

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERE DE TIZI-OUZOU



Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences
Biologiques
Département des Sciences Alimentaire

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en
sciences alimentaire

Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance

Qualité

Thème

Conservation des génoises sous micro atmosphère à base
d'eugénol et l'huile essentielle de cannelle

Présenté par

M^{elle} Thalsa BENALI

M^{elle} Sarah MERAD

Mémoire soutenu le 17/07/ 2023 devant le jury composé de

Dirigé par	M^r Djamel DJENANE	professeur	UMMTO
Président	M^r SI TAYEB El Hachimi	MCB	UMMTO
Examineur	M^r BEN GANA MOHAMED	MCA	UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

*“Once you fully apprehend the vacuity
of a life without struggle you are
equipped with the basic means of salvation.”*

Tennessee Williams.

Remerciements

A toi seigneur DIEU tout puissant créateur du ciel et de la terre. On te remercie de nous avoir donné autant de courage, de volonté, de santé et de patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à adresser nos respectueux remerciements et notre gratitude à notre promoteur Mr DJENANE Djamel, qui n'a pas hésité à nous encadrer et nous suivre dans ce travail, de nous avoir permis de travailler sur un sujet très intéressant, qui nous a accordé de son temps malgré ses responsabilités. On le remercie pour la confiance qu'il nous a témoigné, pour ses efforts, ses précieux conseils, pour ses remarques successives qui nous ont permis de nous améliorer et d'avoir su générer nos angoisses et nos peurs.

Muchas gracias señor DJENANE.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres du jury :

- A monsieur SI TAYEB El Hachimi qui nous a fait l'honneur de présider le jury et de participer à l'évaluation de notre travail.*
- A monsieur BENGANA Mohamed pour avoir accepté d'examiner ce mémoire et de faire partie de ce jury.*

On remercie infiniment madame DJENANE Fatima, Mr ABOUDAOU Malek pour leurs accueils chaleureux au niveau de ISSER DELICE et aussi pour leurs encouragements et leurs aides précieux durant notre stage pratique et ainsi que Athman et Amine.

Sans oublier de remercier Mr TITOUCH Yacine, Mr BENCHOUAK Mounir et Mlle AIT OUAHIOUNE Lydia pour leurs générosités et leurs aides.

On remercie également tous les enseignants du département des Sciences Biologiques et Agronomiques.

Dédicace

Je tiens à remercier Dieu de m'avoir éclairé le chemin du savoir et de la vie.

Je dédie ce modeste travail

*A mes chers parents qui m'ont toujours soutenu, tout au long de ma vie que dieu
me les garde.*

A mes très chères sœurs LYNA, KENZIA et ma petite NADINE.

*A la mémoire de ma tante paternelle SAMIA, mon grand-père AMER,
Ma tante maternelle OUAZNA et ma cousine Meriam.*

A ma très chère binôme M^{lle} SARAH MERAD et tous mes amis (es).

*A tous ce qui de loin et de près n'ont pas cessé de m'apporter leur soutien
pendant mes années d'études.*

En fin à tous ceux que je connais ou qui me connaissent que je n'ai pas pu citer.

THALSA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*A mes chers PARENTS qui m'ont toujours soutenu,
tout au long de ma vie que dieu me les gardes.*

*A mon adorable petite sœur Amel et à mon frère
Yacine.*

*A mes amies avec qui j'ai partagé les bons moments
ainsi que les mauvais durant tous ce parcours.*

*A ma binôme avec qui j'ai connu des moment de joie
et de pure stresse.*

*A tous ce qui n'ont pas cessé de m'apporter leur
soutien pendant mes années d'études.*

Sarah.

Table des matières

Introduction

I. Généralités sur les génoises	3
1. Présentation de la génoise en tant que gâteau emblématique de la pâtisserie	3
2. Histoire de la génoise :	4
3. Types de génoise :	5
4. Ingrédients utilisés dans la fabrication de la génoise et leurs rôles :	6
1) Farine	6
2) Matière édulcorante	7
3) Matière grasse.....	8
4) Œufs	8
5) Produits laitiers.....	8
6) Agents chimiques	8
7) Sel.....	9
8) Eau	9
9) Additifs alimentaires	9
10) Produits « annexes »	11
5. La crème	11
1) Définition :.....	11
2) Les ingrédients de la crème	12
6. Diagramme technologique de fabrication de la génoise :	12
1) Le foisonnement :	12
2) La cuisson :.....	13
3) Le refroidissement :	14
4) Emballage et Étiquetage :	15
5) Stockage :.....	16
6) Distribution :	16
7) Contrôle de la qualité :	17
7. Valeur nutritionnelle d'une génoise	18
1) Macro nutriments	18
2) Micronutriments	19
8. Durée de vie de l'aliment :	20
9. Les aspects microbiologiques ; sensorielle et physicochimique de la génoise :	21
1) L'aspect microbiologique	21
Contamination avant la cuisson :	21

Sommaire

Contamination pendant la cuisson :	22
Contamination après la cuisson :	22
2) L'aspect sensoriel	22
Apparence visuelle :	23
Texture :	23
Arôme :	23
Goût :	23
Réactivité en bouche :	23
Équilibre des saveurs :	23
Longueur en bouche :	24
3) L'aspect physico-chimique	24
Teneur en humidité :	24
Composition chimique :	24
Activité de l'eau :	24
pH	24
Analyse de la couleur :	25
Analyse de la texture :	25
Analyse des additifs et contaminants :	25
Analyse des antioxydants :	25
Analyse des minéraux :	25
II. Huiles essentielles comme agents conservateurs des génoises	27
1. Un aperçu global des huiles essentielles :	27
1) Définition des HE :	27
2. La conservation de la génoise :	28
3. L'importance de la conservation des génoises en pâtisserie :	28
4. Méthodes alternatives de conservation des génoises :	29
1) Emballage sous vide :	29
2) Conservation en utilisant des agents antimicrobiens naturels :	29
5. Les Facteurs qui peuvent affecter la qualité et la durée de conservation de ces produits 31	
III. MATERIEL ET METHODES	33
1. Matériel végétal	33
1) L'huile essentielle de cannelle	33
2) L'eugénol	34
2. Matériel biologique	34
3. Matériel utilisé pour l'analyse microbiologique	35
1) Revivification de la souche bactérienne	35

Sommaire

2) Le dénombrement de la bactérie	36
3) Méthode de Test antibiogramme	38
4) La concentration minimale inhibitrice	39
5) Détermination de l'activité antioxydante	41
in vivo	
1. Préparation de la génoise	43
2. Préparation des échantillons en vue de l'effet de l'eugénol et l'huile essentielle sur la matrice	44
3. Les analyses physico-chimiques.....	45
1) Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)	46
2) Détermination de l'humidité (H%).....	47
3) Détermination de l'activité de l'eau (Aw)	47
4. Les analyses microbiologiques.....	48
1) Matériel utilisé	48
2) Échantillonnage, préparation des suspensions mères et des dilutions	49
3) Ensemencement et incubation	50
4) Recherche et dénombrement des colonies (levures et moisissures et flore mésophile aérobie)	50
5. Analyses sensorielles.....	52
IV. résultats et discussion	
1 Évaluation de l'activité antimicrobienne de l'eugénol et de l'HE de la cannelle	53
1) Aromatogramme	53
2) Lecture des CMI.....	54
3) Évaluation de l'activité antioxydant (DPPH•) de l'eugénol de l'HE de cannelle	55
3. Analyse physico-chimiques	57
1) Potentiel d'hydrogène (pH)	57
2) Activité de l'eau	58
3) Humidité.....	59
4. Analyses microbiologiques.....	60
5. Evaluation sensorielle des génoises.....	61

