



Université Abderrahmane Mira –Bejaïa

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

Domaine : Sciences et Technologie Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Alimentaire

Thème

*La valorisation de la citrouille par formulation d'un
aliment à valeur ajoutée «la confiture »*

Présenté par : Guenine Hanane et Ferhat Djazia

Soutenue le : 09 Juillet 2024
de :

Devant le jury composé

Nom et Prénom	Grade	Affiliation	Qualité
Arkoub-Djermoune Lynda	MCA	Université de Bejaïa	Présidente
Smail-Benazzouz Leila	MCB	Université de Bejaïa	Examinatrice
Brahmi Fatiha	Professeur	Université de Bejaïa	Encadrant

Année Universitaire : 2023-2024



Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de master.

Nous remercions tout d'abord notre encadrante, *Brahmi Fatiha*, pour son soutien, ses conseils avisés et son encadrement rigoureux tout au long de ce projet. Sa disponibilité et son expertise ont été essentielles pour l'aboutissement de ce travail.

Nous remercions également les membres du jury :

D'avoir accepté de présider et de juger, d'évaluer ce travail. Veuillez trouver ici le témoignage de nos profonds respects.

Nos remerciements vont aussi au personnel de laboratoire physico-chimique de Cevital SPA unité EL Kseur de nous avoir accueilli et fourni les moyens nécessaires à la réalisation des expériences et des analyses de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude aux encadrants de l'usine, pour leur soutien, leurs conseils avisés et leur encadrement tout au long de ce projet. Nous avons beaucoup appris grâce à vos enseignements pratiques et vos recommandations précieuses.

Nous remercions également l'ensemble du personnel de l'usine pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et leur aide dans la mise en œuvre des différentes phases de notre travail.

Enfin, nous remercions nos familles respectives pour leur soutien indéfectible, leur patience et leurs encouragements tout au long de nos études. Leur foi en nous a été une source inestimable de motivation.

À toutes et à tous, merci infiniment.

Ferhat Djazia et Guenine Hanane.



Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes parents, dont le soutien indéfectible, les sacrifices et l'amour inconditionnel ont rendu cette réalisation possible. Leur encouragement constant et leur foi en mes capacités ont été ma principale source de motivation.

À ma mère, en particulier, dont la tendresse, la patience et la force d'âme ont été ma plus grande source d'inspiration. Ta sagesse et ton amour inconditionnel m'ont guidé tout au long de ce parcours. Tu es mon modèle et ma motivation quotidienne.

Merci à vous deux pour tout ce que vous avez fait pour moi. Ce travail est aussi le vôtre.

À mes sœurs, qui m'ont toujours encouragé et soutenu avec tant de générosité et de compréhension,

À mes amis, qui m'ont toujours épaulé et encouragé dans les moments difficiles, je vous exprime ma profonde gratitude. Votre présence et vos encouragements ont été précieux tout au long de ce parcours.

Je me dédie ce mémoire, en reconnaissance de mon engagement, de ma persévérance et de mon travail assidu.

À moi-même, pour avoir relevé chaque défi avec détermination et pour avoir persévéré malgré les obstacles. Ce travail est le fruit de mon dévouement et de ma résilience.

Merci à moi-même pour la discipline, la passion et la volonté qui m'ont guidé tout au long de ce parcours académique, et personnels, pour chaque moment de doute surmonté et pour chaque succès célébré.

Djazia.

Dédicaces

**À l'aide de "Allah" le tout puissant Qui m'a tracé le chemin
de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail.**

Je dédie ce modeste travail

À tous ceux qui m'ont aidé à atteindre cet objectif:

Ma famille pour leur amour indéfectible,

Mes amis pour leur soutien constant,

Et mes professeurs pour leur enseignement inspirant.

**Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à cette
réussite, qu'ils soient proches ou éloignés,**

**et j'espère que cette réalisation pourra leur inspirer autant
de fierté et de bonheur qu'à moi.**

**À présent, je suis prête à poursuivre mon chemin avec
confiance et détermination,
et je n'oublierai jamais cette étape importante de ma vie."**

Hanane.

Table des matières

Liste d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
--------------------	---

Partie I : Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur la citrouille

I.1.Origine	3
I.2. Présentation et distribution des cucurbitacées	3
I.3. Morphologie au moment de la récolte	4
I.4.Exigence climatiques de <i>Cucurbita pepo</i> L.	4
I.5. Production de <i>Cucurbita</i> dans le monde	5
I.6.Description botanique de <i>Cucurbita pepo</i>	5
I.7. Composition de <i>Cucurbita pepo</i> L.....	6
I.8. Propriétés thérapeutiques	7
I.8.1. Propriétés antidiabétiques	8
I.8.2. Propriétés anticancéreuses	8
I.8.3 Autres propriétés	8
I.9.Utilisations en agroalimentaire	9

Chapitre II : Procédés de fabrication de la confiture

II.1 Historique des confitures	10
II.2 Définition des confitures.....	10
II.3.Types de confitures.....	10
II.4.Législation et principaux ingrédients des confitures	11
II. 5. Gélification des confitures.....	14
II.5.1 Conditions optimales de gélification	15
II.6.Valeur nutritionnelle des confitures.....	15
II.7.Altérations de confiture	16
II.7.1. Altérations microbiologiques	16
II.7.2. Altérations chimiques	16
II.7.3 Altérations organoleptiques	17

Partie II: Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1 Présentation du complexe Cevital.....	20
I.2. Matière végétale.....	20
I.2.1. Récolte de la citrouille	20
I.2.2 Matériel de production.....	21
I.2.3 Méthodes expérimentales	21
I.3 Méthodes analytiques	23
I.3.1 Analyses physicochimiques de la pulpe de la citrouille et la citrouille entière et pour les confitures C1 et C2	23
I.3.1.1 Détermination du taux des solides solubles (Brix)	23
I.3.1.2 Détermination du pH.....	24
I.3.1.3 Détermination de l'acidité	24
I.3.1.4 Détermination du taux d'humidité	24
I.3.1.5 Détermination des cendres	25
I.3.1.6 Dosage des sucres totaux	25
I.3.2. Analyses phytochimiques de la confiture	26
I.3.2.1. Dosage des caroténoïdes	26
I.3.2.2.Préparation de l'extrait	26
I.3.2.3.Dosage des composés phénoliques totaux	26
I.3.2.4. Dosage des flavonoïdes.....	26
I.3.2.5.Activité antioxydante	27
I.3.3.Analyse microbiologique de la confiture	27
I.3.3.1. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	28
I.3.3.2 Dénombrement de la flore fongique levures et moisissures	28
I.3.4. Analyse sensorielle	28
I.3.5.Test de stabilité	30
I.3.6Analyse statistique	30

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 Propriétés physico-chimiques.....	31
II.1.1 Détermination des propriétés physico-chimiques des échantillons.....	31
II.1.2 Détermination des propriétés physico-chimiques des confitures formulées	34
II.2. Analyses phytochimiques de la confiture	35
II.2.1.Teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes	35
II.2.2.Activités antioxydante	36
II. 3. Analyses microbiologiques.....	38
II.4. Test de stabilité.....	39
II.5. Analyse sensorielle	39
II.5.1 Test de préférence.....	39
II.5.2 caractéristiques hédonique.....	43
Conclusion.....	44

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

Brix° : Degré de Brix.

C1 : confiture à base de pulpe de citrouille.

C2 : confiture à base de pulpe et l'écorce de citrouille.

C. pepo L : Cucurbitapepo.L

Cd% : Teneur en cendres.

CF : Coliformes fécaux.

CT : Coliformes totaux.

DM : Pourcentage molaire de fonctions carboxyliques méthylées.

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil

FTAM : Flore Mésophile Aérobie Totale.

GAMT : Germes Aérobies Mésophiles Totaux.

HM : Pectines hautement méthylées.

H (%) : Humidité

LM : Pectines faiblement méthylées.

Meq : Miliéquivalent.

MS : Matière sèche

Mt: Tonnes métriques

MO: Matière organique

OGA : Oxytétracycline Glucose Agar.

PPT: polyphénols totaux

Ppo : Poly Phénol-Oxydase.

PCA : Plate Count Agar.

TSS : Taux de Solides Solubles.

UFC : Unité Formant Colonie.

Liste de figures

Figure 1 : Exemples de quelques plantes de la famille des Cucurbitaceae	4
Figure 2 : Illustration d'une citrouille (<i>Cucurbita pepo</i>) et sa coupe longitudinale.	6
Figure 3 : courbe de spencer.....	14
Figure 4 : gélification des pectines en fonction du pH et de la concentration en sucres	15
Figure 5 : photographie de l'espèce de la citrouille étudiée.....	19
Figure 6 : diagramme de fabrication traditionnelle de confiture de citrouille	19
Figure 7 : Appréciation de l'odeur des confitures	37
Figure 8 : Appréciation de couleur des confitures.	38
Figure 9 : Appréciation de l'acidité des confitures	38
Figure 10 : Appréciation de goût des confitures	39
Figure 11 :Appréciation de texture des confitures	39
Figure 12 : résultats du test hédonique de confiture C1 et C2 pour chaque caractère.	40

Liste des tableaux

Tableau I : principaux composants de la pulpe et de l'écorce de <i>Cucurbita pepo</i>	7
Tableau II : influence de la quantité de sucre incorporé dans une confiture.	12
Tableau III : influence de la quantité d'acide incorporé dans une confiture.	14
Tableau IV : caractéristiques des pectines du commerce	15
Tableau V : méthode utilisée pour la préparation des deux confitures sans pectines.	17
Tableau VI : méthode utilisée pour la préparation des deux confitures avec pectine.	18
Tableau VII: caractéristiques de la citrouille étudiée.	18
Tableau VIII : paramètres physico-chimique de la pulpe de citrouille et de la citrouille entière.	29
Tableau IX : valeurs des paramètres physico-chimiques des deux confitures avec et sans pectine.	29
Tableau X : teneurs moyenne en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes des deux confitures	32
Tableau XI : IC ₅₀ (mg/mL) de l'activité antioxydante des confitures C1et C2.	34
Tableau XII : résultats des analyses microbiologiques des confitures préparées avec la citrouille.	35
Tableau XIII : Résultats de tests de stabilité des deux confitures de citrouille validées.	36

Introduction

Au cours des dernières années le monde a observé un intérêt croissant pour l'utilisation des végétaux comme sources d'aliments et de médicaments. En effet, certains produits bioactifs et thérapeutiques dérivés de plantes jouent un rôle préventif contre l'incidence de certaines maladies comme les troubles cardiovasculaires, le cancer, le vieillissement, l'inflammation, les cataractes et les dysfonctionnements cérébraux et immunitaires (**Sorrenti et al., 2019**).

La famille des Cucurbitaceae est l'un des groupes de plantes alimentaires les plus diversifiés génétiquement dans le règne végétal. Elle renferme divers fruits et légumes dont les plus importants sont la gourde, le melon, le concombre, la courgette, la pastèque, le melon, la courge et la citrouille (**Robinson et Decker-Walters, 1999**). Cette dernière contient plusieurs espèces comme *Cucurbita pepo* L. qui est connue par sa richesse en composés bénéfiques pour la santé et ses propriétés biologiques (**Chomiki et Renner, 2020**).

Il est de plus en plus difficile pour le producteur de vendre certains de ses fruits à un prix compétitif, pour valoriser les fruits invendus. La valorisation des quantités de ces fruits en les transformant en confiture pouvait représenter une réelle opportunité économique et sociale, fiable et durable adaptées à un marché local (**Bancal et Ray, 2022**).

Par conséquent, la confiture est considérée comme un premier effort pour conserver les fruits et prolonger la durée de vie. Elle est obtenue par cuisson des fruits avec des sucres et d'autres ingrédients (**Devi et al., 2015**).

L'élaboration d'un projet de transformation industrielle de produits agricoles s'appuie sur quelques données essentielles comme la connaissance précise de la matière première botanique (**Durazzo et al., 2018**).

Dans cette présente étude nous avons choisi une espèce de citrouille (*C. pepo* L.) comme matière première vu son abondance dans la wilaya de Bejaia et ses propriétés intéressantes pour la santé dont nous souhaitons étudier l'intérêt de son utilisation dans l'élaboration d'un aliment dit fonctionnel d'intérêt diététique et thérapeutique qui est une confiture.

Le contenu de ce travail est divisé en deux parties principales :

- La première partie de ce manuscrit est consacrée à une synthèse bibliographique comportant deux chapitres :

- Le premier chapitre concerne une vue générale sur la citrouille.
- Le second chapitre présente des technologies de transformation de la citrouille et les procédés de fabrication de la confiture.
- La deuxième partie de ce travail consiste en une étude expérimentale qui a pour objectifs :
 - L'étude des paramètres physico-chimiques et phytochimiques des confitures traditionnelles élaborées à base de la citrouille.
 - L'analyse microbiologique des confitures élaborées.
 - L'analyse sensorielle des confitures formulées.

Partie I :
Partie théorique

Chapitre I :

Généralités sur la citrouille

Les pertes après récolte des fruits dépassent 30% dans beaucoup de pays en développement. Elles sont, pour la plupart, dues à des infrastructures inexistantes ou inadaptées au maniement, au stockage et au traitement des denrées. Les technologies relatives à la transformation ainsi que le manque d'informations ou un savoir-faire inapproprié contribuent également au niveau atteint par ces pertes. Ce manuel a été conçu dans un but pratique afin de développer la conservation des fruits et des légumes, tout en donnant de la valeur ajoutée et en diminuant les pertes (**Alzamora et al., 2004**).

Les technologies de transformation des fruits sont considérées comme la solution idéale qui permettra de réduire ces pertes en produisant une gamme très large en produit tel que la confiture.

I.1. Origine

Des recherches récentes confirment que *Cucurbita pepo* L. est effectivement originaire des régions chaudes d'Amérique centrale et du Nord, notamment du Mexique, comme le montrent des preuves archéologiques datant de plus de 10 000 ans. Cette espèce a ensuite été dispersée dans diverses régions, y compris l'Europe et l'Asie, mais son apparition dans ces régions pourrait résulter de l'introduction par les êtres humains à travers le commerce ou la migration, plutôt que d'une origine indigène locale. Des études récentes en génomique soutiennent également l'idée que toutes les variétés modernes de *C. pepo* dérivent d'un ancêtre commun provenant du Mexique, corroborant les analyses archéologiques plus anciennes (**Chaux et Foury, 1994 ; Renaud, 2003**).

Aujourd'hui, *C. pepo* se trouve à l'état sauvage dans certaines régions d'Europe et d'Asie, mais ces formes ne sont probablement pas originaires de ces continents. La domestication a permis à cette plante de s'adapter à différents climats, ce qui explique sa large distribution actuelle. Les recherches modernes se concentrent sur son potentiel agricole et son rôle clé dans la sécurité alimentaire mondiale, renforçant ainsi son importance économique et culturelle (**Anonyme, 2024**).

I.2. Présentation et distribution des cucurbitacées

Le terme cucurbitacées vient du latin du mot « Corbis » qui signifie une « bouteille » ou « panier », cette famille est communément appelée famille des courges, est génétiquement l'une des familles les plus diversifiées parmi les plantes alimentaires, qui constitue une grande

importance économique, sociale et nutritionnelle. Cette famille contient environ 130 genres et 900 espèces dont 300 espèces sont utilisées par l'Homme, mais seules 150 espèces sont largement cultivées et 30 d'entre elles sont indispensables pour la production alimentaire mondiale (Adeymo et al., 2020 ; Rolnik et Olas, 2020 ; Schmidt et al., 2020).

La famille des Cucurbitaceae (Figure 01) compte cinq genres principaux : *Citrullus* (pastèques et colocynthes sauvages), *Cucumis* (concombres, cornichons et melons), *Lagenaria* (courges), *Sechium* (chayotte) et *Cucurbita* (Achilonu et al., 2018). Le genre *Cucurbita*, est la plus importante du point de vue économique, comprend cinq espèces : *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, *C. ficifolia* et *C. turbaniformis* (GohariArdabili et al., 2011). Les espèces de *C. pepo* sont généralement reconnues comme la vraie citrouille, et cultivées pour la consommation humaine et pour une utilisation en médecine traditionnelle (Caili et al., 2006).

Elles sont cultivées et consommées dans de nombreuses parties du monde telles que les régions tropicales et subtropicales (Adeymo et al., 2020, Rolnik et Olas, 2020, Schmidt et al., 2020). Toutefois, 90% des espèces sont localisées dans trois zones principales : Afrique et Madagascar, Amérique centrale et du Sud et Asie du Sud-Est et Malaisie (Avinash et Rai, 2017).



