additionnée de 3 gouttes de solution d'indicateur de phénolphtaléine. Si aucune coloration rose n'est obtenue, l'alcalinité titrable à  $\text{pH} 8,3$  est considérée comme nulle et si une couleur rose est obtenue, la

titration est réalisée avec l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  (0,1N) jusqu'à la disparition de la couleur rose. Le volume d'acide consommé est noté.

$$TA \text{ (meq/L)} = C_b * N_{H_2SO_4} / V_e * 1000$$

$V_e$  : volume de l'échantillon (ml).

$N_{H_2SO_4}$  : normalité de  $H_2SO_4$ .

$C_b$  : chute de la burette (ml).

#### **Titre alcalimétrique complet (TAC)**

Le titre TAC exprime l'alcalinité totale de l'eau, il est utilisé pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates il a une importance fondamentale dans la connaissance de la capacité d'entartrage, son unité est le degré français (°F).

Introduire 100 ml d'eau à analyser dans un Erlen Meyer et ajouter quelques gouttes du méthyle orange, titrer avec  $H_2SO_4$ (0,02 N) jusqu'au virage de la couleur du jaune à l'orange.

Le TAC est donné par l'expression suivante :

$$TAC \text{ (meq/L)} = C_b \times N_{H_2SO_4} / V_e \times 1000$$

Avec :

$C_b$  : chute de la burette (ml).

$N_{H_2SO_4}$  : normalité de l'EDTA.

$V_e$  : volume de l'échantillon (ml).

#### **Détermination de la turbidité**

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau elle est déterminé à l'aide d'un spectrophotomètre, cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de  $90^\circ$  par rapport au faisceau de lumière incident.

Le témoin et l'échantillon ont été préparés (25ml d'eau distillé dans une cuve) puis placé la cuve dans l'appareil. Le résultat s'affiche directement sur l'écran de l'appareil (unité FAU).

#### **Détermination du chlore libre**

Le chlore présent dans l'échantillon sous forme d'acide hypochloreux ou d'ion hypochlorite réagit immédiatement avec le DPD (5N, NDiéthyl p-phénylénédiamine) pour former une coloration rouge proportionnelle à la concentration du chlore.

On Préparer le témoin et l'échantillon (10ml d'eau de process dans une cuve), puis on ajoute une pastille de DPD dans l'échantillon, placer dans l'appareil spectrophotomètre, le résultat s'affiche directement sur l'écran.

## **Annexe IV : Analyses microbiologiques de l'eau de process**

### **Dénombrement des *coliformes totaux et fécaux* ISO 9308**

La présente partie décrit les méthodes de dénombrement des coliformes totaux, fécaux, présents dans l'eau avec une gélose de différenciation et d'un calcul du nombre des organismes cibles présentes dans l'échantillon.

Le milieu de culture TTC a été versé dans des boîtes de pétri et laissé solidifier. Et l'échantillon a été versé dans le milieu de culture TTC qui a été déjà solidifié dans les boîtes de pétri puis l'incubation a été réalisée à 30°C / 24h pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

### **Dénombrement des *Germes totaux* Norme AFNOR T90-401 et 90-402**

Un millilitre d'échantillon a été versé dans quatre boîtes de pétri, puis 15 ml de la gélose PCA ont été ajoutés, après solidification ajouter une deuxième couche du même milieu PCA. Enfin l'incubation à 22°C/72h pour les deux premières boîtes, les secondes seront incubées à 37°C pendant 48h.

### **Dénombrement des levures et moisissures**

1 ml de l'échantillon a été versé dans deux boîtes de pétri, puis 15 ml de la gélose YGC ont été ajoutés, puis l'incubation 25°C /5jours.

### **Dénombrement des *Clostridium Sulfito- réducteurs***

1ml d'échantillon a été versé dans les boîtes de pétri qui contiennent le milieu de culture VF et l'incubation a été réalisée en aérobiose à 46°C pendant 48h.

## **Annexes V : Analyses physico-chimiques de poudre de lait 0% et 26%**

### **pH**

10g d'échantillon de la poudre de lait ont été dissous dans puis la lecture a été réalisée avec le pH mètre.

### **Détermination du taux d'humidité**

La lecture a été faite à l'aide d'un dessiccateur.