Liste des figures

Figure 1 : Génoise traditionnelle et industrielle.....	3
Figure 2: Ingrédients de la génoise.....	4
Figure 3 histoire de la génoise.....	5
Figure 4 : Différentes types de la génoise.....	6
Figure 5 : Ingrédient principale (farine).....	7
Figure 6 : Sirop l'un des matière édulcorante.....	7
Figure 7 : Œufs.....	8
Figure 8 : Décoration finale avec des produits annexes.....	11
Figure 9 : Foisonnement de la génoise.....	13
Figure 10 : Cuisson de la génoise.....	13
Figure 11 : Réfrigération pour le conditionnement et refroidissement de la génoise.....	14
Figure 12 : Découpage de la génoise.....	15
Figure 13 : Emballage et étiquetage de la génoise.....	15
Figure 14: stockage des génoises.....	16
Figure 15 : Point de ventes génoises.....	16
Figure 16 : Diagramme de fabrication de la génoises fourrées.....	17
Figure 17 : La teneur moyenne en macro nutriment.....	19
Figure 18:la teneur moyenne en minéraux.....	20
Figure 19:conservateur naturel antibactérien.....	29
Figure 20 : Formule chimique de l'eugénol.....	34
Figure 21: Revivification de la souche bactérienne.....	36
Figure 22:Denombrement de staphylococcus aureus ATCC.....	37
Figure 23:Schéma explicatif de la méthode du dénombrement.....	37
Figure 24: Schéma explicatif de la méthode de l'antibiogramme.....	39
Figure 25 : Manipulation de la méthode de l'antibiogramme.....	39
Figure 26: schéma explicatif de la méthode CMI.....	40
Figure 27 : Préparation de la génoise.....	44
Figure 28: Inhibition des disque Waltman avec les HE.....	45
Figure 29 : La mesure du pH.....	47
Figure 30 : la mesure de l'humidité.....	47
Figure 31 : La mesure de aw.....	48
Figure 32 : manipulation microbiologiques.....	51
Figure 33 : panel de dégustation.....	52
Figure 34: Résultat du test antibiogramme.....	53
Figure 35:Résultat obtenu pour CMI méthode liquide.....	54
Figure 36:résultat comparatif du % d'inhibition entre AA, eugénol et l'HE de cannelle.....	55
Figure 37:résultat graphique du suivi pH.....	58
Figure 38 : Résultat graphique de l'aw.....	59
Figure 39: Résultat graphique de l'humidité.....	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : additif alimentaire utilisés	10
Tableau 2 Matériel et solution utilisé	35
Tableau 3 : Matériel utiliser pour la physico chimique	46
Tableau 4 : Matériel utilisé	48
Tableau 5 :Conditions d'incubation des germes recherchés	50
Tableau 6 :Effet provoqué sur de l'eugénol et de l'HE de la cannelle les diamètres des zones d'inhibition de la souche bactérienne Staphylococcus aureus ATCC	53
Tableau 7 :Profil de la CMI de l'eugénol et l'HE de cannelle.....	55
Tableau 8 : Les seuils des Critères physico-chimiques appliqués au ISSER DELICE	57
Tableau 9 : Résultats d'analyses microbiologiques flore mésophile aérobie la génoise	61
Tableau 10 :Résultats d'analyses microbiologiques levure et moisissure de la génoise	61
Tableau 11 :Profil des résultats du test évaluation sensorielle.....	62

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

µl : microlitre

µm : micromètre

A : Absorbance

a_w : Activity water

BHB : Brain Heart Broth

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

DLC : Date Limite de Consommation

DLUO : Date limite d'utilisation optimale.

DPPH : diphényl picryl-hydrazine

g: Gramme

h : Heure

HE : Huile Essentielle

I : Inhibition

mg :milligramme

ml : millilitre

nm : nanomètre

PCA : Plate Count Agar

pH : potentiel d'hydrogène

T : température

UMMTO : Université Mouloud MAMMERI TIZI-OUZOU

UV : Ultraviolet

Introduction générale

Introduction générale

La génoise est un type de gâteau léger et moelleux originaire de la région italienne de Gênes, d'où elle tire son nom. Elle est considérée comme l'une des bases les plus polyvalentes de la pâtisserie, utilisée dans de nombreuses créations sucrées, telles que les gâteaux à étages, les roulés, les entremets et les petits fours.

Les huiles essentielles sont des extraits naturels concentrés dérivés de plantes qui possèdent souvent des propriétés antimicrobiennes et antifongiques (**Hessas & Simoud, 2018**). Ces propriétés peuvent contribuer à la préservation des produits céréaliers en inhibant la croissance de microorganismes responsables de la détérioration.

La conservation des produits céréaliers est un aspect important pour assurer leur fraîcheur et leur qualité à long terme. L'utilisation d'huiles essentielles de manière volatile peut être une méthode intéressante pour prolonger la durée de conservation des produits céréaliers. Lorsqu'il s'agit de pâtisseries délicates et légères comme les génoises, la conservation à long terme peut être un défi. La texture moelleuse et la fraîcheur de ces délices sucrés peuvent rapidement se détériorer, les rendant moins appétissants. Cependant, grâce aux avancées dans les technologies, il est désormais possible d'améliorer la conservation des génoises tout en préservant leur qualité et leur fraîcheur (**Paul., 2017**).

Lorsqu'elles sont utilisées de manière volatile, les huiles essentielles sont diffusées dans l'air environnant, ce qui permet leur dispersion à travers le produit céréalier. Cette diffusion peut aider à inhiber la croissance des microorganismes présents à la surface des grains ou dans l'emballage, réduisant ainsi les risques de contamination et de détérioration.

Dans notre travail, on s'est intéressé à l'évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydant de l'huile essentielle de la cannelle (*Cinnamomum verum*) et de l'eugénol appliqués dans une génoise.

Notre étude a été scindée en deux parties :

Une partie théorique comprenant deux chapitres, où le premier donne un bref aperçu sur les généralités de la génoises, le second est consacré à l'étude des huiles essentielles d'une manière générale et leur influence sur la conservation des génoises.

Une partie expérimentale, qui comprendra 2 parties la 1^{er} in vitro qu'on a étudié et évalué l'efficacité de l'eugénol et de HE de la cannelle sur l'activité antibactérienne et antioxydant Et la 2^{em} partie in vivo dont on a utilisé ces dernière dans la matrice alimentaire qui es la génoise Et suivre les analyse physico chimique et microbiologique ainsi l'évaluation sensorielle.

Introduction générale

Ainsi qu'une présentation des différents résultats obtenus et leur discussion par rapport aux références issues d'une recherche bibliographique. Et conclure par une conclusion générale résumant les résultats obtenus et dégageant les principales perspectives.

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Généralités sur les génoises

I. Généralité sur les génoises

1. Présentation de la génoise en tant que gâteau emblématique de la pâtisserie

La génoise est un gâteau emblématique de la pâtisserie qui a conquis les palais du monde entier. Reconnaisable à sa texture légère, moelleuse et aérienne, la génoise est un incontournable dans de nombreux desserts et pâtisseries (Chekini et Fellag .,2019).

Son nom est un hommage à la ville de Gênes en Italie, d'où elle tire ses origines.

La génoise est réputée pour sa simplicité et sa finesse, mettant en valeur les saveurs et les garnitures qui l'accompagnent. C'est un aliment à humidité intermédiaire, ayant subi un ou plusieurs traitements technologiques. Cuite au four, elle devient une pâte souple, légère et moelleuse de couleur brune dorée en surface et jaune à l'intérieur. Sa conservation en l'état est assurée pendant plusieurs mois, sans stérilisation thermique, ni congélation ou surgélation.

La particularité de la génoise réside dans sa méthode de préparation. Elle est réalisée en mélangeant délicatement des œufs, du sucre et de la farine. C'est grâce à l'incorporation d'air dans la pâte et à la cuisson à une température précise que la génoise acquiert sa texture légère et aérienne (Voysey & Legan., 1999).



Figure 1 : Génoise traditionnelle et industrielle



Figure 2: Ingrédients de la génoise

2. Histoire de la génoise :

La génoise est un biscuit à pâte battue qui entre dans la composition de nombreux mets en pâtisserie. On situe son invention vers le début du XVIII^e siècle.