Figure 1 : exemples de quelques plantes de la famille des Cucurbitaceae (Avinash et Rai, 2017).

I.3. Morphologie au moment de la récolte

Le fruit est une baie charnue, uniloculaire, sans cavité centrale, cylindrique, parfois en massue, généralement de couleur verte. Les fruits naissent à partir des axillaires foliaires, attachés par un pédoncule épais et court. Ils sont récoltés avant maturité complète avant qu'ils durcissent. En conditions printanières précoces, les premiers fruits sont récoltés entre 70 et 85

jours après le semis. De couleur, uniforme ou rayée, tachetée, son intensité est un facteur variétal (Erard2002).

I.4. Exigences climatiques de *Cucurbita pepo* L.

Les citrouilles sont une culture de saison chaude et nécessitent une saison de croissance relativement longue et chaude.

a) Température

Les citrouilles sont sensibles au gel et ont besoin de périodes de croissance sans gel de 4 à 5 mois. Des températures élevées (supérieures à 35 °C) et une faible humidité ne sont pas propices à des rendements élevés. Des températures de 20 °C à 35 °C sont idéales pour une production maximale (Napier, 2009).

b) Sol et pH

Les citrouilles sont adaptées à une grande variété de sols bien drainés. Les sols à texture légère sont préférés dans les régions plus froides, car ils se réchauffent plus rapidement au printemps. Elles ne tolèrent pas les sols humides ou mal aérés. De grandes quantités de matière organique du sol et un pH du sol de 6,5 à 7,5 favorisent une production maximale (Deepa et al., 2018).

I.5. Production de *Cucurbita* dans le monde

En 2019, la production mondiale des espèces de *Cucurbita* (*Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*) était estimée à 22 900 826 t (FAOSTAT, 2019). Selon la même source, la production africaine est estimée à 2 793 530 t. La Chine (8 427 676 mt), l'Inde (5 655 994 mt), l'Ukraine (1 346 160 mt) et la Russie (1 195 611 mt) sont les plus grands producteurs mondiaux tandis que l'Algérie (420 135 mt), l'Égypte (406 778 mt), le Malawi (368 025 mt) et l'Afrique du Sud (270 486 mt) détiennent la plus grande production en Afrique (FAOSTAT, 2019). Ainsi, la production de citrouille en Afrique est très faible par rapport aux autres continents, il est nécessaire de populariser cette culture sous-utilisée mais potentiellement riche en nutriments afin de nourrir la population croissante de manière durable (Gbemenou et al., 2022).

I.6. Description botanique de *Cucurbita pepo*

La citrouille (*C. pepo*) est une plante annuelle grimpante qui peut mesurer jusqu'à plusieurs mètres de longueur et possède des tiges anguleuses et velues. Ses feuilles sont larges, lobées et également velues. La citrouille produit des fleurs mâles et femelles sur la même plante, et elles sont de couleur jaune vif. La plante produit ensuite des fruits charnus, de forme ronde ou ovale, pouvant peser plusieurs kilogrammes et de couleur orange vif (Figure 02). La peau du fruit est dure et côtelée, tandis que sa chair est douce et juteuse, contenant des graines plates et blanches (Gbemenouet al., 2022).

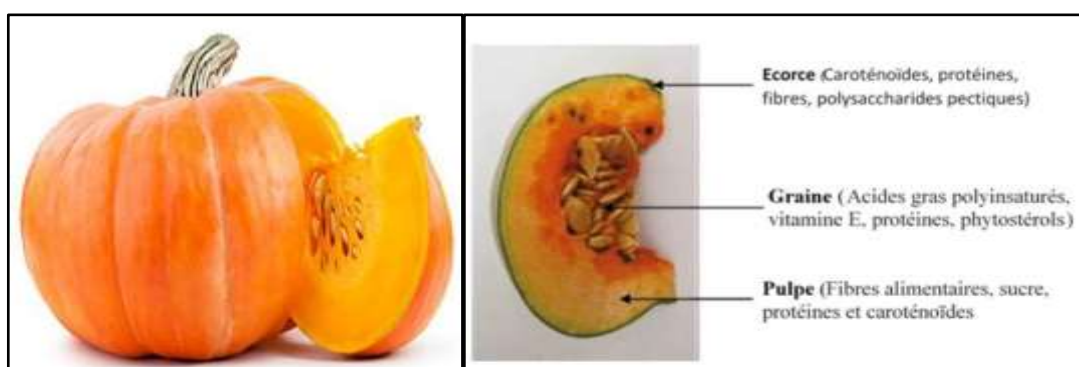


Figure 2: Illustration d'une citrouille (*Cucurbita pepo*) et sa coupe longitudinale (Ezzatet al., 2022).

I.7. Composition de *Cucurbita pepo* L.

La couleur jaune à orange foncé des fruits des cucurbitacées résulte d'une forte teneur en caroténoïdes, principalement du β -carotène et/ou de la lutéine ainsi que de la zéaxanthine (Adebayo et al., 2013 ; Chilczuk al., 2014). Le trait commun entre les cucurbitacées est la faible teneur en matière grasse de leurs pulpes (environ 2,3% dans *C. pepo*) et un faible index glycémique en raison de la teneur élevée en fibres alimentaires, en particulier les pectines (Kostecka-Gugala et al., 2020).

Les fruits des cucurbitacées sont riches également en composés phénoliques : acides protocatéchique, chlorogénique, salicylique, *p*-hydroxybenoïque, *p*-cumariques, et en ériodictyol-7-néohespéridoside et hespéridine (Kostecka-Gugala et al., 2020).

Le tableau suivant résume les principaux composants de la pulpe et de l'écorce de *Cucurbita pepo*.

Tableau I : principaux composants de la pulpe et de l'écorce de *Cucurbita pepo* (Mala et Kurian, 2016).

Pourcentage (%)	Pulpe	Écorce
Carbohydrates	2,62 - 48,40	4,37 - 19,45
Protéines	0,20 - 15,50	0,92 - 23,95
Lipides	0,055 - 0,18	0,47 - 6,57
Fibres	0,37 - 11,25	1,23 - 29,62
Minéraux (µg/g)		
Macroéléments		
K	160	160
P	11,38	11,38
Ca	3662	5571
Mg	190	190
Microéléments		
Na	159	159
Fe	91,33	91,33
Zn	320,5	42,92
Cu	16,25	12,91
Se	0,014	0,0127
Mn	0,5	0,5
Ni	0,5	0,5
Pb	0,29	0,29

I.8. Propriétés thérapeutiques

Les cucurbitacées sont connues pour révéler un large éventail de propriétés médicinales et sont donc reconnues comme des aliments fonctionnels. Un certain nombre de leurs composés biologiquement actifs ont été étudiés pour leurs propriétés cytotoxiques, hépato protectrices, anti-inflammatoires (telles que l'arthrite) et cardiovasculaires. Pour cette raison, ils peuvent également être considérés comme des aliments sains pour vieillir en bonne santé (Kostecka-Gugala et al., 2020).

Parmi leurs autres propriétés, nous pouvons énumérer les suivantes :

I.8.1. Propriétés antidiabétiques

Il a été démontré que les cucurbitacées réduisent le besoin d'insuline chez les patients diabétiques. De nombreuses études ont confirmé l'efficacité hypoglycémiante de divers polysaccharides présents dans la pulpe. De plus, la recherche sur des modèles animaux et humains a révélé que le traitement avec certains extraits de citrouille, par ex. *C. moschata*, avaient des effets hypoglycémiants et d'autres effets antidiabétiques ainsi qu'une régénération stimulée des cellules β -pancréatiques (Kostecka-Gugala et al., 2020).

I.8.2. Propriétés anticancéreuses

La plupart des propriétés anticancéreuses de cucurbitacées concernent les graines et leurs huiles ; cependant, plusieurs études ont révélé le potentiel anticancérigène des composés contenus dans les fruits. Les polysaccharides des cucurbitacées ont directement induit l'apoptose des cellules HepG2 en raison de la régulation à la baisse des voies de transduction du signal, et ce mécanisme a été proposé pour faciliter le développement d'une stratégie thérapeutique pour le traitement de l'hépatome humain. Les cucurbitacines sont des molécules triterpéniques, présentes notamment chez certaines espèces de cucurbitacées, qui induisent l'apoptose de diverses lignées cellulaires cancéreuses et arrêtent le cycle cellulaire en phase G2/M (Kostecka-Gugala et al., 2020).

I.8.3 Autres propriétés

Dans plusieurs régions du monde, les graines de *C. pepo* sont utilisées en médecine traditionnelle pour soigner les maladies urinaires et prostatiques, ou comme remèdes antipyrétiques et analgésiques. Leurs activités antioxydantes et inhibitrices de la lipoxigénase sont bien documentées (Kostecka-Gugala et al., 2020). *C. pepo* aide à augmenter la fertilité, à stimuler le système immunitaire, à améliorer la vue, à lutter contre les convulsions, et à promouvoir la santé du cœur et de la peau (Rahman et al, 2019 ; Hosen et al., 2021).

Selon Chen (2005) ; Yadav et al. (2010) et Giwa et al. (2010), les cucurbitacées sont traditionnellement utilisées pour soigner : la dystrophie maculaire, les crampes et la distension abdominale dues aux vers intestinaux, l'hypertension et les infections microbiennes.

L'extrait de la pulpe de fruit de *C. pepo* a induit une augmentation de l'activité de la phosphatase alcaline et de l'épaisseur de la muqueuse qui a confirmé ses propriétés protectrices gastroduodénales et anti-ulcérogènes (Kostecka-Gugala et al., 2020).

I.9.Utilisations en agroalimentaire

Dans le domaine agroalimentaire, de nombreux produits et préparations à base de citrouille sont commercialisés tels que les confitures, sirops et gelées et aussi utilisées comme additifs dans divers produits destinés pour notre alimentation **(Tamer et al., 2010)**. La citrouille produite commercialement est principalement utilisée pour la production de tarte à la citrouille, pain, biscuits, cheese-cakes, desserts, beignets, granola, glaces, lasagnes, crêpes, pudding, beurre de citrouille, salades, soupes et farces. Les graines, riches en huile, sont également utilisées au Mexique, avec du nectar pour faire des pâtisseries, appelées palanquetas. Les bourgeons floraux et les fleurs sont utilisés au Mexique pour cuisiner des quesadillas. Le fruit et la racine de *Cucurbita foetidissima* Kunth sont riches en saponines, qui peuvent être utilisées comme savon, shampoing et agent de blanchiment **(Salehi et al., 2019)**.

Les graines ont une saveur unique de noix, et sont vendues en épicereries et consommées en tant que snack grillé et salé. L'huile de pépins de courge est utilisée comme marinade ou comme sauce de salade. Déjà présentée comme un concurrent de l'huile d'olive, elle est utilisée dans de nombreux délices épicuriens, à savoir le chocolat, les barres de céréales, les gâteaux, les muffins, le pesto, le ragoût et comme garniture de pâtes. Le beurre de pépins de courge est considéré comme une excellente alternative au beurre d'arachide **(Patel, 2013)**.

Chapitre II :
Procédés de fabrication de la
confiture

II.1 Historique des confitures

Ce sont les médecins arabes entre le IX^{ème} et le XII^{ème} siècle et notamment Avicenne (980-1037) qui ont inventé la confiserie grâce à leur connaissance d'un nouveau produit : le sucre. Ils prescrivent à leurs malades sirops, bonbons, confits, confitures et nougats. Les sirops sont préparés avec des fruits, des épices et des fleurs (**Diligent, 2010**).

L'Occident va s'empresse de traduire les traités médicaux arabes et d'aller plus loin dans l'innovation. Ainsi du XI^{ème} au XIII^{ème} siècle, l'école de Salerne va être très active en mêlant les recettes et les médicaments. Le plus célèbre des ouvrages est dû au médecin italien Mésué au XII^{ème} siècle. Il existe des confitures laxatives (pommes, poire, coing) et stomachiques (pêche, prune) (**Bernard, 2010**).

II.2 Définition des confitures

Selon le Codex Alimentarius (**CODEX STAN 296-2009**), la confiture est : « un produit préparé à partir de fruit(s) entier(s) ou en morceaux, de pulpe et/ou de purée concentrées ou non concentrées, d'une ou plusieurs sortes de fruits, mélangés avec des denrées alimentaires conférant une saveur sucrée, avec ou sans adjonction d'eau, jusqu'à l'obtention d'une consistance adéquate ».

II.3. Types de confitures

D'après **André (2012)**, il existe plusieurs types :

- La confiture (proprement dite) est un mélange porté à la consistance gélifiée appropriée, de sucres, de pulpe et/ou de purée d'une ou de plusieurs espèces de fruits et d'eau. Elle doit contenir au minimum 55 % de sucres et 35 % de fruits, voire moins pour certains fruits.
- La confiture extra est un mélange de sucres et de pulpe d'une ou de plusieurs espèces de fruits et d'eau. Elle doit contenir au minimum 45 % de fruits voire moins pour certains fruits.
- La gelée est un mélange suffisamment gélifié de sucres et du jus et/ou d'extraits aqueux d'une ou de plusieurs espèces de fruits. La quantité de jus et/ou d'extrait aqueux utilisée n'est pas inférieure à celle fixée pour la fabrication de la confiture (35 %), tandis que celle de la

gelée extra ne peut pas être inférieure à celle fixée pour la fabrication de la confiture extra (45 %).

- La marmelade : est le mélange d'eau, de sucres, et d'un ou plusieurs produits obtenus à partir d'agrumes : pulpes, purées, jus, extraits aqueux et écorces. La quantité d'agrumes minimale est de 20 %.

II.4. Législation et principaux ingrédients des confitures

a. Fruit

La matière première utilisée pour la fabrication de la confiture est le fruit, qui donne à cette dernière sa couleur et sa saveur caractéristique, sachant que la connaissance de sa composition est essentielle pour mener à la préparation d'une bonne confiture. Les fruits sont généralement composés de 70 à 90% d'eau et de sel minéraux, de 10 à 15% de sucre (saccharose, fructose et glucose), des acides organiques (acide citrique, malique et tartrique), des vitamines, des lipides, des protéines et de la pectine qui est contenue dans la paroi cellulosique des fruits (**Roger, 1962**).

Le fruit doit être frais exempt de toute altération, privé d'aucun de ses composants essentiels et parvenu au degré de maturité approprié après nettoyage, parage et émouchetage. La partie comestible du fruit entier qui est tout d'abord épluché ou épépiné, puis coupé en morceaux ou écrasé est désignée comme la pulpe. Cette partie peut être également réduite en purée par tamisage ou autre procédé similaire. Entre les morceaux de fruits réside l'extrait aqueux du fruit contenant tous les constituants solubles dans l'eau (**Albagnac et al., 2002**).

b. Sucres autorisés

Les sucres autorisés ont été définis dans la directive **2001/ 111 /CE**, c'est à dire le sucre roux /brun, mi-blanc, blanc, le sucre raffiné, inverti, le glucose, le dextrose (anhydre ou mono hydraté), le fructose, les sucres extraits des fruits et tous les sirops formés à partir de ces sucres.

Il est utilisé pour assurer une bonne conservation de la confiture en augmentant sa teneur en matière sèche et en diminuant son activité de l'eau, inhibant ainsi le développement de certains microorganismes (**Sayas et al., 2023**).

Le sucre le plus utilisé est le sucre cristallisé de canne ou de betterave (saccharose) à gros cristaux (**Multon, 1992**), la quantité ajoutée imite celle du fruit. Il peut être additionné sous forme cristallisée solide ou sous forme liquide après dissolution. La première présente le

risque d'une légère caramélisation tandis que la seconde forme a l'avantage de préserver la pectine, les arômes, la texture et la couleur des fruits blanchis ou non mais la dissolution entraîne aussi soit l'augmentation de la teneur en eau finale de la confiture, soit l'augmentation de la durée de cuisson nécessaire à l'évaporation de l'eau (**Benadeket al., 2020**). Sous l'action de la chaleur et de l'acidité des fruits, 35 à 40 % du saccharose des confitures sont transformés en sucre inverti qui est une combinaison de glucose et de fructose, ce qui évite la cristallisation des confitures. D'autres glucides peuvent être utilisés tels que : le fructose, le sucre roux, le sirop de glucose, le sirop de fructose ainsi que le miel (**Latrasse, 1986**).

La quantité de sucre utilisée est susceptible d'influencer les caractéristiques finales des confitures selon le tableau ci-après :

Tableau II : influence de la quantité de sucre incorporé dans une confiture (**Latrasse, 1986**).