### **Détermination de l'acidité titrable**

Titrer avec de la soude N/10 jusqu'au pH : 8.4, et calcul du taux d'acidité :

$$\text{Acidité titrable} = N \text{ NaOH} * V_a \text{ NaOH} * MM / V_a$$

**N NaOH** : Molarité de la solution d'hydroxyde de sodium (0,1 mol/L).

**V NaOH** : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium (L).

**MM** : Masse molaire de l'acide lactique 90,08 g/mol.

**V<sub>a</sub>** : Volume de l'échantillon (ml).

## **Annexes VI : Analyses microbiologiques de poudre de lait 0% et 26%**

### **Recherche et dénombrement des *Germes totaux***

Les dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  ont été préparées à partir de la suspension mère ( $10^{-1}$ ) et l'incubation a été réalisée à 30°C pendant 3J. Les colonies sont dénombrées selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 + 0.1n_2)d}$$

**$\Sigma C$**  : la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies.

**n<sub>1</sub>** : est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus faible.

**n<sub>2</sub>** : est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus élevée.

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

### **Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-réducteurs***

5 tubes ont été ensemencés par 2ml de la solution  $10^{-1}$  puis chauffés à 80°C / 10min et refroidis immédiatement. Par la suite, la gélose VF a été rajoutée aux tubes. Les *Clostridium Sulfito-réducteurs* apparaissent sous forme de colonies, entourés d'un halo noir.

### **Recherche et dénombrement des *Salmonelles***

La recherche des *Salmonelles* a été réalisée en 3 étapes :

#### **❖ Pré enrichissement**

25 g de la poudre de lait ont été dissous dans un flacon contenant 225 ml de l'eau peptones tamponnée. Puis l'incubation a été réalisée à 37 °C pendant 24 heures.

#### **❖ Enrichissement**

1 ml de la culture après pré-enrichissement a été transféré dans un tube contenant 100 ml de bouillon Muller Kauffmann puis l'incubation à 44 °C /24 h.

#### **❖ Isolement**

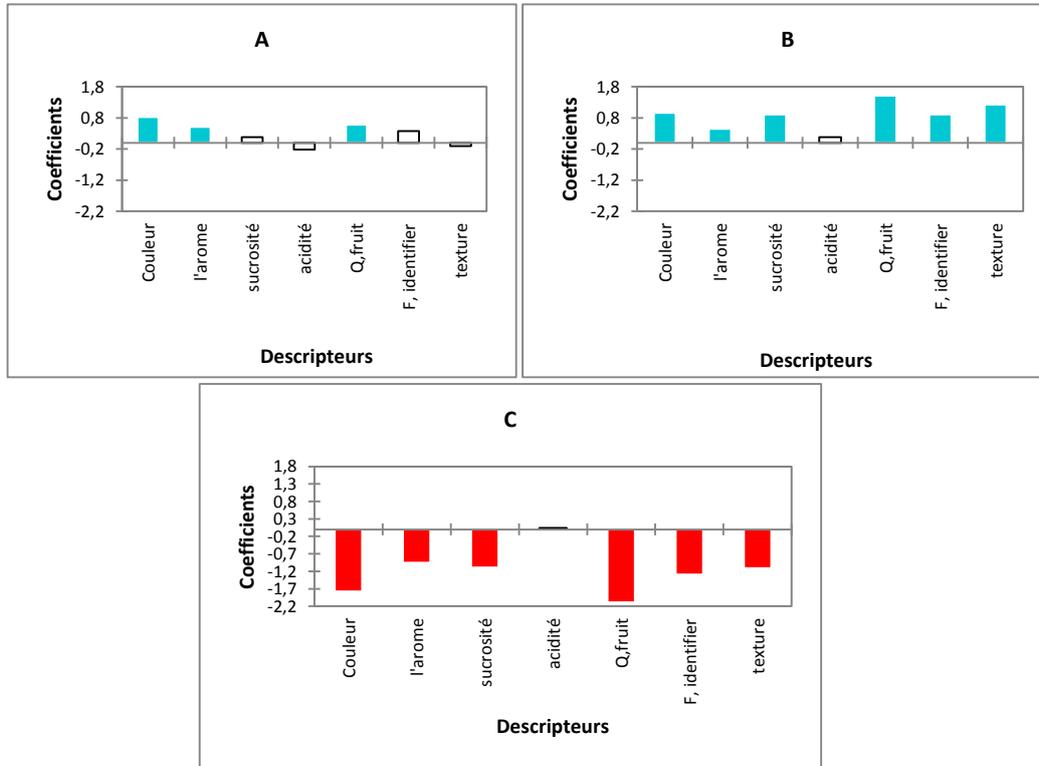
, deux boîtes de pétrie ont été ensemencées avec le milieu d'isolement sélectif (Hektoen), et les deux autres boîtes ont été ensemencées avec le milieu BPLS. Les résultats sont suspectés positifs.

Les colonies roses entourées d'un halo rouge sur la gélose BPLS.

Les colonies grises bleues à centre noir sur la gélose Hektoen.

## AnnexesVII : 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 ci-dessous pour les sujets experts



**Figure** : Coefficients des modèles de deux échantillons des sujets experts.

A : yaourt à la confiture de goyave(C1) ;B : yaourt à la confiture de la goyave(C2) ; C : yaourt témoin

Les graphes présentés sur les figures permettent de définir l'appréciation des descripteurs des trois échantillons de yaourts avec ou sans confiture de goyave A, B, C et par les jurys experts.

Les résultats sont notés comme suit :

- Bleu : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positifs.
- Rouge : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatifs.
- Blanc : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatives.