La République de Gênes, ayant des relations commerciales maritimes avec d'autres États, dont l'Espagne, la France et le Portugal, a envoyé, entre 1747 et 1749, le marquis Domenico Pallavicini à la cour de Madrid (Espagne). Domenico Pallavicini, à son départ vers Madrid, apporta avec lui le personnel de sa maison. Parmi les domestiques qui suivaient le marquis Pallavicini, il y avait un jeune confiseur, Gio Batta (Jean-Baptiste) Cabona, qui servait la famille de l'ambassadeur depuis des années. À l'occasion d'une réception à Madrid, Pallavicini lui commanda un gâteau différent des habituels. Par la manipulation simple des ingrédients, à partir du classique gâteau de Savoie, Cabona inventa une pâte battue, extrêmement légère ; une fois goûté le gâteau, tant l'émerveillement et l'enthousiasme de la cour d'Espagne étaient grands ! qu'il fut convenu de baptiser une telle merveille de légèreté du nom de génoise. À Gênes, et depuis en Italie, ce gâteau a pris le nom de « pan di Spagna » (pain

d'Espagne), en l'honneur du roi Charles II et de sa cour. Selon Joseph Favre, on doit dire un biscuit génois ou un biscuit en pâte génoise (**Menard et al., 1992**).



Figure 3 histoire de la génoise

3. Types de génoise :

Le gâteau éponge est un délicieux dessert populaire qui peut servir de base à de nombreuses friandises différentes. Il existe deux principaux types de génoise : américaine et européenne. La version américaine est plus moelleuse et sucrée, et elle ne contient pas de graisse solide, elle est donc idéale pour les personnes qui surveillent leur poids. La version européenne a tendance à être plus savoureuse mais plus sèche des sirops et des liqueurs sont souvent ajoutés.

Lorsque la version américaine de ce type de gâteau est réalisée, les œufs à température ambiante sont séparés. Le jaune et le blanc sont battus séparément jusqu'à ce qu'ils soient épais et mousseux, ce qui donne au gâteau un plein volume. Le gâteau peut être servi nature, saupoudré de sucre en poudre ou garni de fruits et de crème fouettée.

La génoise européenne, est à la base de nombreux desserts d'Europe de l'Est. Pour ce type de gâteau, les œufs sont battus entiers. Une petite quantité de beurre fondu est également ajoutée à la pâte. Le résultat est un gâteau plus savoureux et moins sucré qu'un gâteau éponge américain (**Maache-Rezzoug et al .,1992**).

Il existe également plusieurs autres variantes de la génoise, notamment la génoise nature à la vanille, la génoise au chocolat, la génoise au citron, la génoise à la noisette et la génoise à l'amande. Il est possible de combiner différents saveurs pour créer de nouvelles variantes de génoises, comme une génoise à la vanille et à la noix de coco ou une génoise au chocolat et à

la menthe. La génoise est une base polyvalente qui peut être adaptée à de nombreuses recettes de gâteaux.



Figure 4 : Différentes types de la génoise

4. Ingrédients utilisés dans la fabrication de la génoise et leurs rôles :

La génoise est produite en faisant interagir les différents ingrédients pour former une matrice continue contenant des petites cellules gazeuses : la pâte. L'eau est essentielle pour l'hydratation et la formation de la pâte. Les différents ingrédients sont alors utilisés pour établir une structure (émulsion) bien texturée et améliorer ses propriétés (Chekini et Fellag.,2019).

1) Farine

La farine de blé tendre est un ingrédient important dans la préparation de la génoise, qui doit être de type pâtissier avec une faible teneur en protéines et en cendres. Le gluten contenu dans la farine doit être extensible mais pas trop élastique pour éviter la rupture et la rétraction de la pâte (Matz.,1992). Les farines à haute teneur en protéines sont à éviter car elles résistent à la levée de la pâte et peuvent donner une texture ferme à la génoise. La couleur, la pureté et la taille des particules de la farine influencent également l'apparence de la pâte, qui doit être

blanche, pure et à petites particules. Les farines ayant une faible capacité d'absorption d'eau sont préférées car elles permettent une bonne extensibilité de la pâte (Desrochers *et al.*, 2004).



Figure 5 : Ingrédient principale (farine)

2) Matière édulcorante

Le sucre ou le sirop de glucose sont utilisés comme édulcorants dans la préparation de la génoise. En plus de leur pouvoir sucrant, ils agissent comme des agents humectant, ce qui affecte la texture et contribue à la formation d'une mie tendre dans le produit fini. La nature hygroscopique du sucre réduit la quantité d'eau libre dans la pâte et retarde la gélification de l'amidon, ce qui rend la pâte plus souple (Feillet, 2000). Le sucre agit également comme conservateur, stabilisant, et agent colorant, en retardant le rancissement de la matière grasse, en évitant l'écroulement de la pâte et en contribuant à la couleur dorée appréciée de la génoise lors de la réaction de Maillard pendant la cuisson



Figure 6 : Sirop l'un des matière édulcorante

3) Matière grasse

La graisse de palme est utilisée dans la génoise pour enrober les protéines du gluten et des œufs ainsi que les particules de l'amidon, ce qui empêche leur hydratation et la formation d'un réseau continu structuré. Elle émulsifie les liquides dans la pâte, augmentant l'humidité de la mie et contribue à une texture douce et tendre (Maache-Rezzoug *et al.*, 1992).

4) Œufs

Ils contribuent dans l'augmentation de volume et l'amélioration du goût. Les œufs ajoutent à la génoise une saveur douce, une couleur dorée et une valeur nutritionnelle remarquable. En plus, le jaune d'œuf a un effet émulsifiant à cause du taux du lipide présent. (Maache-Rezzoug *et al.*, 1992).



Figure 7 : Œufs

5) Produits laitiers

Le lactosérum et le lait en poudre sont utilisés pour améliorer la valeur nutritive et la qualité organoleptique du produit. De plus, le lactosérum augmente l'élasticité de la pâte et joue un rôle de fixateur de l'humidité en plus de sa saveur lactée.

6) Agents chimiques

Les substances utilisées sont le bicarbonate de sodium (NaHCO_3) et le pyrophosphate de sodium ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Elles réagissent pour faire lever la pâte, varier le pH et former une structure alvéolaire développée sous l'action conjuguée de l'humidité et de la chaleur. Ce développement

est dû au dégagement gazeux qui a pour résultat final de transformer le milieu compact en une pâte légère et agréable à déguster (**Maache-Rezzoug et al., 1992**).

7) Sel

Le sel est un agent humectant qui joue un rôle dans la conservation des produits et un exhausteur du goût qui développe la saveur des pâtes. De plus, il augmente l'élasticité du gluten et améliore les propriétés plastiques des pâtes (**Moll & Moll.,1998 ; Feillet., 2000**).

8) Eau

L'eau permet de dissoudre les ingrédients en poudre et de les rassembler pour donner une pâte lisse et homogène. Elle permet l'hydratation de la farine, gonfle les grains de l'amidon et donne de l'élasticité au gluten.

9) Additifs alimentaires

Ils sont ajoutés dans le but d'améliorer les caractéristiques organoleptiques de la pâte, de prolonger la durée de conservation et de réduire les risques d'altération susceptibles d'affecter le produit lors du stockage.

Tableau 1 : additif alimentaire utilisés (Ranken *et al.*, 1997; Labuza & Hyman., 1998; Moll Et Moll., 1998; Sahi & Alava ., 2003; Figoni., 2008)

Nom	Classe	Fonction
<p>Glycérol: E422 Sorbitol: E420</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Humectants - Affermissants - Stabilisants 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitent le dessèchement dû aux migrations d'eau et assurent une texture moelleuse (LABUZA & HYMAN, 1998). - Augmentent la viscosité de l'aliment. - Homogénéisent et stabilisent les mélanges hétérogènes (MOLL & MOLL, 1998).
<p>Mono et di-glycéride: E471, E475 Lécithines: E322</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Emulsifiants 	<p>Se sont des molécules qui possèdent une extrémité hydrophile et une extrémité hydrophobe. Elles facilitent ainsi l'homogénéisation dans les denrées alimentaires de plusieurs constituants non miscibles, et forment des émulsions stables (MOLL & MOLL, 1998; SAHI & ALAVA, 2003). Elles contribuent à donner une mie moelleuse et limitent le rassissement de la mie car elles retardent le processus de rétrogradation de l'amidon en prévenant sa gélatinisation (RANKEN <i>et al.</i>, 1997; FIGONI, 2008).</p>
<p>Sorbate de potassium : E202</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conservateur 	<p>Prolonge la durée de conservation des aliments en les protégeant contre les altérations dues aux micro-organismes (MOLL & MOLL., 1998; FIGONI., 2008).</p>
<p>Acide citrique : E330</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Correcteur d'acidité - Antioxydant 	<ul style="list-style-type: none"> - Modifie l'acidité de l'aliment. - Prolonge la durée de conservation des aliments en les protégeant contre les altérations dues à l'action de l'oxygène telles que le rancissement des matières grasses et les modifications du couleur (RANKEN <i>et al.</i>, 1997; MOLL et MOLL.,1998).