Inférieure à 50%	Supérieure à 80%
-Gélification impossible. - Risque de développement des moisissures ou risque de fermentation. -Confitures trop liquides.	-Caramélisation du sucre non dissous (limite de solubilité des saccharoses). -Goût et arôme du fruit masqué. - Prise en masse trop rapide. - Confiture trop ferme. - Risque de cristallisation du sucre

c. Additifs autorisés

Les additifs autorisés ont été définis dans la directive 2001/ 111 /CE :

Les gélifiants (pectines E440) qui rendent les confitures plus fermes. La pectine est contenue naturellement dans l'endocarpe (la partie la plus interne de la paroi des fruits) sous forme de protopectines. Elles sont libérées sous forme de pectines au cours de la cuisson.

Les acidifiants (acide citrique E330) qui rendent les produits plus frais au goût et augmente parfois leur durée de conservation.

Les antioxydants (acide ascorbique E300) qui limitent le rancissement des confitures et préviennent la coloration des produits.

Les colorants qui procurent à la confiture une couleur destinée à la rendre plus attrayante.

Les conservateurs (acide lactique E270), d'un usage de plus en plus rare, qui freinent la croissance des bactéries, champignons et levures en vue d'une plus longue conservation **(Pereira et al., 2024)**.

d. Pectine

Tous les fruits contiennent une certaine pectine qui est une substance chimique responsable de la formation de gèle. Cependant, la qualité et la quantité des pectines change avec les fruits selon les conditions de développement et leurs maturités. Pour cette raison, il est habituellement nécessaire d'ajouter une pectine commerciale afin d'obtenir une confiture uniforme et facile à réaliser **(Furet, 1998)**.

Les pectines sont des polymères linéaires de l'acide galacturonique et ils sont pourvus d'une capacité de rétention en eau très élevée. Les pectines sont définies par leur degré d'estérification (ou de méthylation). Elles peuvent être des pectines hautement méthoxylées ou HM dont le degré de méthylation est supérieur à 50 %, des pectines faiblement méthoxylées ou FM dont le degré de méthylation est compris entre 5 et 50 %, ou des acides pectiques dont le degré de méthylation est inférieur à 5 %. Pour la confiture, la présence de cette substance à une quantité donnée conditionne la consistance du produit fini à obtenir. Des pectines à haute teneur en méthoxyle (70%) sont surtout utilisées **(Emran et al., 2022)**.

Elles peuvent être apportées par le fruit lui-même ou incorporées grâce à l'utilisation des pectines de commerce (sous forme d'une poudre blanche et à dissoudre dans de l'eau chaude) ou à l'utilisation d'autres fruits riches en pectine **(Prajapati, 2022)**.

Elles sont ajoutées en fin de cuisson pour ne pas les dénaturer.

e. Acide

L'acidité des fruits est un facteur important pour la saveur et pour la gélification des confitures (Tableau III). Les principaux acides rencontrés sont : l'acide malique (pomme, cerise, banane, pêche), l'acide tartrique (raisin), l'acide succinique (cerise, groseille) et l'acide citrique (agrumes, figue) **(Ingham, 2008)**. Ils empêchent le développement des micro-organismes et permettent l'inversion du saccharose ainsi que la mise des pectines en solution (pour la formation d'un gel) **(Latrasse, 1986)**. Ils sont incorporés sous forme diluée en fin de cuisson. Pour certains fruits qui sont naturellement acides, leur utilisation n'est pas tout à fait

justifiée tandis que pour d'autres, le recours à l'ajout d'acide citrique ou autres fruits riches en acide est nécessaire. Un optimum est à trouver mais le pH à atteindre est de 2,9 à 3,4 (Gemechuet al., 2024).

Tableau III : influence de la quantité d'acide incorporé dans une confiture (Gemechu et al., 2024).

Acidité faible	Acidité forte
-Gélification déficient	- Vitesse de gélification trop rapide - Inversion excessive du saccharose - Altération du goût de la confiture

Il est aussi important d'évoquer l'existence des régions de formation des gels selon le diagramme établi par SPENCER (Figure 03), mettant en relation l'équilibre entre pectines, acides et sucres (Olsen,1933).

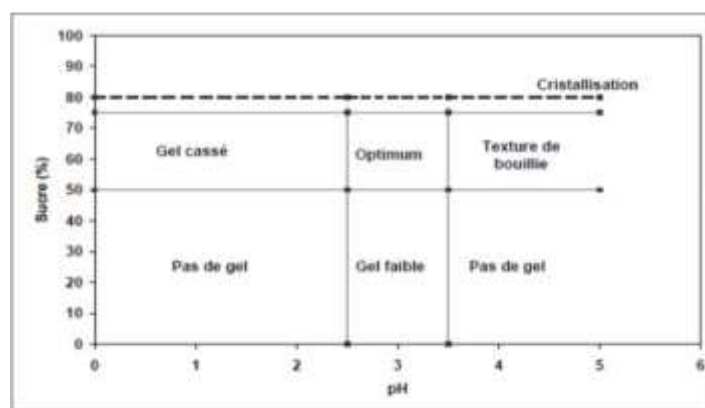


Figure 3: courbe de spencer (Spencer, 2002).

En effet, pour l'obtention d'un gel, le caractère essentiel est la longueur de la molécule de pectine et pour un produit, l'apparition d'un gel doté d'un certain caractère, rigidité, dépend de plusieurs facteurs tels que la teneur en pectine, teneur en acide et en sucre. Et en dehors de cet équilibre, aucun gel ne peut se former (Spencer, 2002).

II. 5. Gélification des confitures

Cette opération fondamentale pour la fabrication des confitures, est un phénomène qui doit être parfaitement maîtrisé pour obtenir un produit de qualité marchande. La gélification est nécessaire pour la conservation. Elle limite les possibilités d'échange avec l'extérieur

(évite la réhumidification en surface et freine les migrations à l'intérieur des confitures entre le fruit et le sucre) (Albagnac et al., 2002).

II.5.1 Conditions optimales de gélification

La gélification dépend de la qualité et de la teneur en pectines, de la teneur en sucres et du pH. Un équilibre entre ces facteurs permet une bonne gélification (Figure 4). Le pH est un facteur important. En pratique, il doit se situer entre 2,5 et 3,5 (Albagnac et al., 2002).

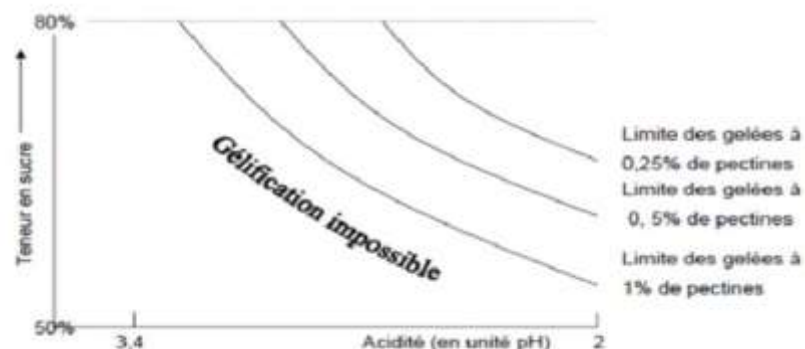


Figure 4: gélification des pectines en fonction du pH et de la concentration en sucres (Albagnac et al., 2002).

Pour une production standardisée, il est intéressant d'utiliser les pectines du commerce. Les substances pectiques sont classées d'un point de vue technologique selon leur degré de méthylation (DM : pourcentage molaire de fonctions carboxyliques méthylées) :

Pectines faiblement méthylées (LM) : $5 < DM < 50$

Pectines hautement méthylées (HM) : $DM > 50$

Ce taux de méthylation définit l'usage des pectines par leur vitesse de prise en gelée (Tableau IV).

Tableau IV : caractéristiques des pectines du commerce (Albagnac et al., 2002).

Méthylation	Vitesse de gélification	pH	Utilisation
Supérieur à 74	Ultrarapide < 3 min	3,1- 3,5	*Fruits entiers non acides
71- 74	Rapide 3 à 7 min	2,9- 3,3	*Confiture artisanale
66- 69	médium 15 à 22 min	2,8- 3,1	*Confiture acide
60- 65	lente >30 min	2,6- 2,9	*Gelée, gelée très acide, confiture sous- vide

II.6. Valeur nutritionnelle des confitures

La caractéristique nutritionnelle des confitures varie selon la nature des fruits qui sont employés (**Sakho, 2009**). Dans la réalisation d'une confiture le choix des fruits est essentiel, c'est ce qui fera sa qualité (**Sophie, 2002**). Les principaux constituants de la confiture sont les fruits et les sucres. Ces deux composées ont un rôle important dans l'alimentation des adultes et des enfants notamment dans le premier repas du jour (le petit déjeuner). Le sucre constitue la part la plus importante de la valeur énergétique (63 - 70 %) de cet aliment. Sa digestion est facilitée par une enzyme appelée saccharase (sécrétée par le suc gastrique qui transforme le saccharose en glucose et fructose) (**Monrose, 2009**). Les fruits apportent 10-15 % des fibres, des minéraux, des vitamines, des polyphénols et des caroténoïdes, des éléments essentiels pour notre santé. 100 grammes de confiture apportent 260 - 285 calories (**Kasse, 2014**).

II.7. Altérations de confiture

II.7.1. Altérations microbiologiques

La confiture ne peut être altérée que par les levures et les moisissures. En effet, grâce à leur acidité importante et leur teneur relativement faible en eau, cette dernière peut se conserver en bon état pour une longue période. Les principales réactions de dégradation des confitures sont le brunissement enzymatique et non enzymatique (**Broutin et al., 1998**).

II.7.2. Altérations chimiques

a) Brunissement enzymatique

Le brunissement enzymatique est un processus naturel qui rend certains constituants bruns, en particulier les aliments. Ce processus chimique implique des enzymes telles que la polyphénol oxydase (Ppo). Ce brunissement causé par cette enzyme ; transforme les composés phénoliques le plus souvent en polymères colorés (**Siddiq, 1992**).

b) Brunissement non enzymatique

L'interaction des sucres réducteurs avec des acides aminés et l'ensemble de leurs réactions successives est appelée brunissement non-enzymatique ou encore réaction de Maillard. Cette réaction ou plutôt cet ensemble de réactions est la plus importante dans la chimie des aliments. Elle a lieu lors du stockage des aliments ou plus fréquemment lors de leur traitement par des processus thermiques. En plus de son rôle prépondérant dans le développement des saveurs, il a aussi été démontré qu'elle est responsable de la formation de couleurs, et d'agents cancérigènes (**Machiels et al., 2002**).

II.7.3 Altérations organoleptiques

Pendant le stockage, les produits alimentaires peuvent subir une décoloration et un changement du goût, mauvaise odeur ainsi que leurs valeurs nutritives (**Hayma, 2004**).

Partie II :
Partie expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthode

Tout produit fini ne sera déclaré sain et valable pour consommation qu'après avoir subi un contrôle physico-chimique, microbiologique et une analyse sensorielle.

Ce travail a été réalisée au laboratoire de contrôle de qualité de l'entreprise CEVITAL sise à EL-KSEUR durant la période mars-avril de l'année 2024. L'objectif principal de cette étude est de formuler une confiture à base de la pulpe de la citrouille et de la citrouille entière (*Cucurbita pepo* L.), ainsi que de comparer les deux produits finis et de déterminer leurs caractéristiques physico-chimiques, phyto-chimiques, microbiologiques et sensorielles.

Dans cette partie du mémoire, une brève description du lieu de stage sera présentée ainsi que la méthodologie adoptée afin de réussir une formule de confiture de la citrouille.

Tableau V : méthode utilisée pour la préparation des deux confitures sans pectines.

Formulation 1 (C1)	Formulation 2 (C2)
360,62 g de pulpe de citrouille 629,66 g de sucre cristallisé 9,72 g de l'acide citrique 0 g de pectine 29,5 d, eau Quantité totale = 1000 g	360,62 g de la citrouille entière 629,66 g de sucre cristallisé 9,72g de l'acide citrique 0 g de pectine 29,5 d, eau Quantité totale = 1000 g
	

Tableau VI : méthode utilisée pour la préparation des deux confitures avec pectine.

Formulation 1 (C1')	Formulation 2(C2'')
360 g de pulpe de citrouille 604,4 g de sucre cristallise 9,72 g de l'acide citrique 2 g de pectine 24,28 d, eau Quantité totale = 1000 g	360 g de la citrouille entière 604,4 g de sucre cristallise 9,72 g de l'acide citrique 2 g de pectine 24,28 d, eau Quantité totale = 1000 g
	

I.1 Présentation du complexe Cevital

Cevital est l'une des entreprises algériennes, qui a su s'imposer sur le marché. Elle est la première entreprise privée dans l'industrie de raffinage d'huile brute sur le marché algérien. Le groupe CEVITAL est une société par action (SPA) dont les actionnaires principaux sont M. ISSAD Rebrab et fils crée en 1998 avec un capital privé de 68,760 milliards de DA. C'est la première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiées, elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle (**Anonyme, 2016**).

I.2. Matière végétale

I.2.1. Récolte de la citrouille

La citrouille (*Cucurbita pepo* L.) utilisée dans ce travail est issue d'un jardin situé au sein de la commune de SIDI AICH de la wilaya de BEJAIA le 28/03/2024, après avoir effectué une identification.

Les caractéristiques de cette espèce (Figure 5) sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau VII : caractéristiques de la citrouille étudiée.

Espèce	Couleur	Forme	Poids (kg)	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Épaisseur (cm)	Origine
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Orange-vert	Rond	4,5	45	24	2,5	Sidi-Aich



Figure 5: photographie de l'espèce de la citrouille étudiée.

I.2.2 Matériel de production

Les équipements utilisés pour la production de la confiture de citrouille sont :

- ☐ Balance (OHAUS)
- ☐ Réfractomètre (**Abbemat3100**)
- ☐ Marmites en Inox.
- ☐ Thermomètre. (Vorwerk TM6)
- ☐ Bocaux en verre.
- ☐ Spatules.

I.2.3 Méthodes expérimentales

Nous avons suivi les étapes suivantes pour la préparation de la confiture à base de la citrouille (Figure 6):

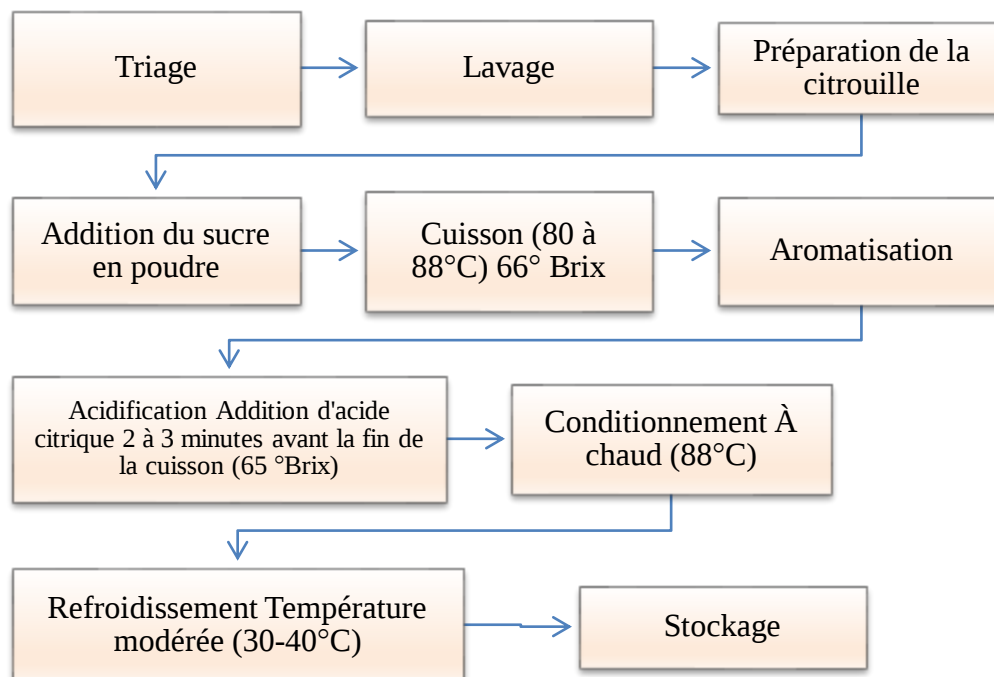


Figure 6: diagramme de fabrication traditionnelle de confiture de citrouille.