**Echa A(C1)** : les Critères : la couleur, l'arôme et la quantité de fruit sont en bleus et la sucrosité, acidité, fruit identifié et la texture sont en blanc. Cela montre que l'échantillon A est caractérisé par une couleur rouge-orangée et la quantité du fruit forte et un arôme moyen, contrairement au reste des critères qui ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et dont les coefficients ne sont pas significatifs.

**EchaB(C2):** les Critères : la couleur, l'arôme, sucrosité, quantité de fruit, fruit identifié et la texture sont en bleu et l'acidité est en blanc. Cela mène à dire que le yaourt B est caractérisé par une quantité de fruit très forte, une texture granuleuse, une couleur rouge-orangé et un goût très sucré, l'acidité n'est pas caractérisé par l'ensemble des experts et dont les coefficients sont pas significatifs.

**EchaC:** les caractéristiques : la couleur, l'arôme, sucrosité, quantité de fruit, fruit identifié et la texture sont en rouge, seule l'acidité est en blanc. Cela montre que le yaourt C (sans confiture) est caractérisé par une couleur blanche, un goût moyennement sucré, une texture lisse en bouche sans fruit avec un faible arôme.

## Annexe VIII: Questionnaire D'analyse sensorielle du yaourt brassé à la confiture de la goyave (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, 3 échantillons codés A, B,C 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 : blanc
- 2 : beige
- 3 : rose
- 4 : rouge- orangé
- 5 : rouge

Y a o u r t A	Y a o u r t B	Y a o u r t c

#### 2 - L'arôme du yaourt :

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

Y a o u r t A	Y a o u r t B	Y a o u r t c

#### 3- La sucrosité du yaourt :

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

Y a o u r t A	Y a o u r t B	Y a o u r t c

#### 4-L'acidité du yaourt :

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

Y a o u r t A	Y a o u r t B	Y a o u r t c

#### 5- La quantité du fruit dans le yaourt :

- 1 : absente
- 2 : faible
- 3 : moyenne

- 4 : forte  
5 : très forte

Y a o u r t A	Y a o u r t B	Y a o u r t c

**6-Fruit identifié**

- 1-poire  
2-coing  
3-goyave  
4-figue  
5-non identifié

Y a o u r t A	Y a o u r t B	Y a o u r t c

**7-la texture en bouche du yaourt :**

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

Y a o u r t A	Y a o u r t B	Y a o u r t c

**8- Attribuez une note de 1 à 8 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant Que 1 correspond le moins préfère 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

Y A O U R T	A	B	c
N O T E			

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

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

## *Résumé*

La présente étude a pour objectif d'incorporer la confiture de la goyave dans un yaourt brassé. La pulpe et la confiture de la goyave ont été analysées du point de vue propriétés physico-chimiques (pH, humidité, Brix, L'acidité), teneurs en antioxydants (composés phénolique totaux, flavonoïdes, caroténoïdes, tannins) et activités antioxydantes. Les résultats obtenus montrent que 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 antioxydantes assez élevées.

L'analyse sensorielle a été réalisée avec des panélistes experts, 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 B qui présentent plus de confiture de goyave (C2) comparé aux yaourts A (C1) et C (yaourt témoin C<sub>0</sub>).

Les yaourts B et C avec et sans confiture de goyave élaborés ont été analysés du point de vue propriétés physico-chimique et microbiologique ainsi que pour leur teneur et activité antioxydantes. Les produits obtenus répondent aux normes de l'entreprise et le yaourt B présente des concentrations plus élevées en antioxydants et donc de meilleures activités.

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

**Mots clés :** Confiture de la goyave, yaourt, propriétés physico-chimiques et microbiologiques, antioxydants, activités antioxydantes, analyses sensorielles.

## *Abstract*

The objective of this study is to incorporate the guava jam into a stirred yogurt. The pulp and jam of the guava were analysed from the point of view of physico-chemical properties (pH, moisture, Brix, acidity), antioxidant levels (total phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, tannins) and antioxidant activities. The results obtained showed that the samples tested were characterized, in particular, by an acidic pH, a relatively high carbohydrate content and significant levels of antioxidants with relatively high antioxidant activities.

The sensory analysis was conducted with expert panelists, using a questionnaire with a response scale of 1 to 5 points. The answers obtained revealed the preference of the juries for B yoghurt that presents more guava jam (C2) compared to A(C1) and C (C<sub>0</sub>) yoghurts.

Yoghurts B and C with and without guava jam were analysed for their physico-chemical and microbiological properties as well as for their antioxidant content and activity. The products obtained meet the company's standards and yoghurt B has higher antioxidant concentrations and therefore better activities.

The incorporation of jam from the guava pulp into the yoghurt has enabled it to be enriched with bioactive substances without changing its hygienic and physico-chemical properties.

**Keywords:** Guava jam, yoghurt, physico-chemical and microbiological properties, antioxidants, antioxidant activities, sensory analyses.