10) Produits « annexes »

Ces produits sont ajoutés pour fourrer et décorer la génoise, ce sont des crèmes ou sucre aromatisés.



Figure 8 : Décoration finale avec des produits annexes

5. La crème

1) Définition :

Les crèmes sont à la base des desserts les plus savoureux, elles apportent aux gâteaux une sensibilité et un raffinement gustatif incomparables qui en ont fait leur réputation. Toutefois, leur préparation est particulièrement délicate. Les crèmes sont surtout utilisées pour fourrer ou garnir, pour masquer ou napper, pour accompagner ou pour décorer les différents produits de pâtisserie (**Chaboissier & Lerigre., 2005**).

La dénomination « crème » désigne tout un ensemble de préparations très variées, essentiellement réalisées à partir de produits laitiers (lait et crème), d'œufs, de matières édulcorantes (saccharose, sirop de sucre inverti, etc.), de matières grasses (beurre, margarine) et de matières aromatiques (arômes naturels, fruits, alcools, liqueurs) (**Chaboissier & Lerigre., 2005**).

2) Les ingrédients de la crème

Matière grasse végétale :

La matière grasse joue les rôles de miscibilité, de plasticité, texturant et -aromatisant.

Produits sucrants :

La matière sucrante joue le rôle d'agent de conservation (humectant), aromatisant, texturant et colorant. La matière sucrante aide à retarder le rancissement de la matière grasse et la multiplication microbienne dans la crème, la haute teneur en matière sucrante d'une crème favorise une pression osmotique élevée et diminue l'activité de l'eau, ce qui prolonge la durée de conservation et en plus la matière sucrante est utilisée pour son effet sur la saveur de produit. D'ailleurs plus les grains de sucre sont fins, plus l'incorporation d'air sera élevée.

Sirop de glucose :

Le sirop de glucose joue un rôle retardateur de la dessiccation des produits, et assure ainsi une plus longue durée de conservation.

Lait en poudre :

Le lait en poudre est additionné à la crème dans le but d'obtenir une crème légère et d'améliorer son volume.

6. Diagramme technologique de fabrication de la génoise :

Le diagramme de fabrication de la génoise est présenté dans les **Figures 16**.

Les étapes déterminantes quant à la qualité organoleptique et microbiologique du produit fini sont le foisonnement, la cuisson et le refroidissement-conditionnement. (**Bourhis ., 2020**)

1) Le foisonnement :

Est une opération qui consiste à homogénéiser le mélange et à intégrer de l'air dans la préparation pour obtenir un produit léger, volumineux et aéré. Par ailleurs, elle permet d'avoir une pâte bien développée par la mise en place d'interactions entre les constituants et la création de structures protéiques orientées (**Bennion et al., 1997**).



Figure 9 : Foisonnement de la génoise

2) La cuisson :

C'est un traitement thermique de stabilisation, il permet de rallonger la durée de vie du produit et de faire passer le mélange de l'état mousseux à l'état spongieux. Au cours de cette étape plusieurs phénomènes se produisent :

- La coagulation des matières albuminoïdes (gluten, blanc d'œufs...) qui constitue le réseau tridimensionnel responsable du développement du produit
- La réaction du Maillard entre les sucres réducteurs et les acides aminés responsable de la coloration de la génoise.
- Le dégagement gazeux généré par la chaleur sous l'action des agents de levée responsable de la structure alvéolaire du produit (Feillet., 2000 ; Delacharlerie., 2008).



Figure 10 : Cuisson de la génoise

3) Le refroidissement :

La manipulation et le conditionnement sont les principales étapes responsables des altérations.

En général, les produits pâtisseries sont stables de point de vue microbiologique mais le contact du produit avec l'air ambiant et les surfaces du travail ainsi que la manipulation par le personnel accentuent le risque des contaminations secondaires qui déprécient la qualité microbiologique du produit et risquent de l'altérer au cours de stockage (**Bourhis .,2020**).



Figure 11 : Réfrigération pour le conditionnement et refroidissement de la génoise

Une fois la génoise fabriquée, elle doit être conditionnée et stockée correctement pour assurer sa fraîcheur et sa qualité.

- Voici les étapes typiques de conditionnement et de stockage:

Refroidissement complet : Après la cuisson, la génoise doit être complètement refroidie avant d'être conditionnée. Cela permet d'éviter la condensation et la détérioration de la texture.

Découpage : Selon les besoins et les spécifications, la génoise peut être découpée en différentes formes et tailles ou des desserts individuels ou des rectangles pour des gâteaux en couches (**Bennion et al ., 1997**).



Figure 12 : Découpage de la génoise

4) Emballage et Étiquetage :

- **Emballage individuel :** Les parts de génoise peuvent être emballées individuellement dans du film plastique ou des sachets pour garantir leur fraîcheur et faciliter leur distribution ou pour les protéger de la poussière, de l'humidité et de la contamination.

Ces emballages peuvent être scellés ou fermés à l'aide de rubans adhésifs.

- **Emballage en vrac :** Si la génoise est destinée à être utilisée en grande quantité dans une cuisine ou une pâtisserie, elle peut être conditionnée en vrac dans des boîtes ou des contenants adaptés. L'étiquetage précis et approprié des génoises conditionnées est crucial pour fournir aux consommateurs les informations nécessaires sur le produit (Bennion *et al.*, 1997).



Figure 13 : Emballage et étiquetage de la génoise

5) Stockage :

Les génoises conditionnées sont transférées dans des entrepôts ou des installations de distribution avant d'être expédiées aux points de vente ou aux clients finaux

Elles sont conservées dans des conditions appropriées pour maintenir leur fraîcheur jusqu'à leur diffusion (**Edward., 2007**).



Figure 14: stockage des génoises

6) Distribution :

Une fois les génoises conditionnées et stockées, elles sont prêtes à être distribuées aux points de vente ou aux clients finaux. Cela peut se faire par le biais de canaux de distribution tels que les supermarchés, les boulangeries, les pâtisseries, les cafétérias, etc (**Bennion et al., 1997**).



Figure 15 : Point de ventes génoises

7) Contrôle de la qualité :

Tout au long du processus de conditionnement et de stockage, il est essentiel de procéder à des contrôles de qualité réguliers pour s'assurer que les génoises répondent aux normes de qualité et de sécurité alimentaire établies. Cela peut inclure des vérifications visuelles, des tests sensoriels, des mesures de poids et des analyses microbiologiques, selon les exigences spécifiques de l'entreprise (Lara & al., 2011).