1. Triage

Il est important de choisir une variété de citrouille adaptée. Il s'agit de choisir une citrouille ferme, sans taches ni meurtrissures, ce qui garantira une meilleure qualité de confiture.

2. Lavage

Le lavage s'effectue avec de l'eau potable, afin d'éliminer la terre, les micro-organismes, les traces de traitement phytosanitaire. Un lavage soigneux est important (changer régulièrement l'eau de lavage).

3. Partage, découpe

La partie non comestible est enlevée et la citrouille est découpée en cubes ou en morceaux.

4. Cuisson

La cuisson permet d'enlever l'eau excédentaire, de cuire la citrouille, de dissoudre le sucre, de libérer les pectines et de pasteuriser le mélange. La cuisson est faite à feu doux en remuant constamment pour empêcher la confiture d'attacher au fond de la marmite.

Aromatisation

Lorsque le mélange est presque cuit, le zest d'orange est ajouté et quelque goutte d'huile essentielle d'orange (au niveau de cevital) pour réduire l'odeur de la citrouille. Le zest apporte une note d'acidité fraîche et équilibre la douceur de la citrouille.

5. Acidification

Lorsque le degré Brix atteint 65°, la fin de la cuisson est proche. L'acide citrique est ajouté toujours en fin de cuisson.

6. Fin de cuisson

Une fois que la lecture du réfractomètre indique un niveau de sucre atteignant les 66 degrés Brix, la cuisson est considérée comme achevée. La concentration en sucre continue à augmenter tant que le mélange reste à une température élevée. Par conséquent, la teneur en sucre du produit final, une fois refroidi, est plus élevée que celle mesurée à la fin de la cuisson.

Initialement, le degré Brix augmente de manière graduelle, mais à mesure que l'eau s'évapore, cette augmentation devient significativement plus rapide vers la fin de la cuisson.

7. Conditionnement

Les bocaux doivent être remplis de confiture encore en cuisson (température supérieure à 90 °C, à vérifier à l'aide d'un thermomètre).

Le bocal doit être retourné pendant trois à cinq minutes afin que la confiture chaude pasteurise le couvercle. Le conditionnement doit intervenir rapidement après cuisson. De cette manière, la confiture chaude (80 – 90°C) détruit les microorganismes susceptibles d'être présents dans l'emballage et permet d'assurer une auto pasteurisation des récipients.

8. Refroidissement

Précaution avec les emballages en verre : le refroidissement doit être progressif, afin d'éviter le bris des pots sous l'effet du choc thermique.

9. Stockage

Les pots de confiture doivent être stockés dans un endroit frais et sec, à l'abri de la lumière. Les pots doivent être espacés pour faciliter leur refroidissement.

I.3 Méthodes analytiques**I.3.1 Analyses physicochimiques de la pulpe de la citrouille et la citrouille entière et pour les confitures C1 et C2****I.3.1.1 Détermination du taux des solides solubles (Brix)****a. Principe**

Le degré Brix traduit le taux des matières sèches solubles, contenues dans une solution. Il consiste à mesurer l'indice de réfraction d'un échantillon à une température de 20 °C, puis à effectuer une conversion de cet indice en résidu sec soluble. Ce dernier, déterminé par réfractomètre, exprime la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température : Le taux de solides solubles (TSS), exprimé en degré Brix.

b. Mode opératoire

Une goutte de l'échantillon a été mise sur la plaque du refractomètre préalablement nettoyée et séchée avec l'eau distillée. Le degré Brix a été lu directement sur l'échelle à l'intersection de la limite entre la frange claire et la frange foncée (Doukani et Tabak, 2015).

I.3.1.2 Détermination du pH**a. Principe (NF V 05-108, 1970)**

Le pH est une mesure quantitative de l'acidité ou de la basicité d'une solution, c'est un paramètre qui permet de mesurer la concentration en ions H^+ dans une solution. Il s'agit d'une grandeur sans unité.

b. Mode opératoire

La mesure du pH consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon après réglage de la température d'étalonnage. La lecture se fait directement sur le pH-mètre (Benamara, 2017).

I.3.1.3 Détermination de l'acidité (NF V 05-101, 1974)**a. Principe**

L'analyse de l'acidité titrable mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, qu'ils soient dissociés, c'est-à-dire ionisés, ou non. Le principe de la méthode consiste à un titrage de l'acidité avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.

b. Mode opératoire

Nous pesons une quantité précise de notre échantillon de pulpe et l'ajoutons à de l'eau distillée, en mélangeant jusqu'à obtention d'une solution homogène. Ensuite, nous réalisons le

titrage en ajoutant graduellement une solution standard de NaOH, en agitant continuellement. Quelques gouttes d'indicateur coloré sont ajoutées pour repérer le point d'équivalence. Nous continuons le titrage jusqu'à l'apparition du virage de couleur caractéristique, puis nous notons le volume total de NaOH ajouté.

$$\text{Acidité (g /kg)} = (\text{chute de burette} \times 0,64) \div M1$$

Chute de burette : volume de NAOH titrée

0,64 : coefficient correspond à l'acide citrique

M1 : masse d'échantillon pesé.

I.3.1.4 Détermination du taux d'humidité

La connaissance de l'humidité de la confiture renseigne sur l'aptitude de ce produit à la conservation et sur d'éventuel développement microbien. La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids subit lors de la dessiccation (**Audigié et al., 1978**). Cette valeur a été déterminée pour tous les échantillons préparés en utilisant un dessiccateur et le taux d'humidité est calculé selon la formule suivante :

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

Où :

$H (\%)$: Taux d'humidité ;

MS = matière sèche

I.3.1.5 Détermination des cendres

a. Principe (NF V 05-113, 1972)

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée (500 ± 25 °C).

b. Mode opératoire

Nous pesons les creusets vides, avant d'ajouter 2 g de confiture dans ces derniers. Ensuite, nous les mettons dans un four à moufle pendant 2-4 h à 550 °C, à la sortie du four les creusets sont mis dans un dessiccateur pour le refroidissement. Nous pesons les creusets après qu'ils aient refroidis. Nous réchauffons les creusets à nouveau pendant une demi-heure ou plus, cette opération est répétée jusqu'à ce que le poids devienne constant (de couleur blanche

ou blanc grisâtre) (**Doukani et Tabak, 2015**). La teneur en cendres est exprimée en pourcentage du poids frais du produit, et est donnée par la formule suivante :

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

Où

MO : Matière organique en (%).

M1 : Matière des capsules plus la masse de la prise d'essai (g).

M2 : Masse des capsules plus la masse des cendres (g).

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

La teneur en cendre (*Cd*) est calculée comme suit :

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

I.3.1.6 Dosage des sucres totaux

Le mélange de sucres, d'acides et d'autres substances volatiles joue un rôle central dans la constitution de la saveur des aliments. L'acceptation sensorielle dépend principalement des sucres et des acides organiques et de l'équilibre entre eux. En outre, les sucres sont un simple indicateur de maturation pour les fruits et autres concentrés à base de sucre. En outre, le sucre joue un rôle établi dans la conservation des aliments (**Ferhan et al., 2024**).

Les teneurs en sucres totaux, saccharose, glucose, fructose, lactose et maltose ont été analysées à l'aide de la HPLC couplée à un détecteur de diffusion de lumière par évaporation (ELSD). L'échantillon (4g) a été pesé dans une fiole jaugée de 100 ml. L'échantillon a été dissous dans environ 25 ml d'eau avant d'être dilué à 100 ml. L'échantillon a été filtré à l'aide d'un filtre à membrane de 0,45 µm avant d'être injecté dans la HPLC (**Naeem et al., 2017**).

I.3.2. Analyses phytochimiques de la confiture

I.3.2.1 Dosage des caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des molécules lipophiles leur extraction exige l'utilisation deux phases : une phase apolaire pour solubiliser les caroténoïdes et une phase polaire pour

éliminer les molécules hydrophiles comme les composées phénoliques. Le dosage des caroténoïdes est réalisé suivant la méthode de **Choi et al. (2002)**. 10 ml d'un mélange d'hexane, acétone, éthanol (2/1/1) sont ajoutés à 1g d'échantillon ; le mélange est agité pendant 30 min suivi d'une centrifugation (3000 tours pendant 5 min). La phase supérieure contenant les caroténoïdes est récupérée, et son absorbance est mesurée à 430 nm. La teneur en caroténoïdes est exprimée en mg de β -carotène/100g d'échantillon.

I.3.2.2. Préparation de l'extrait

Les extraits de confiture ont été préparés comme décrit par **Rababah et al. (2004)** avec quelques modifications. Environ 2 g de chaque échantillon ont été pesés et extraits avec 50 ml de l'éthanol.

L'extraction a été réalisée sous agitation pendant 60 minutes à 60°C. Chaque extrait a été filtré à l'aide d'un papier filtre Whatman n°3, versé en conséquence dans une fiole jaugée de 50 ml et laissé à l'obscurité jusqu'à l'analyse (**Rababah et al., 2014**).

I.3.2.3. Dosage des composés phénoliques totaux

La détermination des concentrations des composés phénoliques totaux des extraits a été effectuée à l'aide de la méthode de Folin-Ciocalteu.

Un volume de 200 μ L de l'extrait des confitures, ou éthanol (blanc) a été introduit dans un tube à essai, ensuite, 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué au 1/10^{ème}) a été ajouté, le tout est vortexé, suivi de l'addition de 800 μ L de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7.5 %, le tout est vortexé. Les mélanges ont été incubés à l'obscurité pendant 30 minutes. Le protocole utilisé a été une adaptation du protocole décrit par **Georgio et al. (2005)**. L'absorbance a été mesurée à 760 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre.

I.3.2.4. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes totaux du fruit et de la confiture a été déterminée en utilisant une méthode précédemment rapportée par Chang et al. (2002). Un échantillon de 0,1 g a été mélangé à de l'acétate de potassium 0,1 M, suivi de l'ajout de 0,1 ml de chlorure d'aluminium et de 2,8 ml d'eau distillée. La solution résultante a été soigneusement mélangée et incubée pendant 30 minutes à température ambiante. L'absorbance du mélange réactionnel a ensuite été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis à une longueur d'onde de 430 nm, un blanc servant de référence. Les résultats ont été calculés à l'aide de la courbe de la quercétine (**Rafique et al., 2023**).

I.3.2.5. Activité antioxydante

L'activité antioxydante des extraits a été estimée par la méthode au DPPH, selon la procédure décrite par **Yi et al. (2008)**. Une aliquote de 1,5 ml de la solution d'échantillon a été mélangée à 1,5 ml de solution éthanolique de DPPH (10^{-3} mM). Le mélange réactionnel a été incubé pendant 30 minutes dans l'obscurité à température ambiante.

L'absorbance de la solution résultante a été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. L'éthanol au lieu de la solution d'échantillon a été utilisé comme contrôle de la solution. La capacité de piégeage de DPPH des échantillons testés a été mesurée par la diminution de l'absorbance (**Haddadi et al., 2014**).

La diminution de l'absorbance et a été calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Activité de piégeage (\%)} = ((AC - As) / AC) * 100$$

Où : AC et As sont l'absorbance à 517 nm du contrôle et de l'échantillon, respectivement.

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée aussi par la méthode du phosphomolybdate selon la procédure de **Prieto et al. (1999)**, avec de légères modifications. L'essai est basé sur la réduction de Mo (VI)-Mo(V) par l'extrait et la formation subséquente d'un complexe vert phosphate/Mo(V) en milieu acide. En outre, 0,3 ml (10-50 mg/ml) d'extrait a été combiné avec 3 ml de solution réactive (H_2SO_4 0,6 M, phosphate de sodium 28 mM et ammonium 4 mM) phosphate de sodium et 4 mM de molybdate d'ammonium). Les tubes contenant la solution de réaction ont été incubés à 95 °C pendant 90 min dans un bain d'eau chaude. Ensuite, l'absorbance de la solution a été mesurée à 695 nm à l'aide d'un spectrophotomètre contre un blanc après refroidissement à température ambiante. L'éthanol (0,3 ml) à la place de l'extrait est utilisé comme blanc (**Güde et al., 2014**).

I.3.3. Analyse microbiologique de la confiture

Les analyses microbiologiques sont essentielles pour garantir la qualité hygiénique et commerciale supérieure de la confiture préparée, afin de la rendre conforme aux normes strictes de sécurité sanitaire et d'hygiène alimentaire

➤ Préparation de la solution mère :

- Les échantillons ont été préparés pour l'analyse.
- Pour ce faire, dans des conditions d'asepsie totale, à l'aide d'une spatule stérilisée au bec bunsen, 10 g d'échantillon ont été prélevés.

• Ensuite, 90 ml d'eau physiologique ont été ajoutés qui a pour but de revivifier les germes. Après homogénéisation de la totalité et le tout est laissé reposer pendant 15 minutes.

Le nombre de micro-organismes est calculé selon la formule suivante :

$$N = \left(\sum c \div ((v \cdot (n1 + 0,1 \cdot n2) \cdot 1 \div d) \right)$$

Où :

C = somme des colonies des boîtes comptées.

V = volume d'inoculation.

n1 = nombre des boîtes comptées à la plus faible dilution.

n2 = nombre des boîtes comptées à la plus forte dilution.

d = dilution correspondant à la dilution la plus faible.

I.3.3.1. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (NF EN ISO 6222)

La GAMT ou FTAM (la Flore Mésophile Aérobie Totale) correspond au nombre de microbes totaux (exprimée en UFC) contenus dans un produit ou sur une surface analysée, qui se développent à la température ambiante. La FTAM est un indicateur d'hygiène important. Les germes aérobies mésophiles totaux sont recherchés et dénombrés dans 1mL de la suspension mèreensemencée en masse dans le milieu gélosé PCA. La lecture a été faite après 72 heures d'incubation à 30°C. Les colonies présentes dans chaque boîte de Petri sont comptées et le nombre estimé d'unités formant colonies (UFC) présentes dans 1 ml d'échantillon est calculé.

I.3.3.2 Dénombrement de la flore fongique levures et moisissures (ISO 21527-2)

Cette recherche concerne les levures et moisissures. Le milieu utilisé est la gélose Oxytétracycline Glucose Agar, refroidie et coulée en boîte de Petri stérile. Il porte le nom d'OGA (Oxytétracycline Glucose Agar). Après homogénéisation et solidification, 0,1 ml de la suspension mère estensemencé en surface. L'incubation se fait à la température du laboratoire pendant 3 à 5 jours. Les levures et moisissures sont de couleurs et de formes très variables. L'observation quotidienne des boîtes est nécessaire.

I.3.4. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle c'est un examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens. Elle permet d'étudier les caractéristiques sensorielles des produits en faisant

intervenir l'Homme comme "instrument de mesure " à partir de ses 5 sens : odorat, goût, vue, ouïe et toucher.

Effectivement, la principale qualité d'un aliment réside dans son aspect gustatif. La dégustation consiste d'abord à analyser ses impressions, puis à les décrire avec un vocabulaire spécifique.

Par ailleurs, lorsque nous abordons la notion d'analyse sensorielle, nous évoquons l'aspect, le goût, la couleur, l'acidité et la texture.

Un test hédonique a été choisi pour évaluer l'acceptabilité de la confiture par les dégustateurs.

➤ Le test hédonique

Ce test a été retenu pour évaluer d'une façon générale le degré d'appréciation des échantillons de confiture (C1/ C2), en plus, de l'eau est mise à la disposition des dégustateurs afin de tenir les papilles en haleine après chaque échantillon évalué. Au cours du processus d'évaluation hédonique, tous les bénévoles ont utilisé un questionnaire pour mesurer les degrés de combien ont aimé la couleur, l'acidité, l'arôme, le goût, la texture des deux confitures de citrouille présentées.

Présentation des échantillons et déroulement de l'épreuve :

Les deux formulations de confitures différentes ont été préparées à différents base :

C1 : à base de pulpe de citrouille.

C2 : à base de pulpe et l'écorce de citrouille.

Pour les jurys, une quantité de chaque échantillon de confiture est mise dans un gobelet où le numéro des échantillons est mentionné (C1 et C2).

Dans deux autres gobelets, l'un est réservé à l'eau pour rincer à chaque dégustation en passant du C1 vers le C2 et vice versa. Cette procédure visant à présenter les échantillons de façon neutre et garder l'anonymat s'appelle également « masquage ». Il est à rappeler que la température des échantillons au moment de test devrait correspondre à la température de leur consommation habituelle (**Buchecker, 2008**).

➤ Le choix des dégustateurs

Le jury est constitué de 80 dégustateurs que l'on peut qualifier « naïfs » comme il a été montré AFNOR dans sa définition « une personne non entraînée consommant un produit ou susceptible de le consommer ». Les participants n'ont aucune notion préalable sur le produit.