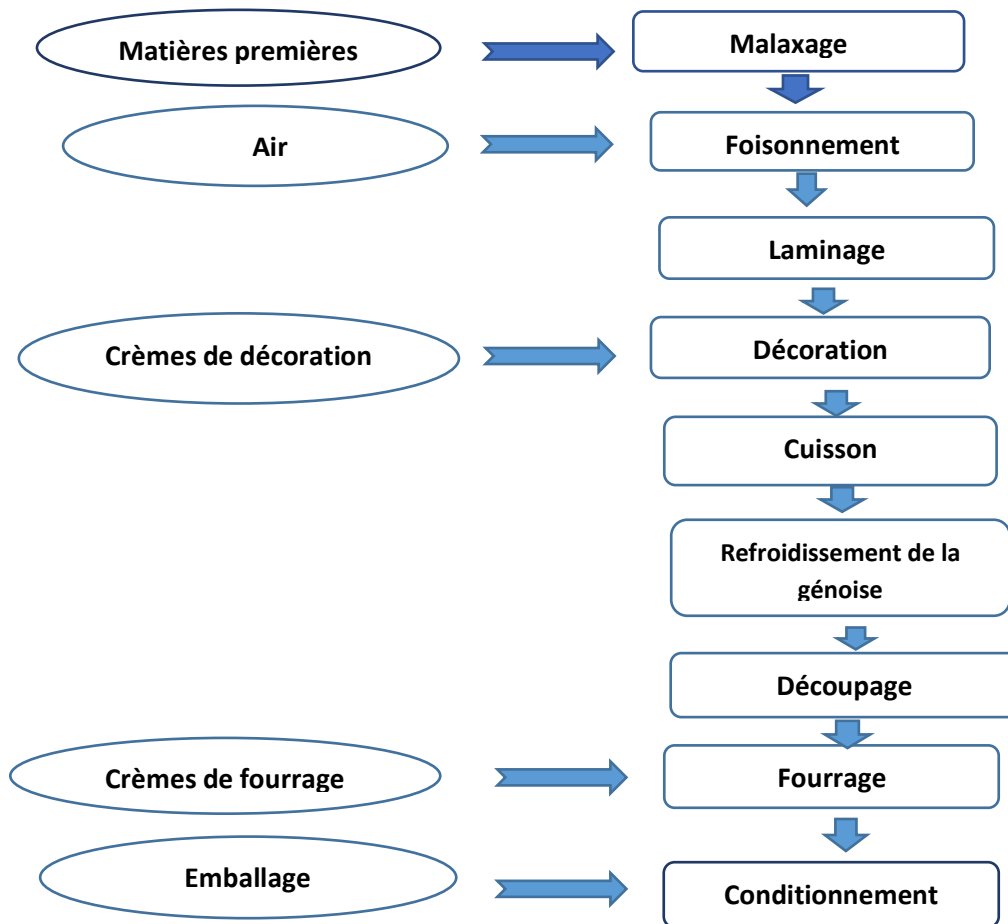


Figure 16 : Diagramme de fabrication de la génoises fourrées (Matz & Menard ., 1992 ; Feillet., 2000 ; Delacharlerie et al., 2008)

7. Valeur nutritionnelle d'une génoise

1) Macro nutriments

De nature, c'est un gâteau moelleux de type génoise. Il possède d'importantes quantités de glucides, une proportion moindre de protéines et énormément de lipides par 100 g de produit. Les macronutriments qu'il contient peuvent permettre de munir les cellules en énergie ainsi que de développer et de maintenir les tissus osseux et musculaires.

L'analyse biochimique d'une génoise peut fournir des informations sur sa composition nutritionnelle et sur les réactions chimiques qui se produisent lors de sa préparation. **(D'après Anonyme 01)** Voici quelques éléments d'analyse biochimique qui peuvent être pertinents pour une génoise :

1. **Composition en macronutriments :** L'analyse biochimique peut déterminer la teneur en macronutriments tels que les glucides, les lipides et les protéines dans la génoise. Cela permet d'évaluer la valeur nutritionnelle du gâteau et de quantifier la quantité d'énergie fournie par ces macronutriments.
2. **Profil en acides aminés :** Les protéines présentes dans la génoise sont composées d'acides aminés. L'analyse biochimique peut aider à déterminer la composition en acides aminés de la génoise, ce qui peut être utile pour évaluer sa qualité protéique et sa valeur nutritionnelle.
3. **Activité enzymatique :** L'analyse biochimique peut mesurer l'activité enzymatique dans la génoise. Les enzymes, telles que les amylases ou les protéases, peuvent être présentes dans les ingrédients utilisés ou être activées pendant la préparation de la génoise. L'activité enzymatique peut avoir un impact sur la texture, la digestibilité et la conservation de la génoise.
4. **Profil en sucres :** Les sucres sont des composants importants de la génoise, et l'analyse biochimique peut aider à déterminer leur composition et leur concentration. Cela peut être utile pour comprendre les réactions de caramélisation ou de Maillard qui se produisent lors de la cuisson de la génoise, ce qui peut affecter sa couleur, sa saveur et sa texture.

5. **Profil en lipides** : Les lipides présents dans la génoise peuvent être analysés pour déterminer leur composition en acides gras. Cela permet de comprendre les types d'acides gras présents, tels que les acides gras saturés, les acides gras mono insaturés et les acides gras polyinsaturés, ce qui peut avoir des implications sur la santé.

- En terme de Calories (en Kcal)

Il est important de se rappeler que ce délicieux gâteau est également très riche en calories, avec environ 383 calories pour 100 grammes. Cela représente un apport énergétique considérable qui doit être pris en compte dans le cadre d'une alimentation équilibrée.

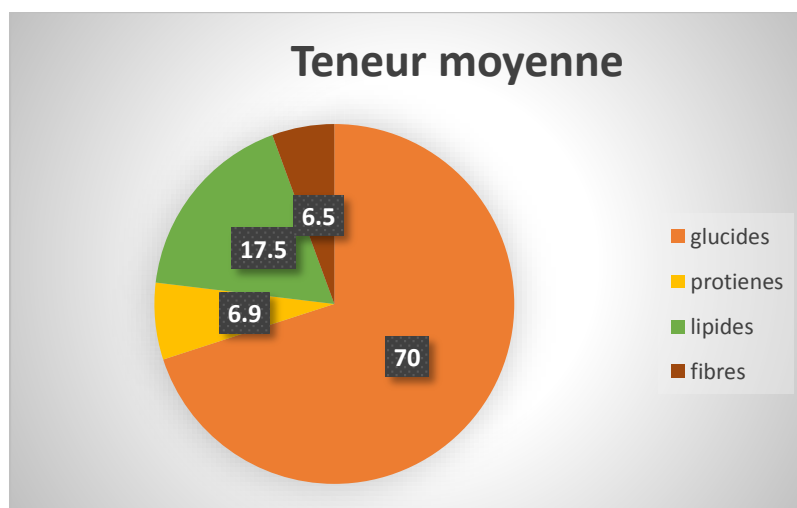


Figure 17 : La teneur moyenne en macro nutriment

2) Micronutriments

En termes de micronutriments, la génoise contient des quantités limitées de vitamines et de minéraux. Les œufs utilisés dans la génoise sont riches en vitamines B2, B12 et D, ainsi qu'en sélénium et en iode. Le beurre et la farine peuvent également contenir de petites quantités de vitamines et de minéraux, mais cela dépend de la qualité et de la source des ingrédients utilisés.

Minéraux & oligo-éléments

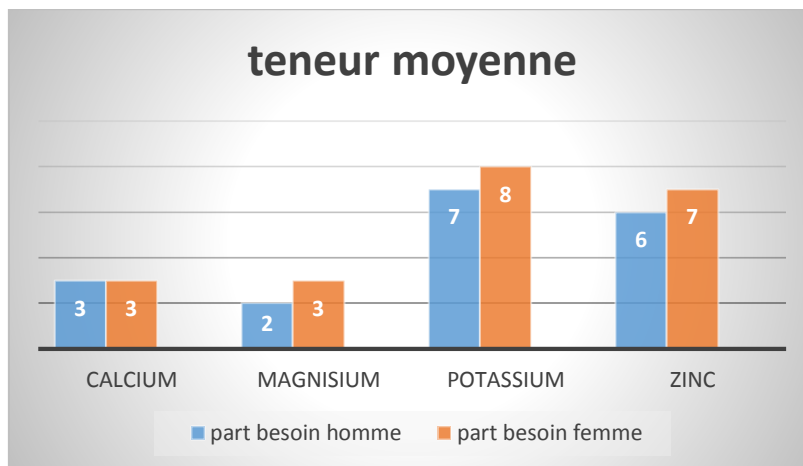


Figure 18: la teneur moyenne en minéraux

Il est important de noter que la génoise est généralement consommée en quantités relativement petites, car elle est souvent utilisée comme base pour les gâteaux et les desserts, plutôt que comme aliment principal. Par conséquent, la teneur en nutriments de la génoise est généralement considérée comme un facteur relativement mineur dans l'ensemble d'une alimentation saine et équilibrée.

8. Durée de vie de l'aliment :

Notion de durée de vie

Les aliments vivent, vieillissent et meurent selon des cycles biologiques naturels. La durée de vie est la période pendant laquelle la denrée conserve les propriétés compatibles avec l'usage qui leur est destiné (**Kilcast & Subramaniam .,2000 ; Bremaud *et al.*, 2006 ; Djenane *et al.*, 2016**).

Dans le cas des denrées alimentaires préemballées, tant que l'emballage n'a pas subi une ouverture ou une modification et que les conditions de conservation sont respectées, la denrée doit rester saine, sûre et sans danger ; conserver ses qualités organoleptiques, chimiques, physiques et microbiologiques.

La Date Limite de Consommation (DLC) est utilisée pour les denrées alimentaires très périssables, comme la viande, le poisson, les plats préparés frais, etc. Elle indique la date jusqu'à

laquelle le produit peut être consommé en toute sécurité sur le plan sanitaire. Passé cette date, il est recommandé de ne pas consommer le produit, car il peut présenter un risque pour la santé.

La Date Limite d'Utilisation Optimale (DLUO) est utilisée pour les produits alimentaires moins périssables, tels que les céréales, les conserves, les snacks, etc. Elle indique la date jusqu'à laquelle le produit est susceptible de conserver ses qualités organoleptiques optimales, telles que le goût, la texture, l'aspect, etc. Au-delà de cette date, le produit peut toujours être consommé, mais il peut présenter une altération de ses caractéristiques sensorielles sans forcément constituer un risque pour la santé.

Dans le cas des produits céréaliers à humidité intermédiaire, qui sont moins sensibles au risque sanitaire, on utilise généralement la DLUO plutôt que la DLC. Cela est dû au fait que ces produits ont tendance à se détériorer sur le plan organoleptique (goût, texture, odeur, etc.) avant de présenter un réel risque pour la santé. Ainsi, la DLUO permet aux consommateurs de savoir jusqu'à quelle date le produit est susceptible de conserver ses qualités gustatives optimales, même s'il peut être consommé après cette date sans danger majeur pour la santé (**Delacharlerie *et al.*, 2008**).

Il est important de noter que la DLC et la DLUO sont des indications fournies par les fabricants et sont basées sur des tests de stabilité et des études de conservation. Il est toujours recommandé de faire preuve de bon sens et de vérifier l'état du produit avant de le consommer, en tenant compte de son aspect, de son odeur et de sa texture. En cas de doute ! sur la sécurité ou la qualité d'un produit alimentaire, il est préférable de s'abstenir de le consommer (**Bourgeois ., 1991 ; Kilcast & Subramaniam., 2000**).

9. Les aspects microbiologiques ; sensorielle et physicochimique de la génoise :

1) L'aspect microbiologique

La microbiologie des génoises est un aspect essentiel pour garantir leur sécurité sanitaire. Bien que les génoises soient généralement cuites à des températures élevées, il est toujours possible qu'elles puissent être contaminées par des micro-organismes avant, pendant ou après la cuisson. (**Guiraud & Rosec., 2004**) Voici quelques points importants à considérer :

Contamination avant la cuisson :

Les ingrédients utilisés dans la préparation de la génoise, tels que les œufs, la farine et le sucre, peuvent être contaminés par des micro-organismes pathogènes tels que Salmonella ou

d'autres micro-organismes. Ou des bactéries communes présentes dans l'environnement. Il est important d'utiliser des ingrédients frais et de qualité et de suivre des pratiques d'hygiène appropriées lors de la manipulation des ingrédients.

Contamination pendant la cuisson :

La cuisson de la génoise à des températures élevées tue la plupart des micro-organismes présents. Cependant, si la cuisson est insuffisante ou si des conditions de cuisson inadéquates sont utilisées, il est possible que certains micro-organismes survivent. Il est donc crucial de suivre les instructions de cuisson recommandées pour s'assurer d'une cuisson adéquate et éliminer les risques microbiologiques.

Contamination après la cuisson :

Une fois la génoise cuite et refroidie, il est important de la manipuler et de la stocker de manière appropriée pour éviter toute contamination ultérieure. Les surfaces de manipulation, les ustensiles et les mains des manipulateurs du produit doivent être propres et désinfectés. De plus, la génoise doit être conservée dans des conditions optimales, telles que dans un emballage hermétique, pour prévenir la prolifération bactérienne.

Il convient de noter que l'analyse microbiologique de chaque génoise individuelle n'est pas effectuée couramment dans un contexte industriel et « at home ». Cependant, les principes généraux d'hygiène alimentaire et de manipulation sûre des aliments doivent être suivis pour minimiser les risques de contamination microbiologique dans les génoises.

2) L'aspect sensoriel

L'analyse sensorielle est une technique d'évaluation utilisée pour étudier les caractéristiques organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques perçues par les 5 sens que possède un être humain (vue, odorat, goût, toucher, ouïe). Dans le cas spécifique des génoises, qui sont des gâteaux éponges souvent utilisés comme base pour les desserts, l'analyse sensorielle peut être effectuée pour évaluer différentes caractéristiques (**Kaouane Louiza., 2022**).

Apparence visuelle :

L'évaluation de l'apparence visuelle de la génoise comprendrait des aspects tels que la couleur de la croûte, la texture de la surface, la hauteur du gâteau, la présence de fissures ou d'autres imperfections.

Texture :

La texture de la génoise est un aspect important de son évaluation sensorielle. Elle peut être évaluée en termes de légèreté, de moelleux, de densité, de tendreté et de finesse de la mie. On peut également examiner la présence de trous, de grumeaux ou d'une texture inégale.

Arôme :

L'arôme de la génoise peut être évalué en termes de sa fraîcheur, de sa richesse, de son parfum et de sa complexité. On peut détecter des notes de vanille, de chocolat, de beurre ou d'autres ingrédients utilisés dans la recette. L'arôme peut également être évalué en fonction de son intensité et de sa persistance.

Goût :

Le goût de la génoise peut être évalué en termes de douceur, de saveur, d'équilibre et de richesse gustative. On peut évaluer la présence de sucre, de vanille, de chocolat ou d'autres arômes utilisés dans la recette.

Réactivité en bouche :

Lors de l'évaluation sensorielle de la génoise, la réactivité en bouche fait référence à la manière dont le gâteau réagit lorsqu'il est mastiqué. On peut évaluer la facilité avec laquelle la génoise se fond en bouche, sa consistance lorsqu'elle est mâchée et sa réaction aux mouvements de la langue et des dents.

Équilibre des saveurs :

L'équilibre des saveurs dans la génoise est important pour garantir une expérience gustative harmonieuse. On peut évaluer si les saveurs sucrées, salées ou acidulées sont bien équilibrées, si aucune saveur ne domine ou ne masque les autres.

Longueur en bouche :

La longueur en bouche fait référence à la persistance des saveurs après avoir consommé la génoise. On peut évaluer si les saveurs restent en bouche pendant un certain temps après la dégustation ou si elles disparaissent rapidement.

Il est important de noter que l'analyse sensorielle peut être subjective, car elle dépend des préférences individuelles et des perceptions sensorielles de chaque personne. Elle est généralement réalisée par un panel de dégustateurs formés et qualifiés qui utilisent des méthodes standardisées pour garantir des résultats fiables.

3) L'aspect physico-chimique

Teneur en humidité :

L'analyse de la teneur en humidité permet de déterminer la quantité d'eau présente dans la génoise. Cela peut être effectué en utilisant des méthodes de séchage, telles que la méthode gravimétrique, pour calculer le pourcentage d'eau dans l'échantillon.