➤ Recueil des résultats

Le recueil des résultats est effectué sur une fiche ou questionnaire remplie par chaque dégustateur.

I.3.5. Test de stabilité

Il s'agit de la vérification en laboratoire de la stabilité des conserves produites. Ce test, réalisé selon les exigences de la **NF V08-408** fait appel à des tests d'étuvage à 55°C pendant 7 jours.

A l'issue, le laboratoire s'assure que la conserve ne présente pas de modifications d'aspect (gonflement), d'odeur, de couleur et de variation anormale de pH ou autres afin de s'assurer qu'aucun développement microbien n'a eu lieu dans le produit.

Nous complétons le test par une analyse microbiologique avec seuils de détection abaissés pour sécuriser la validation. Ce test permet donc de valider les barèmes de stérilisation ou de pasteurisation afin de s'assurer que les produits que à mettre sur le marché sont maîtrisés du point de vue sanitaire.

Selon le **journal officiel Algérien (n°35 1998)**, à l'issue des différentes épreuves effectuées :

- Aucun défaut apparent, notamment le bombement, le flocage ou le fruitage ne doit être constaté.
- La variation de pH entre les unités d'échantillonnage étuvées et celles témoins mises à la température ambiante pendant les périodes retenues, ne doit pas dépasser 0,5 unité.
- Il y a absence de variation de la flore, microbienne du point de vue qualitatif et du point de vue quantitatif ; le facteur R doit être inférieure à 100 ($R < 100$), par rapport au témoin :

Où : Le facteur $R = n/n_0$

n : le nombre moyen de germes pour l'unité incubée ;

n_0 : le nombre moyen de germes pour l'unité témoin

I.3.6. Analyse statistique

Les données obtenues pour chaque paramètre ont été soumises à une analyse statistique pour établir le niveau de signification en utilisant l'analyse al univariée (ANOVA) et le test de moyenne de Tukey pour vérifier s'il y avait une différence entre les échantillons à un niveau de signification de 5 % ($P \leq 0,05$).

Chapitre II :

Résultats et discussion

Les confitures élaborées en utilisant deux produits (1 à base de citrouille entière et 1 à base de la pulpe de citrouille) avec deux méthodes différentes (la première sans pectine et la deuxième avec pectine) sont présentées dans les tableaux suivants.

En ce qui concerne les méthodes de préparation des confitures, nous avons suivi les mêmes étapes pour assurer une bonne préparation, tout d'abord nous avons utilisé des fruits de qualité, les avons coupés en petits morceaux et cuits lentement avec l'eau et du sucre et autres ingrédients à une température précise. Nous avons mesuré régulièrement le pH et d'autres paramètres pour ajuster la cuisson et avons stérilisé les pots remplis de confiture pour une conservation optimale. Les résultats sont des confitures savoureuses et de qualité supérieure.

D'après les résultats obtenus (photographies prises des confitures), nous pouvons constater clairement que les deux confitures sont bien préparées avec des consistances appréciables, cela est confirmé par l'analyse sensorielle réalisée durant notre étude. Cependant, il y a un facteur qui diffère entre les deux confitures préparées par la première méthode (sans pectine) et la deuxième méthode (avec pectine) à savoir : la gélification.

Cela peut être expliqué par le fait que la pectine est une substance naturelle présente dans les fruits et légumes qui agit comme un agent gélifiant, alors que la citrouille contient très peu de pectine ainsi la confiture de citrouille préparée sans pectine peut ne pas être gélifiée ou être molle. En revanche, la confiture préparée en ajoutant de la pectine est bien gélifiée.

II.1 Propriétés physico-chimiques

Il convient de souligner qu'il n'y a pas de recherches scientifiques sur la confiture de la citrouille. Nos résultats pour les deux formulations de confiture élaborées sont comparés à d'autres confitures fabriquées à partir d'autres fruits.

II.1.1 Détermination des propriétés physico-chimiques des échantillons

Les résultats de l'indice de réfraction, du pH, de l'acidité, de taux d'humidité et le taux des sucres totaux des deux échantillons (la pulpe de citrouille et la citrouille entière) sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau VIII : paramètres physico-chimique de la pulpe de la citrouille et de la citrouille entière.

Échantillon	La pulpe de citrouille	La citrouille entière
Brix	8,8	6,9
pH	5,9	6,21
Acidité	0,16	1,88
Taux d'humidité	5,3	8,6
Sucres totaux (g/100 g)	1,55	1,50

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la pulpe de la citrouille possède une valeur de Brix et une teneur en sucres totaux plus élevées que la citrouille entière. En revanche, cette dernière a révélé un pH, une acidité et un taux d'humidité plus important.

II.1.2 Détermination des propriétés physico-chimiques des confitures formulées

Les propriétés physico-chimiques des deux confitures avec pectine sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IX : valeurs des paramètres physico-chimiques des deux confitures avec pectine.

	Confiture C1 (Pulpe de la citrouille avec pectine)	Confiture C2 (citrouille entière avec pectine)
Brix	66,7	66,7
pH	3,11	2,92
Acidité (g/100 g)	0,78	0,97
Humidité (%)	23,70	23,06
Matière sèche (%)	76,33	76,94
Taux de cendre (%)	0,02	0,17
Matière organique (%)	99,98	99,83
Sucre totaux (g/100 g)	53,5	47,3

Le degré Brix mesure le poids en gramme de matière sèche soluble (le taux de sucre dans les fruits) contenue dans 100 g de produit. Dans la fabrication de la confiture, il est essentiel de connaître le taux de Brix au cours du procédé (**Dongarea et al., 2014**).

La valeur de la matière sèche soluble est de 66.66°Brix. D'après, (l'Article 4- Modifié par décret n°2008-183 du 26 février 2008 - art. 1) dans les normes industrielles de bonne pratique de fabrication spécifiée pour la confiture, la teneur en matière sèche soluble des confitures, déterminée par réfractomètre varie entre 63°Bx et 70°Bx dans le produit fini.

Pour l'ensemble des confitures étudiées, les teneurs en matière sèche soluble sont comprises entre 64 et 67 °Brix. D'après le tableau, les valeurs enregistrées pour la confiture avec pectine et sans pectine sont de 66,7 °Brix, 66,7 °Brix, 64,6°Brix, 66,5°Brix, respectivement et ces résultats sont conformes aux normes.

Le pH est un critère principal dans la fabrication de la confiture, il indique la qualité de la conservation et sert à mettre en évidence d'éventuelle fermentation microbienne. Les normes internationales exigent un pH relativement acide à la fin du procédé (confiture finale). La norme imposée pour le pH se situe dans la plage de 2,8 à 3,5 (**CODEX STAN 79-1981**). Selon **Luh et al. (1986)**, un pH bas est essentiel pour empêcher la détérioration de la confiture, en défavorisant la prolifération des bactéries, des levures et des moisissures. De même, la formation de gel se produit seulement dans une certaine plage de concentration en ions hydrogène. La plage de pH optimale pour une bonne gélification de la confiture est autour de 3,0. La force de gel diminue rapidement avec l'accroissement de la valeur du pH. Au-delà de la valeur 4, aucune formation de gel ne se produit (**Vibhakara et Bawa, 2006**).

D'après le tableau, des valeurs de pH de 3,11 2,92 et 3,14 et 2,96 ont été enregistrées de manière respective pour les confitures C1et C2 avec et sans pectine. Ces résultats montrent que les valeurs de pH obtenus pour nos confitures sont conformes à la norme **Codex STAN 79-1981**

La teneur en acides organiques (acides citrique, malique, tartrique...) est regroupée sous le terme « acidité ». L'acidité d'une confiture reflète directement son acceptabilité par le consommateur et sa conservation.

Les valeurs de l'acidité titrable des confitures formulées sont comprises entre 0,7 et 1,04g/100g de confiture. Des acidités de 0,78 ; 0,97 ; 0,88 et 1,04% ont été enregistrées de manière respective pour les confitures C1 et C2 avec pectine et sans pectine. **Garcia-Viguera**

et al. (1999), ont rapporté des valeurs comprises entre 0,6 et 1,2 g/100 g pour la confiture, ces valeurs montrent que les valeurs d'acidité obtenues pour nos confitures sont dans la gamme trouvée par ces auteurs.

La teneur en eau a une grande importance pour les propriétés technologiques, microbiologiques et nutritives des produits agroalimentaires et concerne également des aspects réglementaires et économiques. Ainsi, la détermination de la teneur en eau est l'une des analyses les plus fréquentes dans le domaine agroalimentaire (**Isengard, 1995**).

Des taux d'humidité de 23,7 % et 23.06 %, ont été enregistrées pour les confitures C1 et C 2, respectivement. D'après nos résultats, nous pouvons constater que les taux d'humidité des deux confitures sont conformes aux normes qui imposent une humidité inférieure à 40% (**Pierre et Bernard, 2007**). De même, **Fredot, (2005)** rapporte que l'humidité de la confiture varie entre 30 à 40%. En effet, la plage de développement des microorganismes se situe à une humidité relative supérieure à 70% pour les levures et les moisissures et supérieure à 75% pour toutes les bactéries. Toutefois, le produit peut être conservé plus longtemps car son taux d'humidité est assez faible.

Les teneurs en matière sèche sont de 76.33 % et 76.94% pour les deux confitures, d'après **Luh et al. (1986)**, la teneur en matière sèche soluble doit être maintenue à un niveau qui empêche la croissance des levures et des moisissures.

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans l'échantillon, la quantité de cendre est de l'ordre de 0.02% pour la confiture C1 et de 0.17% pour la confiture C2. Ces valeurs sont moins que la teneur moyenne en cendres (0,280%) de la confiture d'abricots rapportée par **Belitz et al. (2009)**. En effet, le taux de cendre dépend de la nature de fruit frais.

Le taux de matière organique est de 99.98% et 99.83% pour les confitures 1 et 2, respectivement. Ces valeurs relativement élevées peuvent s'expliquer par la quantité de sucre rajoutée au cours de la préparation.

Concernant les sucres totaux, toutes les confitures de fruits ont des teneurs similaires, allant de 52,43 g/100 g à 54,78 g/100 g.

La confiture de la citrouille entière a la plus faible teneur en sucres totaux, tandis que la confiture de la pulpe de citrouilles a la teneur la plus élevée. Ces différences notables pourraient être dues à l'ajout de sucre au cours du processus de fabrication des confitures

(Igual et al., 2013). L'ajout de sucre est essentiel pour conserver les confitures de manière satisfaisante. La variation peut être causée par les différents échantillons utilisés (la pulpe de citrouille et la citrouille entière) au cours de fabrication des confitures (Naeem et al., 2017).

II.2. Analyses phytochimiques de la confiture

II.2.1. Teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes

Les concentrations en polyphénols totaux (PPT), flavonoïdes et caroténoïdes des deux confitures C1 et C2 (à base de pulpe de citrouille et à base de la citrouille entière) sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau X : teneurs moyenne en polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes des deux confitures.

	Confiture C1 (Pulpe de la citrouille avec pectine)	Confiture C2 (Citrouille entière avec pectine)
Teneurs en polyphénols totaux (mg/100g de confiture)	619,13 ± 5,88 ^a	564,23 ± 2,90 ^b
Teneurs en flavonoïdes totaux (mg/100 g de confiture)	14,0 ± 0,3 ^a	2,53 ± 0,47 ^b
Teneurs en caroténoïdes (mg/100 g de confiture)	17,5 ± 1,50 ^a	9,40 ± 0,31 ^b

Les moyennes en concentrations en PPT affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ($P < 0,05$), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

D'après les résultats obtenus, l'extrait de la confiture à base de la pulpe est plus riche en PPT (619,13 ± 5,88 mg /100 g) que celui de la confiture à base de la citrouille entière (564,23 ± 2,9 mg /100g) avec une différence significative à $p \leq 0,05$. Saavedra et al. (2015) ont trouvé que la teneur de l'extrait de la pulpe de *C. pepo* en PPT est de 833 mg/100 g ; qui est presque proche de celle trouvée dans cette présente étude, alors que celle de l'extrait de la pulpe plus l'écorce rentre dans la gamme donnée par ces auteurs (de 162 à 899 mg/ 100 g).

Cette différence dans les résultats d'une étude à une autre est probablement liée à certains facteurs tels que : la variété, le stade de maturation, la géographie, le climat, la récolte et post récolte de la matière première, ainsi qu'à l'analyse elle-même (Provesi et al., 2011). La méthode et notamment le solvant d'extraction ont également un impact considérable sur les teneurs en PPT et ce sont les solvants mixtes qui possèdent des teneurs élevées en composés phénoliques, ceci indépendamment du solvant utilisé (Bourgou et al., 2016).

Les teneurs en flavonoïdes totaux (FT) des confitures préparées ont été également mesurées,

D'après les résultats obtenus lors de notre analyse, la confiture à base de la pulpe de citrouille est plus riche en flavonoïdes ($14,0 \pm 0,3$ mg/100 g), avec une différence significative à $p \leq 0,05$, que la confiture à base de la citrouille entière ($2,53 \pm 0,47$ mg/100 g).

D'après (Ismaïe et Ali ,2020), les fruits de citrouille cuits ont atteint la valeur la plus élevée en flavonoïdes totaux, suivis par les fruits de citrouille marinés. Cependant, la valeur la plus faible a été obtenue dans la confiture de fruits de citrouille. Selon Adelerin et al. (2022), la teneur de l'extrait de la pulpe de *C. pepo* en flavonoïdes totaux est de 27,10 mg /100 g.

Par conséquent, une diminution de la concentration en flavonoïdes totaux lors de cuisson de la citrouille est confirmée, cela est dû au sucre ajouté lors de préparation de confiture qui affecte la quantité des flavonoïdes totaux et contribue à leur diminution ; l'ajout de sucre pendant la préparation des fruits peut influencer la teneur des flavonoïdes en modifiant le métabolisme des fruits et en effectuant la structure des composés flavonoïdes.

Vu la richesse des cucurbitacées en caroténoïdes leur concentration est également déterminée dans la confiture à base de la pulpe et de l'écorce de *C. pepo* étudiée.

D'après les résultats obtenus, la confiture à base de la pulpe de *C. pepo* est plus riche en caroténoïdes ($17,50 \pm 1,50$ mg/100 g) que la confiture à base d'écorce ($9,40 \pm 0,31$ mg/100 g).

D'après Zdunic et al. (2016), la composition des aliments en caroténoïdes est influencée par plusieurs facteurs tels que le cultivar ou variété ; la partie de la plante consommée ; le stade de maturation ; les conditions climatiques ou géographiques ; le site de production ; la récolte et manipulation après la récolte ; le traitement et le stockage.

Par conséquent, il est possible de conclure que les teneurs en caroténoïdes des deux confitures sont liées à la matière première «la citrouille »

II.2.2. Activité antioxydante

L'activité scavenger des extraits est exprimée en IC_{50} , ce paramètre a été employé par plusieurs groupes de chercheurs pour présenter leurs résultats, il définit la concentration efficace du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du radical DPPH'. Ces IC_{50} sont déterminées à partir de l'équation précédente, plus la valeur de l' IC_{50} est petite plus l'extrait de la confiture est considéré comme un antioxydant puissant (Harrar, 2012). Les valeurs

d'IC₅₀ d'extraits de la confiture C1 (à base de la pulpe de citrouille) et de la confiture C2 (à base de la citrouille entière) sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau XI : IC₅₀ (mg/mL) de l'activité antioxydante des confitures C1 et C2

	Confiture C1 (Pulpe de la citrouille avec pectine)	Confiture C2 (citrouille entière avec pectine)
Activité scavenger du radical DPPH	25,5 ± 0,5	17,5 ± 0,5
Activité antioxydante totale	0,128 ± 0,003	0,145 ± 0,004

Le test au DPPH[•] a été largement utilisé comme un paramètre rapide, fiable et reproductible pour la recherche de l'activité antioxydante des extraits de plantes et des produits (Aliyu et al., 2012). La présence des groupements hydroxyles est importante, les composés qui contiennent ce type de groupements fonctionnels vont pouvoir inhiber le DPPH[•] (Grigora, 2012).

L'IC₅₀ de l'extrait de la confiture à base de la pulpe de citrouille (25,5 ± 0,5%) est supérieure à celle de la confiture à base de la citrouille entière (17,5 ± 0,5%). Par conséquent, la confiture à base de la pulpe a une activité anti-radicalaire plus basse que la confiture à base de la citrouille entière.