Composition chimique :

Des méthodes telles que la spectrométrie infrarouge, la chromatographie et les méthodes enzymatiques peuvent être utilisées pour quantifier les différents composants de la génoise, tels que les protéines, les lipides, les glucides et les fibres alimentaires (**Redjadj & Oubellil., 2014**)

Activité de l'eau :

L'analyse de l'activité de l'eau dans la génoise est importante car elle peut influencer sa stabilité, sa durée de conservation et sa texture. Des méthodes spécifiques, comme la méthode du point de rosée ou la méthode des isothermes de sorption, peuvent être utilisées pour mesurer l'activité de l'eau dans l'échantillon.

pH :

Le pH de la génoise peut être mesuré pour évaluer son caractère acide, neutre ou basique. Cela peut être réalisé en utilisant un pH-mètre pour déterminer la concentration d'ions

d'hydrogène présents dans la génoise. Le pH peut affecter la texture, la saveur et la stabilité du produit (Amezrar ., 2021).

Analyse de la couleur :

L'analyse de la couleur peut être réalisée à l'aide d'un colorimètre pour quantifier les paramètres de couleur tels que la luminosité, l'intensité et la teinte de la génoise. Cela permet d'évaluer la qualité esthétique du produit et de détecter d'éventuels défauts de coloration (Redjadj & Oubellil., 2014).

Analyse de la texture :

L'analyse de la texture peut inclure des mesures telles que la dureté, l'élasticité, la friabilité et la viscosité de la génoise. Ces mesures peuvent être réalisées à l'aide d'appareils tels que le tex uromètre pour évaluer la résistance mécanique et les propriétés de déformation de la génoise (Chelabi & Medhdour., 2013).

Analyse des additifs et contaminants :

Il est également possible de réaliser des analyses pour détecter la présence d'additifs alimentaires tels que les colorants, les conservateurs ou les agents de levage dans la génoise (Amezrar ., 2021). De plus, des tests peuvent être effectués pour rechercher d'éventuels contaminants tels que les résidus de pesticides, les métaux lourds ou les substances toxiques.

Analyse des antioxydants :

Cette analyse vise à quantifier les antioxydants présents dans la génoise, tels que les vitamines C et E, les polyphénols ou les caroténoïdes. Elle peut être réalisée par des méthodes spectroscopiques ou chromatographiques (Chelabi & Medhdour., 2013).

Analyse des minéraux :

Cette analyse consiste à déterminer la teneur en minéraux essentiels, tels que le calcium, le fer, le magnésium et le potassium, présents dans la génoise. Elle peut être réalisée à l'aide de

méthodes telles que la spectrométrie d'émission atomique ou la spectrométrie de masse **(Amezrar., 2021)**.

Ces analyses physico-chimiques permettent d'obtenir des informations détaillées sur la composition nutritionnelle, les réactions chimiques et la présence de divers composés dans les génoises, contribuant ainsi à évaluer leur qualité et leur caractéristiques physico-chimiques.

Chapitre II
Huiles essentielles comme agents
conservateurs des génoises

Chapitre II : Huiles essentielles comme agents conservateurs des génoises

II. Huiles essentielles comme agents conservateurs des génoises

1. Un aperçu global des huiles essentielles :

1) Définition des HE :

Le terme "huile" est utilisé en raison de la capacité des composés à se dissoudre dans les graisses et de leur caractère hydrophobe. Le terme "essentielle" fait référence à l'odeur caractéristique, plus ou moins intense, émise par la plante, ainsi qu'au fait qu'elles soient inflammables.

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés volatils, appelés métabolites secondaires, extraits des plantes par hydro distillation ou expression mécanique. Elles sont obtenues à partir de différentes parties de la plante, telles que les feuilles, les graines, les bourgeons, les fleurs, les brindilles, les écorces, le bois, les racines, les tiges ou les fruits (**Béatrice et al., 2004.**).

Les gommés qui s'écoulent des arbres peuvent également fournir certaines huiles essentielles. Après l'extraction, les huiles sont séparées de l'eau par des procédés physiques (**Aboudaou., 2017**). Les huiles essentielles, également appelées "essences" ou "essences aromatiques végétales", Elles sont généralement incolores à température ambiante, solubles dans l'alcool et l'éther, mais insolubles dans l'eau. Ces huiles présentent une forte odeur et ont une densité inférieure à celle de l'eau. Il est important de distinguer les huiles essentielles des huiles végétales et des huiles synthétiques, car elles diffèrent considérablement au niveau de leur composition chimique (**Hessas & Simoud., 2018**).

Elles sont largement utilisées dans le domaine de la santé en raison de leurs propriétés antibactériennes, antifongiques et insecticides (**Hessas & Simoud ., 2018**).

Selon la Commission de la Pharmacopée Européenne (01-2008 : 2098), une huile essentielle est définie comme un produit odorant, généralement composé de matières complexes, obtenue à partir d'une matière première végétale botaniquement définie. Selon la norme **AFNOR NF T 75-006 (février 1998)**, une huile essentielle est obtenue à partir d'une matière première végétale par entraînement à la vapeur, procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, ou distillation sèche. Par la suite, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques dans les deux premiers modes d'obtention. Elle peut subir des traitements physiques qui n'altèrent pas significativement sa composition, tels que la redistillation ou l'aération

Chapitre II : Huiles essentielles comme agents conservateurs des génoises

2. La conservation de la génoise :

La génoise est un élément fondamental de la pâtisserie, appréciée pour sa texture légère, son moelleux et sa saveur délicate. Cependant, en raison de sa composition en matières grasses, la génoise peut se dessécher rapidement si elle n'est pas conservée correctement. C'est pourquoi la conservation adéquate des génoises revêt une importance capitale pour préserver leur fraîcheur, leur texture et leur goût. En suivant les bonnes pratiques de conservation, il est possible de prolonger la durée de vie des génoises et de garantir des desserts délicieux, même après plusieurs jours. Dans cette présentation, nous explorerons les différentes techniques de conservation, les durées recommandées et les facteurs à éviter pour assurer une conservation réussie des génoises en pâtisserie.

3. L'importance de la conservation des génoises en pâtisserie :

D'après (**Bourgeois., 1992**) La conservation appropriée des génoises en pâtisserie revêt une grande importance pour plusieurs raisons :

1. **Fraîcheur** : Une génoise fraîche est essentielle pour obtenir des desserts de qualité. Une génoise bien conservée conserve sa fraîcheur, ce qui contribue à préserver sa texture moelleuse et légère, ainsi que son goût délicat.
2. **Texture** : La génoise est caractérisée par sa texture légère et aérée. Une conservation inappropriée peut entraîner un dessèchement de la génoise, la rendant dure et moins agréable à manger. En conservant correctement la génoise, on préserve sa texture douce et spongieuse.
3. **Goût** : La génoise a une saveur subtile et neutre, ce qui en fait une base parfaite pour une variété de desserts. Cependant, une mauvaise conservation peut entraîner l'absorption d'odeurs indésirables ou altérer son goût initial. Une conservation adéquate permet de préserver la saveur délicate de la génoise.
4. **Réduction du gaspillage** : En conservant les génoises de manière adéquate, on évite leur détérioration prématurée et on réduit le gaspillage alimentaire. On peut ainsi profiter pleinement des génoises préparées sans avoir à les jeter en raison d'une mauvaise conservation.

Chapitre II : Huiles essentielles comme agents conservateurs des génoises

4. Méthodes alternatives de conservation des génoises :

La génoise constitue une alternative intéressante, aux gâteaux ou autres BISCUITS. Pouvant s'imprégner de sirop, de garnitures et de crème, elle est très prisée pour la goûter. La génoise peut se conserver avec plusieurs méthodes, toutefois, pour garder la saveur d'une génoise (Roux.,1994).

Voici quelques méthodes de conservation des produits céréaliers tels que la génoise

1) Emballage sous vide :

L'emballage sous vide est une méthode qui consiste à retirer l'air du sac en plastique ou du contenant pour prolonger la durée de conservation des génoises. Les génoises emballées sous vide peuvent être conservées pendant plusieurs semaines (Mahzem & Ikhlef., 2013).

2) Conservation en utilisant des agents antimicrobiens naturels :

Certains agents antimicrobiens naturels tels que le vinaigre, l'acide ascorbique et les extraits de plantes peuvent être utilisés pour prolonger la durée de conservation des génoises et d'autres produits céréaliers (Roux., 1994). Ces agents sont ajoutés directement dans la pâte ou incorporés sur l'emballage pour inhiber la croissance des bactéries et des moisissures.