Cette capacité est probablement due à la matière première (citrouille). *C. Pepo* a la capacité de piégeage du radical DPPH[•] en raison notamment de la présence des flavonoïdes glycosylés et de d'autres phénylpropanoïdes qui sont connus comme donneurs d'hydrogène et de piègeurs de radicaux libres (Abdulrhem, 2012).

L'activité antioxydante totale par le test au phosphomolybdate a été également déterminée et les résultats sont exprimés en IC₅₀ (mg/ml), qui définit la concentration efficace du substrat qui correspond à l'absorbance de 0,5. Ces IC₅₀ sont déterminées à partir de l'équation d'activité de piégeage.

La valeur de l'IC₅₀ de l'extrait de la confiture C1 (confiture avec la pulpe de citrouille) (0,128 ± 0,003 mg/ml) est inférieure à celle de l'extrait de la confiture C2 (confiture avec la citrouille entière) (0,145 ± 0,004 mg/ml). La confiture C1 possède ainsi une meilleure activité. Ces résultats sont en plein accord avec de nombreuses études antérieures qui ont rapporté que

les produits préparés à base des épluchures des fruits et légumes sont dotés d'une meilleure activité antioxydante que les produits préparés à base de leurs pulpes. Cette capacité peut être attribuée à leur richesse en antioxydants. D'ailleurs, il existe une corrélation entre le contenu phénolique et l'activité antioxydante des fruits et légumes, et il a été rapporté que les flavonoïdes sont également une sorte de substances antioxydantes naturelles capables de piéger les radicaux libres (**Hashash et al., 2017**). Cependant, l'activité antioxydante dépend généralement de nombre et de la position des groupements hydroxyles par rapport aux groupements carboxyles fonctionnels (**Enneb et al., 2015**).

II. 3. Analyses microbiologiques

L'ensemble des résultats des analyses microbiologiques obtenus à partir des différents échantillons de confitures sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Les deux formules validées de la confiture de citrouille (une de pulpe de citrouille et une de la citrouille entière) ont fait objet d'une série analyses microbiologiques afin d'évaluer la qualité hygiénique de ces dernières et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XII : résultats des analyses microbiologiques des confitures préparées avec la citrouille.

	Confiture C1	Confiture C2	La norme
FTAM (UFC /g)	0 UFC/g	0 UFC/g	< 105 (JORA, 2017)
CF (UFC /g)		0 UFC/g	Absence (JORA, 2017)
CT (UFC /g)	0 UFC/g	0 UFC/g	Absence (JORA, 2017)
Flore fongique	0 UFC/g	0 UFC/g	
Levures et moisissures (UFC /g)	0 UFC/g	0 UFC/g	< 103 NF ISO 7954/88

Parmi les tests microbiologiques réalisés, nous constatons que la FTAM représente une charge microbienne faible, cela témoigne d'une présence légère de la flore, néanmoins cette dernière ne dépasse pas les normes citées dans le **JORA (2017)**. Ces résultats peuvent être expliqués par la pasteurisation des deux échantillons de confitures.

En outre, une absence totale des Coliformes totaux et fécaux est notée dans les deux échantillons de confiture selon les normes établies par le **JORA (2017)**. Il en est de même

pour les levures et les moisissures étant aussi en dessous de la limite établie par le **NF ISO 7954/88** dont le nombre doit être inférieur à 10^3 .

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus sur les échantillons de confiture montrent que la confiture élaborée à base du fruit de citrouille est d'une bonne qualité hygiénique. Une absence des germes susceptibles d'altérer la qualité du produit ou qui peuvent présenter un risque pour le consommateur a été notée. Par conséquent, le produit est conforme aux normes et propre à la consommation.

II.4. Test de stabilité

Les résultats de ce test pour les deux confitures C1 et C2 à une température 55 °C pendant 7 jours en analysant le pH sont représentés dans le tableau ci-après :

Table XIII : Résultats de tests de stabilité des deux confitures de citrouille validées.

Paramètres	Confiture C1	Confiture C2	Tolérances et Critères
Déformation de L'emballage	Non	Non	Pas de déformation du bocal ou du couvercle
Modification de L'aspect : - Odeur - Aspect - texture	Non Non Non	Non Non Non	Absence de modification des caractères organoleptiques
Variation du pH	0,05	0,16	Variation de 0,5 par rapport au témoin
Variation de la flore microbienne	Non	Non	Aucune variation du point de vue qualitatif que quantitatif
Facteur R	0	0	Inférieure à 100 ($R < 100$),

Où

R: le coefficient de corrélation

D'après les résultats des tests de stabilité, le développement de bactéries, levures ou moisissures responsables d'altérations du produit est négatif. La variation de pH entre les unités d'échantillonnage étuvées et les témoins à température ambiante sur les périodes retenues n'a pas dépassé 0,5 unité. Par conséquent, nous pouvons confirmer que notre produit

final est validé et conforme aux normes décrites dans le **Journal Officiel Algérien** (n°35, 1998).

II.5. Analyse sensorielle

II.5.1 Test de préférence

L'ensemble des résultats obtenus du test de préférence de l'odeur a été illustré dans la figure suivante.

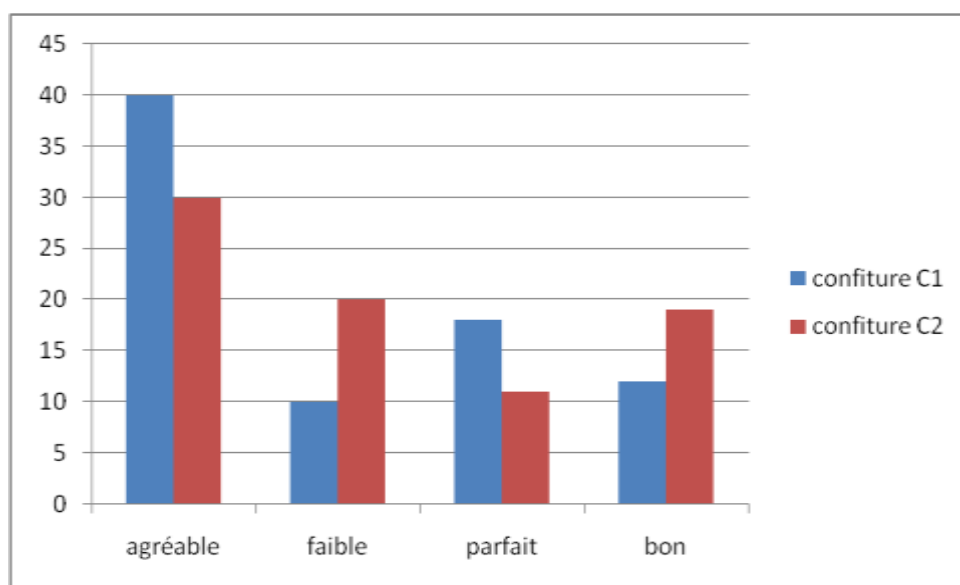


Figure 7: appréciation de l'odeur des confitures.

De cette figure, on peut constater que dans la masse des dégustateurs, 50% ont donné une appréciation agréable, 12,5% ont donné une appréciation faible, 22,5% ont donné une appréciation parfaite, 15% ont donné une appréciation bonne pour la confiture C1, et 37,5% ont donné une appréciation agréable, 25% ont donné une appréciation faible, 15% ont donné une appréciation parfaite, 22,5% ont donné une appréciation bonne pour la confiture C2.

De cette analyse, nous pouvons conclure que la grande partie des dégustateurs a préféré la confiture C1 par rapport à l'odeur.

➤ Par rapport à la couleur de la confiture, les résultats sont donnés dans la figure suivante :

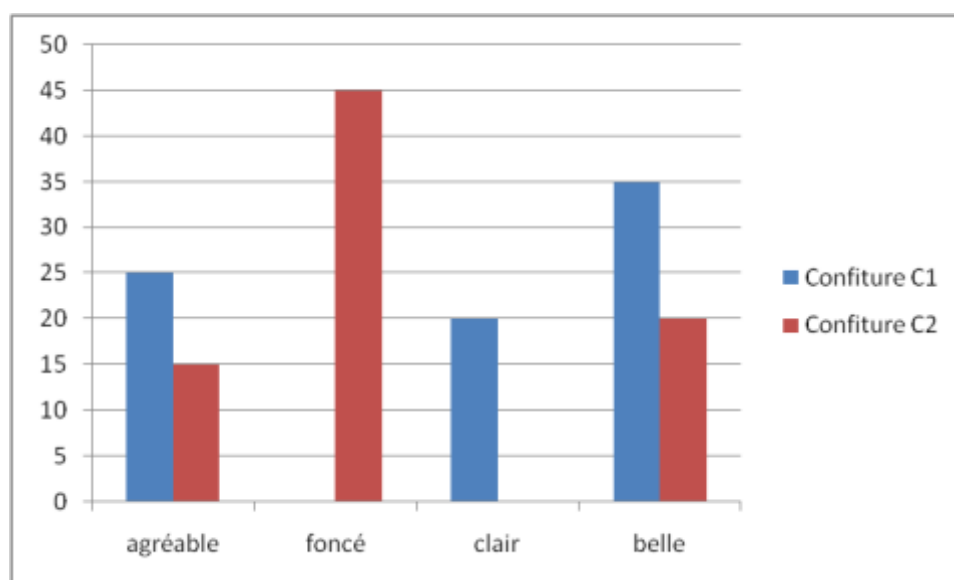


Figure 8: appréciation de couleur des confitures.

Dans la masse des dégustateurs, 31,25% ont donné une appréciation agréable, 00% ont donné une appréciation foncée, 25% ont donné une appréciation claire, 43,75% ont donné une appréciation belle pour la confiture C1. 18,75% ont donné une appréciation agréable, 56,25% ont donné une appréciation foncée, 00% ont donné une appréciation claire, 25% ont donné une appréciation belle pour la confiture C2.

➤ Par rapport à l'acidité de la confiture,

L'ensemble des résultats a été illustré dans la figure suivante :

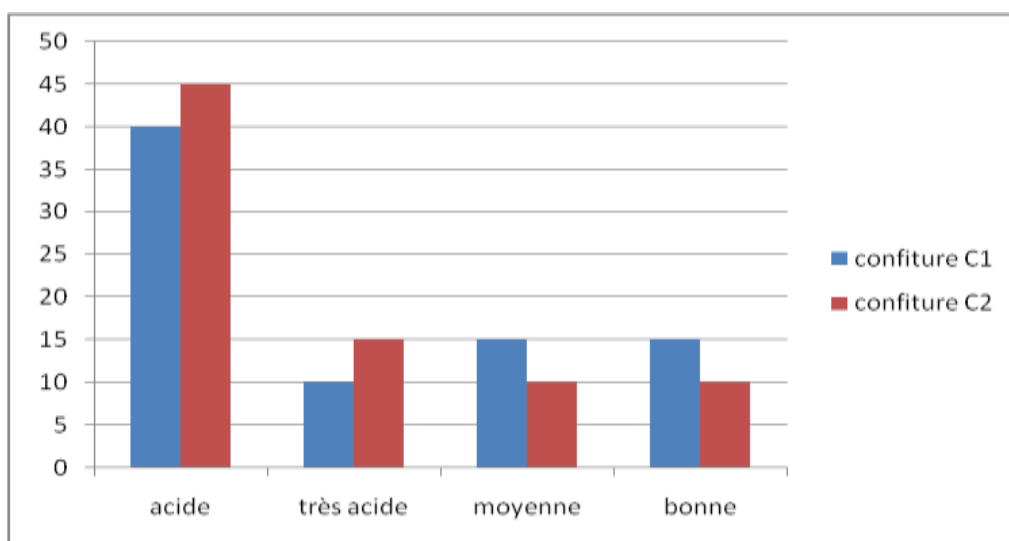


Figure 9: appréciation de l'acidité des confitures.

Dans la masse des dégustateurs, 50% ont donné une appréciation acide, 12,5 % ont donné une appréciation très acide, 18,75 % ont donné une appréciation moyenne, 18,75 % ont

donné une appréciation bonne pour la confiture C1. 56,25 ont donné une appréciation acide, 18,75 % ont donné une appréciation très acide, 12,5 % ont donné une appréciation moyenne, 12,5% ont donné une appréciation bonne pour la confiture C2.

➤ Par rapport au goût de la confiture,

L'ensemble des résultats obtenus du test a été illustré dans la figure suivante :

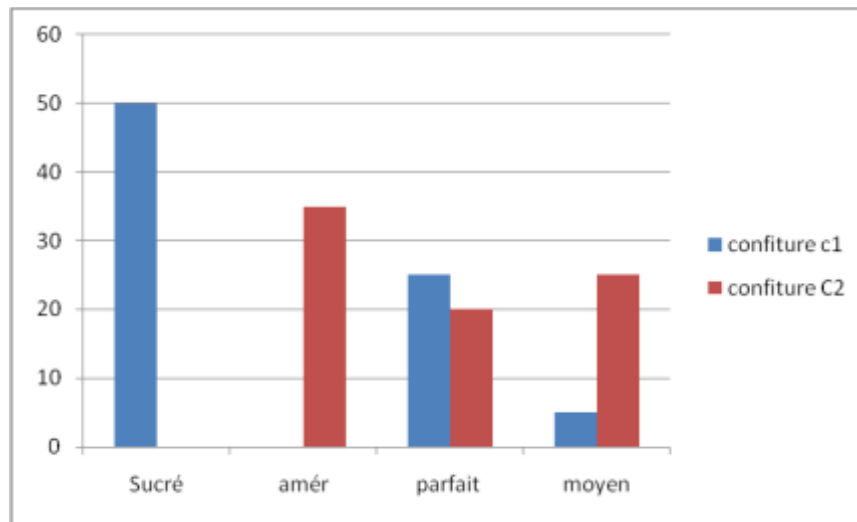


Figure 10: appréciation de goût des confitures.

Dans la masse des dégustateurs, 62,5% ont donné une appréciation sucrée, 00% ont donné une appréciation amère, 31,25 % ont donné une appréciation parfaite, 6,25% ont donné une appréciation moyenne pour la confiture C1. Dans la masse des dégustateurs, 00% ont donné une appréciation sucrée, 43,75% ont donné une appréciation amère, 25% ont donné une appréciation parfaite, 31,25% ont donné une appréciation moyenne pour la confiture C2.

➤ Par rapport à l'acidité de la confiture,

L'ensemble des résultats a été illustré dans la figure suivante :

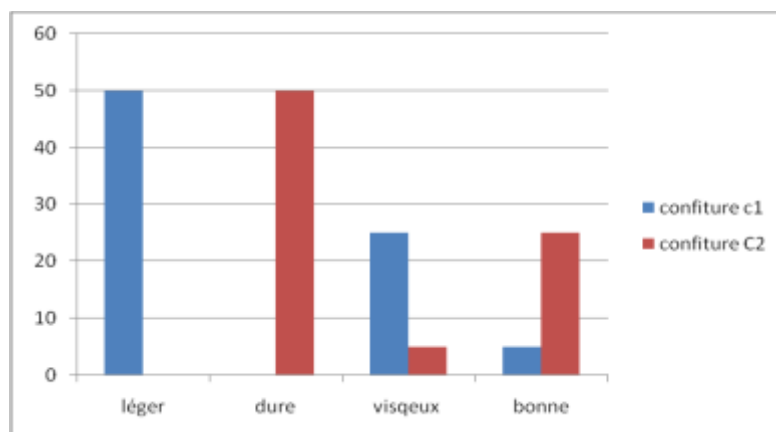


Figure 11: appréciation de texture des confitures.

Dans la masse des dégustateurs, 62,5% ont donné une appréciation légère, 00% ont donné une appréciation dure, 3,25 % ont donné une appréciation visqueuse, 6,25% ont donné une appréciation bonne pour la confiture C1. Dans la masse des dégustateurs, 00% ont donné une appréciation légère, 62,5% ont donné une appréciation dure, 6,25% ont donné une appréciation visqueuse, 31,25% ont donné une appréciation bonne pour la confiture C2.

II.5.2 caractéristiques hédonique

Les résultats obtenus du test hédonique sont représentés sur le graphique ci-dessous pour les deux confitures.

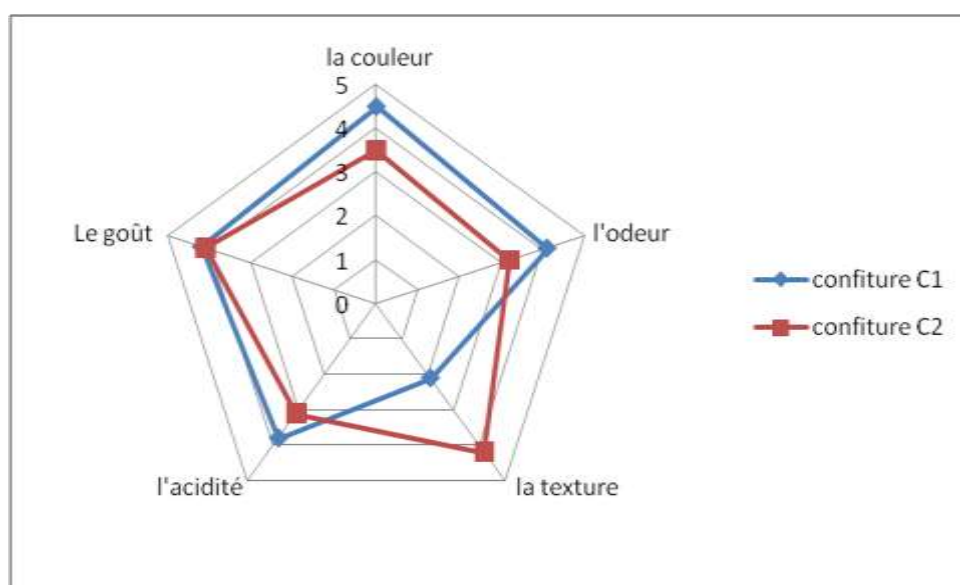


Figure 12: résultats du test caractéristique de confiture C1 et C2 pour chaque caractère.

D'après la figure, il ressort pour la confiture C1 que les paramètres goût, couleur et odeur ont obtenu les meilleures notes par rapport aux autres paramètres. En ce qui concerne la confiture C2, c'est le paramètre texture qui a été choisi comme meilleur paramètre. Les résultats de l'analyse sensorielle des deux confitures dans ce présent travail, indiquent qu'il y a une différence significative entre les deux confitures C1, C2 pour les cinq paramètres.

L'ensemble de ces résultats nous a permis de classer les confitures selon le degré de préférence des consommateurs avec le sens décroissant suivant : confiture C1 > confiture C2.

Conclusion

Conclusion

Nous rappelons que le principal objectif de ce travail est d'élaborer une confiture à base de citrouille. La transformation du fruit (citrouille) offre aux opérateurs de ces filières de production agricole l'opportunité de mieux valoriser les fruits et d'en tirer les meilleurs profits. Ce travail avait comme but de fabriquer des confitures traditionnelles et consiste à développer une recette de confiture pour la production en masse dans les usines algériennes. Des recherches et des essais seront nécessaires pour ajuster les quantités de sucre et d'acide citrique, et pour respecter les normes réglementaires de qualité et de sécurité alimentaire. La réussite de ce projet pourrait stimuler l'industrie alimentaire algérienne et favoriser la création d'emplois locaux.

Les résultats des analyses effectuées ont montré que la confiture mise au point respectent les normes du CODEX-STAN247-2005 et les normes Françaises sur le plan microbiologique ; ce qui témoigne de leur acceptabilité. Au regard de tout ce qui précède, les qualités physico-chimiques de la confiture sont satisfaisantes par rapport aux normes internationales.

Ce qui est avantageux, c'est que les deux confitures contiennent des composés bioactifs bénéfiques (polyphénols totaux, flavonoïdes et caroténoïdes) pour la santé et exercent une activité antioxydante appréciable.

L'analyse sensorielle a confirmé l'acceptabilité de ce produit par les consommateurs. La nature de la qualité et les interprétations des différents résultats ont permis de conclure : que la qualité des confitures est conforme à la norme prescrite par le Codex Alimentaires, et que la formulation traditionnelle C1 (confiture avec la pulpe de citrouille) est la meilleure. Ce produit ne présenterait donc aucun risque pour le consommateur au regard de ses paramètres.

Au cours de ce travail sur la préparation de la confiture de la citrouille nous avons constaté que le fruit (citrouille) est pauvre en pectine qui a fait que la confiture n'a pas bien gélifié pour cela nous avons ajouté de la pectine HM pour améliorer la gélification et obtenir une texture de confiture satisfaisante.

Nous avons par ailleurs constaté plusieurs avantages liés à la fabrication de tels produits (confitures) :

- La matière première est disponible et abordable.
- La production peut se faire avec du matériel de base simple à utiliser (marmites, réfractomètre, thermomètre, pH-mètre).
- Les ingrédients de base sont le sucre et le fruit (citrouille).

Conclusion

➤ Le temps de production est court, il y a par conséquent une économie d'énergie.

Cela nous a conduit à déterminer les choix technologiques appropriés tout en variant divers paramètres tels que les proportions des ingrédients et le traitement appliqué.

Suite à cette étude, les perspectives sont nombreuses. Il semble en effet nécessaire de poursuivre les essais afin de rendre les résultats plus fiables grâce à des répétitions toujours plus nombreuses. Comme complément à la présente étude, il est souhaitable de compléter ce travail par:

- L'évaluation de la valeur nutritionnelle de cette confiture.
- D'évaluer la qualité microbiologique de ces confitures durant la conservation dans le but de prolonger la durée de vie des confitures.
- L'étude de l'influence des autres paramètres physico-chimique des confitures préparées.
- Fabrication d'une confiture 100% acceptable pour la consommation.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Achilonu, M., Nwafor, I., Umesiobi, D., Sedibe, M. (2018). Biochemical proximates of pumpkin (Cucurbitaceae spp.) and their beneficial effects on the general well-being of poultry species. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 5–16.
- Adebayo O. R., Farombi A. G., Oyekanmi A. M. (2013). Proximate, Mineral and AntiNutrient Evaluation of PumpkinPulp (CucurbitaPepo). *Journal of AppliedChemistry*, 4(5): 25-28.
- Albagnac, G., Varoquaux, P., et Montigaud, J. C. (2002). Technologies de transformation des fruits. Tec & doc.
- Aliyu, A.B., Ibrahim M.A., Ibrahim H., Musa A.M., Lawal A.Y. Oshanimi J.A., Usman M., Abdulkadir I.E., Oyewale A.O. et Amupitan J.O. (2012). Free radical scavenging and total antioxidant capacity of methanol extract of *Ethuliaconyzoides* growing in Nigeria. *Romanian Biotechnological Letters*, 17(4): 7458-7465.
- Alzamora, S. M., Cerruti, P., Guerrero, N. S., Nieto, A. B., et Vidales, S. (2004). Technologies combinées de conservation des fruits et légumes. Manuel de formation, FAO, Rome, 18 p.
- Amezouar, F., Badri, W., Hsaine, M., Bourhim, N., & Fougrach, H. (2013). Évaluation des activités antioxydante et anti-inflammatoire de *Erica arborea* L. du Maroc. *Pathologie Biologie*, 61(6), 254-258.
- André, P. (2012). Les confitures. Edition Artemis. P, 27.
- Andres, 2003. in European medicines agency, 20112. Assessment report on *Cucurbita pepo* L., semen.44p.
- Anonyme. (2024). *Economic Botany Journal*. Origin(s), Evolution, and Systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae).
- Audigie C.L., Figarella J. et Zonszain F., 1978. Manipulation biochimique. Doin :274p.

Références bibliographiques

- Bancal, V., & Ray, R. C. (2022). Overview of food loss and waste in fruits and vegetables: From issue to resources. In *Fruits and vegetable wastes: Valorization to bioproducts and platform chemicals* (pp. 3-29). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Belitz H-D., Grosch H. et Schieberle P. (2009). *Food Chemistry*. 4ème édition. SpringerVerlag Berlin Heidelberg, 1070p.
- Benamara, R. N. (2017). Intitulé de la thèse (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen).
- Benedek, C., Bodor, Z., Merrill, V. T., Kókai, Z., Gere, A., Kovacs, Z., ... & Abrankó, L. (2020). Effect of sweeteners and storage on compositional and sensory properties of blackberry jams. *European Food Research and Technology*, 246, 2187-2204.
- Bernard, M. (2010). *Les confitures de l'art aux techniques*, Mémoire de l'académie nationale de Metz. P177.
- Bourgou, S., Serairi Beji, R., Medini, F., Ksouri, R. (2016). Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia*. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 28(12), 1649-1655.
- Broutin, C., Sokona, K. et Ndiaye, A. (1998). Fabrication artisanale de boissons, sirops et confitures. Pp:1-29.
- Caili, F., Huan, S., & Quanhong, L. (2006). A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 70–77.
- Chaux.C.L et Foury.C.L., 1994. *Cultures légumières et maraîchère*, TOME III : légumineuses potagères, légumes fruit. TEC et Doc Lavoisier, Paris. P563.
- Chilczuk B., Perucka I., Materska M., Buczkowska H. (2014). Zawartość luteiny, zeaksantyny, i β -karotenu w liofilizowanych owocach wybranych odmian *Cucurbita Maxima* D, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(93), pp. 139-150.

Références bibliographiques

- Choi M. H., Kima G. H. & Lee H. S. (2002). Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. *Food Research International*. 35: 753-759.
- Chomicki, G., Schaefer, H., & Renner, S. S. (2020). Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. *New Phytologist*, 226(5), 1240-125.
- Codex stan 296-2009. Norme du codex alimentarius pour les confitures, gelées et marmelades.
- Codex stan 79-1981. Norme pour les confitures et gelées, 9 pages.
- Devi, M. P., Bhowmick, N., Bhanusree, M. R., & Ghosh, S. K. (2015). Preparation of value-added products through preservation. *Value Addition of Horticultural Crops: Recent Trends and Future Directions*, 13-41.
- Diligent, M.B. (2010). Les confitures : de l'art aux techniques. Mémoire. Académie Nationale de Metz.
- Dongare, M. L., Buchade, P. B., Awatade, M. N., et Shaligram, A. D. (2014). Mathematical modeling and simulation of refractive index-based Brix measurement system. *Optik-International Journal for Light and Electron Optics*, 125(3), 946-949.
- Doukani, K., et Tabak, S. (2015). Profil Physicochimique du fruit "Lendj" (*Arbutus unedo* L.). *Nature & Technology*, (12), 51.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., et Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- Durazzo, A., D'Addezio, L., Camilli, E., Piccinelli, R., Turrini, A., Marletta, L., ... & Sette, S. (2018). From plant compounds to botanicals and back: A current snapshot. *Molecules*, 23(8), 1844.

Références bibliographiques

- Emran, TB, Islam, F., Mitra, S., Paul, S., Nath, N., Khan, Z., ... & Guiné, RP (2022). Pectine : Un polysaccharide alimentaire bioactif ayant un potentiel préventif contre le cancer molécules, 27 (21), 7405.
- Erard P. (2002) La courgette C.t.i.f.l. (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes Edition Buguet comptour, Macon-Ctifl- Paris. p 145.
- Fadila, O., Samia, D., & Safia, B. (2024). Formulation de comprimés orodispersibles à base des extraits de *Vitis vinefera*. L et de *Rosmarinus officinalis*. L à visée anti-inflammatoire. Journal Algérien de Pharmacie, 5(3), 28-39.
- FAOSTAT, F. (2019). FAOSTAT statistical database. Publisher: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome, Italy.
- Farhan, M., Ahmad, Z., Waseem, M., Mehmood, T., Javed, M. R., Ali, M., ... & Goksen, G. (2024). Journal of Agriculture and Food Research. Journal of Agriculture and Food Research, 15, 101023.
- Fredot, E. (2005). Connaissance des Aliments. TEC & DOC. lavoisier, pp: 281-283.
- García-Viguera C., Zafrilla P., Romero F., Abellán P., Artés F. et Tomás-Barberán F.A. (1999). Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. Journal of Food Science. 64: 2.243-247.
- Gbemenou, U. H., Ezin, V., & Ahanchede, A. (2022). Current state of knowledge on the potential and production of *Cucurbita moschata* (pumpkin) in Africa: A review. African Journal of Plant Science, 16(1), 8-21.
- Gemechu, B., Keyata, EO, Geleta, TE, Gemedé, HF et Bayata, A. (2024). Optimisation de l'extraction de la pectine d'écorce de mangue (*Mangifera indica* L.) : Pour la production de confitures et gelées. Recherche alimentaire appliquée, 4 (1), 100411.
- Gohari Ardabili, A., Farhoosh, R., & Haddad Khodaparast, M. H. (2011). Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaca*) grown in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 13, 1053–1063.

Références bibliographiques

- Güder, A., EngİN, M. S., Yolcu, M., & Gür, M. (2014). Effect of Processing Temperature on the Chemical Composition and Antioxidant Activity of V accinium Arctostaphylos Fruit and Their Jam. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4), 1696-1704.
- H Ismaiel, G. H., & Z Ali, H. M. (2020). Utilization of green pumpkin in processing some nutritional products. *Egyptian Journal of Nutrition*, 35(1), 109-132.
- Haddadi- Guemghar, H., Janel, N., Dairou, J., Remini, H., & Madani, K. (2014). Optimisation of microwave- assisted extraction of prune (P runus domestica) antioxidants by response surface methodology. *International journal of food science & technology*, 49(10), 2158-2166.
- Harrar, A. (2012). Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnusalaternus L, mémoire de magistère.
- Hayma, J. (2004). Le stockage des produits agricoles tropicaux. Fondation Agromisa, Wageningen. Les Pays-Bas, P 7.
- Ingham, H.I. (2008). Making jams, jellies and fruit preserves (B2909). University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension, P: 1-64.
- Isengard, H. D. (1995). Rapid water determination in foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology*, 6(5), 155-162.
- ISO, N. (2013). 21527-2 (2008). Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures, Partie, 2.
- Journal officiel de la république algérienne. (2017). Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.
- Kasse, M. (2014). Qualité microbiologique des tranches de Mangues (Mangiferaindical.) vendues à Dakar (Sénégal), *International journal of biological and chemical science*.
- Kostecka-Gugała, A., Kruczek, M., Ledwożyw-Smoleń, I., Kaszycki, P. (2020). Antioxidants and Health-Beneficial Nutrients in Fruits of Eighteen Cucurbita Cultivars: Analysis of Diversity and Dietary Implications. *Molecules*, 25(8), 1792

Références bibliographiques

- Latrasse, A. (1986). Les petits fruits et leur valorisation industrielle. p, 66-69.
- Luh, B. S., Kean, C. E., et Woodroof, J. G. (1986). Canning of fruits. In Commercial fruit processing (pp. 163-261). Springer, Dordrecht.
- Mala, K. S., & Kurian, A. E. (2016). NUTRITIONAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PUMPKIN WASTES. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical & Biological Sciences*, 6(3).
- Machiels, D. et Istasse, L. (2002). La réaction de maillard: importance et application en chimie des aliments. Université de liège. 146 : 347-352.
- Monroe, G.S. (2009). Standardisation d'une formulation de confiture de Chédaque et évaluation des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels. Diplôme d'ingénieur d'Agronome. Université d'état d'Haïti. Option : science alimentaire. P10, 18 et 24.
- Multon, J. (1992). Les fonctions des sucres et leurs produits de substitution. Edition Lavoisier. p. 7.
- Naeem, M. M., Fairulnizal, M. M., Norhayati, M. K., Zaiton, A., Norliza, A. H., Syuriahti, W. W., ... & Rusidah, S. (2017). The nutritional composition of fruit jams in the Malaysian market. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(1), 89-96.
- NF V05-101. (1974). Produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes - Détermination de l'acidité titrable.
- NF V05-108. (1970). Produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes - Mesure du pH.
- NF V05-113. (1972). Fruits, légumes et produits dérivés - Minéralisation des matières organiques - Méthode par incinération.
- Norme NF EN ISO 6222, (1999). Qualité de l'eau – Dénombrement des micro-organismes revivifiables – Comptage des colonies par ensemencement dans un milieu de culture nutritif gélosé.

Références bibliographiques

- Olsen, A. (1933). Pectin Studies-I. Citrus Pectin. *Industrial & Engineering Chemistry*, 25(6), 699-703.
- Patel, S. (2013). Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutic: a review on status quo and scopes. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, vol. 6, no. 3, pp. 183-189.
- Pereira Batista, A. F., Coelho Trevisan, D. A., Rodrigues dos Santos, A., Silva, A. F., Zanetti Campanerut-Sá, P. A., Alves de Abreu Filho, B., ... & Graton Mikcha, J. M. (2024). Synergistic inhibition of *Salmonella Typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in apple jam by cinnamaldehyde and potassium sorbate. *Food Science and Technology International*, 30(4), 384-394.
- Pierre, B. R. A. T., et Bernard, C. U. Q. (2007). Transformation et conservation des fruits. *Préservation de la structure initiale*.
- Prajapati, M. (2022). Emballages comestibles : nouveaux enjeux et aspects réglementaires. Dans *Emballages alimentaires comestibles : applications, innovations et durabilité* (pp. 387-410). Singapour : Springer Nature Singapour.
- Provesi J.G., Odebrecht Dias C. et Amante E.R. (2011). Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. *Food Chemistry*, 128: 195-202.
- Rababah, T. M., Al- U'Datt, M., Al- Mahasneh, M., Yang, W., Feng, H., Ereifej, K., ... & Ishmais, M. A. (2014). Effect of jam processing and storage on phytochemicals and physiochemical properties of cherry at different temperatures. *Journal of food processing and preservation*, 38(1), 247-254.
- Rafique, N., Mamoon, T., Ashraf, N., Hussain, S., Ahmed, F., Ali Shah, T., .. & Bourhia, M. (2023). Exploring the nutritional and sensory potential of karonda fruit: Physicochemical properties, jam production, and quality evaluation. *Food Science & Nutrition*, 11(11), 6931-6944.
- Robinson, R.W., Decker-Walters, D.S. (1999). *Evaluation Polyphenol Content and Antioxidant Activity in Extracts of Cucurbita spp. Cucurbits*. Cab International, Wallingford, Oxon, New York.

Références bibliographiques

- Roger, D. (1962). Making jam commercially. Information division: Canada department of agriculture. Cat. N0, A73 -1144.
- Rolnik A., Olas B. (2020). Légumes de la Cucurbitacées famille et leurs produits : effet positif sur la santé humaine. Nutrition 78.
- Sakho, M., et Crouzet, J. (2009). Transformation, conservation et qualité des aliments.
- Sayas-Barberá, E., Paredes, C., Salgado-Ramos, M., Pallarés, N., Ferrer, E., Navarro-Rodríguez de Vera, C., & Pérez-Álvarez, J. Á. (2023). Approaches to Enhance Sugar Content in Foods: Is the Date Palm Fruit a Natural Alternative to Sweeteners?. Foods, 13(1), 129.
- Schmidt, D., Wust, G.L.F., Fontana, D.C., Pretto, M.M., Santos, J., Mariotto, A.B., Azevedo, G.C.V., Cristo, C.A., (2020). Physiological quality of cucurbits in spectral qualities. Emirates Journal of Food and Agriculture. 32(2): 92-9.
- Siddiq, M., Sinha, N. K., et Cash, Y.N. (1992). Characterization of a polyphénoloxidase from stanley plums. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 56: 132-138.
- Sophie, D. (2002). Confiture et compote de Sophie. P 9.
- Sorrenti V, Burò I, Consoli V, Vanella L. Recent Advances in Health Benefits of Bioactive Compounds from Food Wastes and By-Products: Biochemical Aspects. Int J Mol Sci. 2023 Jan 19;24(3):2019. doi: 10.3390/ijms24032019. PMID: 36768340; PMCID: PMC9916361.
- Spencer, M. J., & Mellgren, R. L. (2002). Overexpression of a calpastatin transgene in mdx muscle reduces dystrophic pathology. Human molecular genetics, 11(21), 2645-2655.
- Tamer C.E, Inceday B., Yonel S.P., Yonak S., Utku Copur O. (2010). Evaluation of several quality criteria of low-calorie pumpkin dessert. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38(1):76-80.
- Vibhakara, H. S., et Bawa, A. S. (2006). Manufacturing jams and jellies. Handbook of fruits and fruit processing, 189.

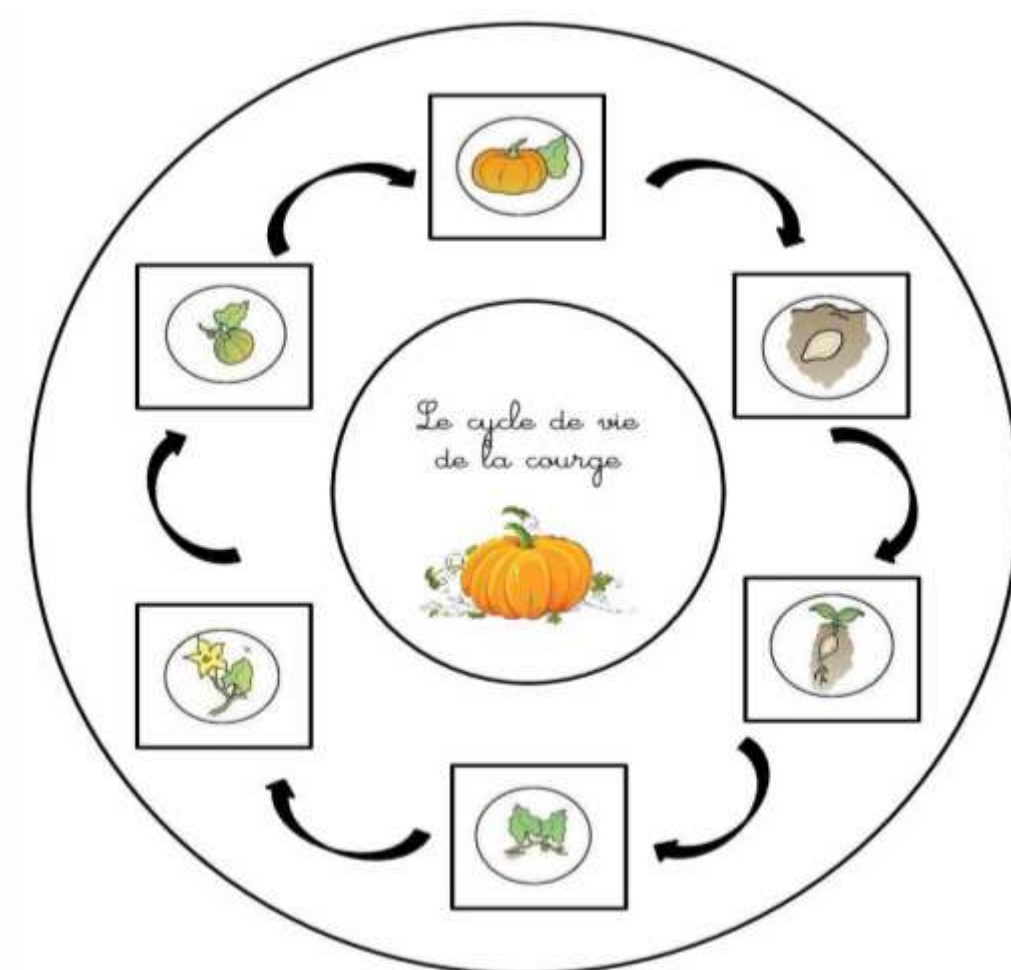
Références bibliographiques

- Zdunić, G.M., Menković, N.R., Jadranin, M.B., Novaković, M.M., Šavikin, K.P., Živković, G.C. (2016). Phenolic compounds and carotenoids in pumpkin fruit and related traditional products. *Hem. ind.* 70 (4) 429–433

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Illustration de cycle de vie de la courge.



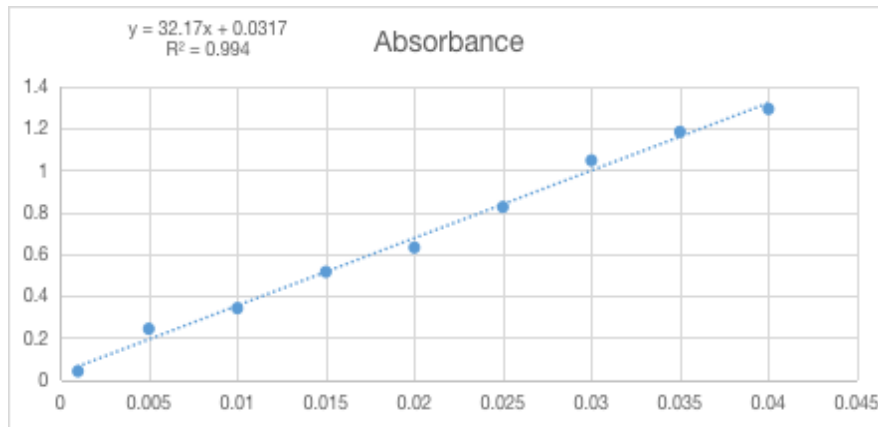
Annexes

Annexe 2 : Liste de matériels, réactifs et milieux.

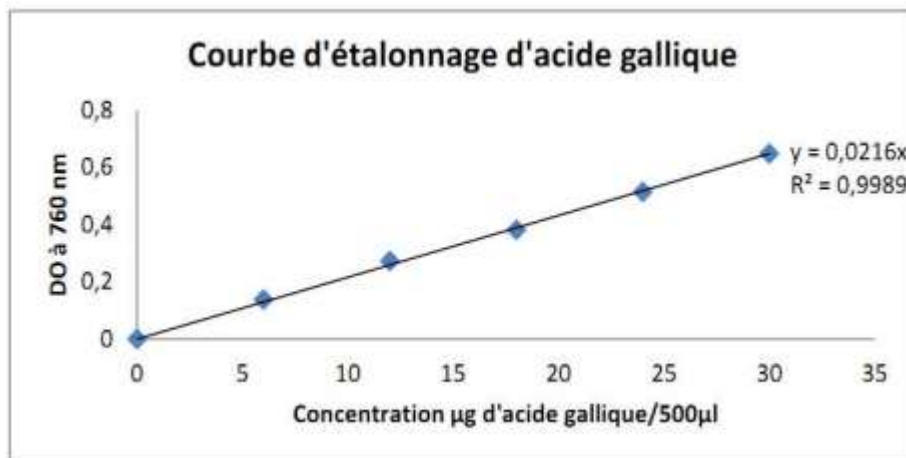
Matériels	Réactifs	Milieux
✧ Balance. • ✧ Etuve. • • ✧ Autoclave. • ✧ Thermomètre • ✧ Réfractomètre. ✧ PH mètre. • ✧ Spectrophotomètre. ✧ Centrifuge ✧ Articles de prélèvement (pipettes, micropipettes, béchers, spatules, fioles). • ✧ Réfrigérateur. ✧ Creusets. ✧ Pipette pasteur. ✧ Papier filtre ✧ Entonnoir • ✧ Anse de platine. ✧ Bec de bunsen. ✧ Plaque chauffante. • ✧ Bains marie. • ✧ Dessiccateur. • ✧ Evaporateur rotatif. • ✧ Burette. • ✧ Boîtes de Pétri. • ✧ Tubes à essai. ✧ Verre de montre.	Réactifs : ✧ Acide sulfurique, ✧ Solution de phénolphtaléine ✧ Hydroxyde de potassium ✧ DPPH ✧ Folin-ciocalteu ✧ Mélange d'hexane, acétone, éthanol ✧ Solution de phosphmolybdène ✧ Acétate de potassium ✧ Eau distillée.	Milieux de culture : ✧ Milieu Plate Count Agar (PCA), ✧ Milieu Violet Red Bile Agar (VRBL), ✧ Milieu Oxytétracycline Glucose Agar (OGA)

Annexes

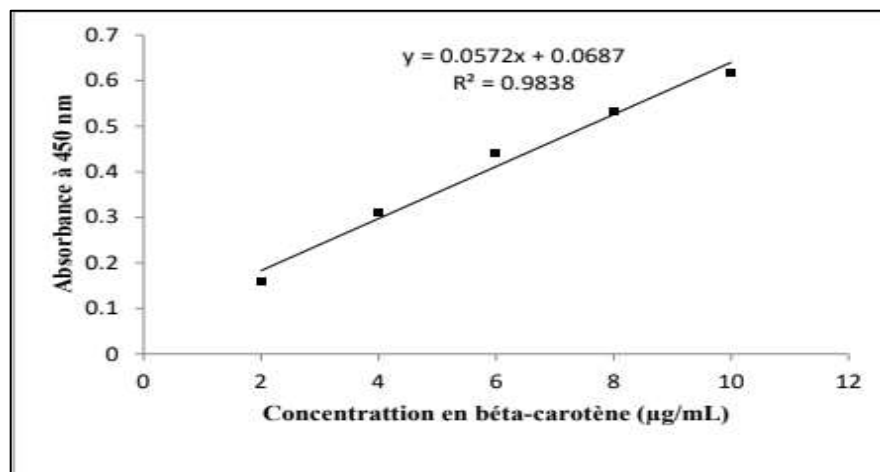
Annexe 3: Courbes utilisées pour détermination les paramétrés biochimiques des confitures Courbes des flavonoïdes



Courbe des polyphénols totaux



Courbe des caroténoïdes



Annexes

Annexes 4 : Matériel utilisé.



PH-mètre



Balance



Thermo mix



**Dessiccateur
d'orange**



Réfractomètre



Huile essentielle



Test dégustation



Confiture C1



Confiture C2

Annexes 5:Fiche d'évaluation confiture de citrouille

Type confiture	Confiture C1				Confiture C2			
	Aspect viseul (sans gouter)			Odeur (sans gouter)	Aspect viseul (sans gouter)			Odeur (sans gouter)
	Aspect global	Aspect de la texture	couleur		Aspect global	Aspect de la texture	couleur	

type	Confiture C1				Confiture			
	Gout			Texture en bouche	Gout			Texture en bouche
	Gout en bouche	Arriere gout	Teneur en bouche		Gout en bouche	Arriere gout	Teneur en bouche	

	Confiture C1			Confiture C2		
	Teneur En Sucre	Acidite	Gout De Parfum	Teneur En Sucre	Acidite	Gout De Parfum

Résumé

L'objectif de ce travail a été atteint par la mise au point d'une confiture à base de citrouille en utilisant des méthodes artisanales. Les confitures élaborées ont subi des qualités physico-chimiques (Brix, pH, Acidité, teneur en eau, taux de matière sèche, teneur en cendre, taux de sucres totaux) dont les résultats ont été déterminés et jugés comme étant conformes aux normes du CODEX pour les confitures. Des résultats obtenus de la qualité microbiologique, il ressort que les deux confitures répondent de manière générale aux normes. A partir de la qualité sensorielle, les deux confitures ont été appréciées par le panel de dégustateurs et ont été classées par ordre décroissant : confiture C1 (confiture avec la pulpe de citrouille), confiture C2 (confiture avec la citrouille entière). Les différents tests d'analyses réalisés pour la mise au point du produit ont permis de dire qu'on peut obtenir une confiture de qualité, du point de vue physico-chimique, microbiologique et sensoriel, exigée par les normes universelles.

Mots clés : citrouille ; confiture ; qualité physico-chimique ; qualité microbiologique ; qualité sensorielle

ملخص

لقد تحقق الهدف من هذا العمل من خلال تطوير مربى مصنوع من اليقطين باستخدام طرق تقليدية. خضعت المربيات المعدة لتحليلات فيزيائية وكيميائية (البريكس، pH، الحموضة، محتوى الماء، نسبة المادة الجافة، محتوى الرماد، نسبة السكريات الكلية (وقد تم تحديد النتائج واعتبارها مطابقة لمعايير الكودكس الخاصة بالمربيات. من النتائج التي تم الحصول عليها من التحليل الميكروبيولوجي، تبين أن المربيتين تتوافقان بشكل عام مع المعايير. من خلال التحليل الحسي، تمت تفضيل المربيات من قبل لجنة التذوق وتم تصنيفها بالترتيب التنازلي: المربى C1 (مربى بلب اليقطين)، المربى C2 (مربى باليقطين الكامل). أظهرت الاختبارات التحليلية المختلفة التي أجريت لتطوير المنتج أنه يمكننا الحصول على مربى ذو جودة عالية من الناحية الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية، متوافق مع المعايير العالمية.

الكلمات الرئيسية

اليقطين؛ المربى؛ التحليل الفيزيائي والكيميائي؛ التحليل الميكروبيولوجي؛ الاختبار الحسي

Abstract

The objective of this work was to develop a pumpkin-based jam using traditional methods. The jams produced underwent physico-chemical qualities (Brix, pH, acidity, water content, dry matter content, ash content, total sugar content), the results of which were determined and judged to comply with CODEX standards for jams. The results of the microbiological quality showed that the two jams generally complied with the standards. Based on the sensory quality, the two jams were assessed by the panel of tasters and ranked in descending order: C1 jam (jam with pumpkin pulp), C2 jam (jam with whole pumpkin). The various analytical tests carried out to develop the product showed that it is possible to obtain a quality jam, from the physico-chemical, microbiological and sensory points of view, as required by universal standards.

Keywords: pumpkin; jam; physico-chemical qualities; microbiological quality; sensory quality