Figure 19:conservateur naturel antibactérien

Chapitre II : Huiles essentielles comme agents conservateurs des génoises

- **L’emballage actif pour prolonger la durée de conservation :**

L'utilisation des huiles essentielles dans l'emballage actif, également connu sous le nom d'emballage aromatisé, est une approche innovante pour prolonger la durée de conservation des aliments tout en offrant des avantages sensoriels (**Nathalie et al., 2017**). Les huiles essentielles peuvent être incorporées dans des matériaux d'emballage tels que des films, des revêtements ou des étiquettes, afin de libérer lentement leurs composés volatils et d'interagir avec les aliments emballés.

Voici quelques utilisations possibles des huiles essentielles dans l'emballage actif :

1. Antimicrobien : Les huiles essentielles contiennent des composés antimicrobiens qui peuvent inhiber la croissance des bactéries, des levures et des moisissures. En incorporant des huiles essentielles appropriées dans les matériaux d'emballage, on peut réduire la contamination microbienne et prolonger la durée de conservation des aliments (**Lammi, 2018**).

2. Antioxydant : Certaines huiles essentielles sont riches en antioxydants naturels qui peuvent prévenir l'oxydation des lipides et des composés sensibles à l'oxygène dans les aliments. En utilisant des huiles essentielles à forte activité antioxydante dans l'emballage, on peut ralentir le processus d'oxydation et maintenir la fraîcheur des aliments (**Abderrahmane & Harrati., 2017**).

3. Propriétés sensorielles : Les huiles essentielles sont appréciées pour leurs arômes distinctifs. En incorporant des huiles essentielles dans l'emballage, on peut améliorer l'odeur et le goût des aliments, masquer les odeurs indésirables et ajouter une expérience sensorielle agréable pour les consommateurs (**Abderrahmane & Harrati., 2017**).

Il convient de noter que l'utilisation d'huiles essentielles dans l'emballage actif est un domaine de recherche émergent et que des études supplémentaires sont nécessaires pour évaluer pleinement leur efficacité, leur innocuité et leur impact sur la qualité des aliments. Les formulations d'emballage doivent être soigneusement développées pour assurer une libération contrôlée et appropriée des huiles essentielles, ainsi que pour répondre aux exigences réglementaires en matière de sécurité alimentaire.

Chapitre II : Huiles essentielles comme agents conservateurs des génoises

5. Les Facteurs qui peuvent affecter la qualité et la durée de conservation de ces produits :

D'après **Roux. (1994) ; Branger *et al.* (2007)** Ils peuvent être divers. Voici quelques exemples de facteurs qui peuvent affecter la qualité et la durée de conservation de ces produits

Influence de l'humidité :

L'humidité est l'ennemi principal de la génoise car elle peut avoir un impact négatif sur les génoises et les viennoiseries. Une humidité excessive peut ramollir la texture des produits, les rendre collants ou favoriser la croissance de moisissures. Il est donc important de contrôler l'humidité lors du stockage et de la manipulation de ces produits et évitez tout contact direct avec des liquides ou de l'humidité excessive.

Effets de l'oxydation :

L'oxydation est un processus chimique qui peut altérer la couleur, la saveur et la texture des génoises et des produits de viennoiseries. L'exposition à l'air peut provoquer l'oxydation des graisses présentes dans ces produits, ce qui peut entraîner un rancissement et une perte de qualité. Un emballage adéquat et une protection contre l'oxygène peuvent aider à prévenir ce phénomène

Exposition à l'air :

L'exposition à l'air peut entraîner le dessèchement des génoises. Il est recommandé de les conserver dans un récipient hermétique ou de les envelopper individuellement dans du film alimentaire pour les protéger de l'oxygène.

Réactions enzymatiques :

Les enzymes naturellement présentes dans les ingrédients ou produites par des micro-organismes peuvent provoquer des réactions enzymatiques indésirables dans les génoises et les viennoiseries. Ces réactions peuvent entraîner la dégradation des nutriments, des glucides, des lipides ou des protéines, ce qui peut affecter la texture, le goût et la qualité des produits (**Singh & Anderson.,2004**).

Chapitre II : Huiles essentielles comme agents conservateurs des gâteaux

Contamination microbienne :

La présence de micro-organismes tels que les bactéries, les levures et les moisissures peut causer une contamination microbienne des gâteaux et des produits de viennoiseries. Ces micro-organismes peuvent se développer et se multiplier dans des conditions favorables, ce qui peut entraîner la détérioration des produits, des changements sensoriels indésirables et même des problèmes de santé si des agents pathogènes sont présents (**Guiraud & Rosec .,2004**).

Partie expérimentale

Matériel et Méthodes

III. MATERIEL ET METHODES

La partie expérimentale a été réalisée aux niveaux du laboratoire de recherche dirigé par le Professeur Djenane Djamel de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou et une autre partie au niveau du laboratoire interne de l'industrie agroalimentaire ISSER DELICE de la wilaya de Boumerdes.

La préparation de la génoise a été effectuée au niveau l'industrie agroalimentaire ISSER DELICE.

1. Matériel végétal

1) L'huile essentielle de cannelle

Nous avons utilisé une huile essentielle de cannelle achetée chez un herboriste de la ville de Tizi-Ouzou, toutefois il s'agit d'un produit d'importation (**Voir les Annexes**).

Il est important de savoir que l'huile essentielle de cannelle est extraite de l'écorce du *Cinnamomum verum*, également appelée cannelle de Ceylan ou cannelle vraie. Elle est réputée pour son puissant effet antimicrobien grâce à plusieurs composés actifs tels que le cinnamaldéhyde, l'eugénol et le caryophyllène. Cette huile a démontré une forte activité contre différentes souches bactériennes, y compris les souches résistantes telles que *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp* et *Helicobacter pylori*. Elle est utilisée depuis des siècles pour ses qualités aromatiques et ses bienfaits thérapeutiques, cette huile est appréciée pour son parfum chaud et épicé, ainsi que pour ses effets bénéfiques sur la santé. En plus de ses propriétés antimicrobiennes, l'huile essentielle de cannelle est connue pour son action contre les micro-organismes tels que les bactéries, les champignons et les parasites. Elle possède également des propriétés antivirales, stimulantes, antioxydants et anti-inflammatoires.

Les huiles essentielles de cannelle sont parfois utilisées dans l'industrie agroalimentaire pour apporter l'arôme distinctif de la cannelle (**Gachkaret et al., 2007**).

2) L'eugénol

Formule chimique

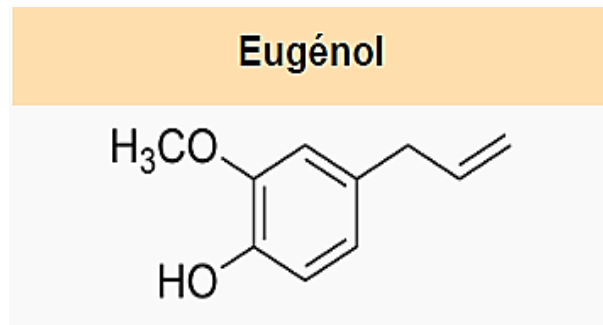


Figure 20 : Formule chimique de l'eugénol

L'eugénol utilisée a été aimablement fourni par Dr HAMOUMA un médecin dentiste sise ville de Tizi Ouzou.

L'eugénol est un composé des huiles essentielles, toutefois est le constituant majoritaire dans l'huile essentielle du clou de girofle est un produit très populaire en aromathérapie en raison de ses nombreuses propriétés bénéfiques, mais aussi dans le domaine agroalimentaire (**Guenette et al.,2006**). Elle est obtenue à partir des boutons floraux non éclos du giroflier, un arbre originaire des îles Moluques en Indonésie et a plusieurs effets suivant :

- Propriétés antibactériennes : L'eugénol possède des propriétés antimicrobiennes et antifongiques. Elle peut être utilisée pour traiter les infections cutanées, les plaies légères et les affections fongiques comme le pied d'athlète ;
- Effets antioxydants : L'eugénol est riche en antioxydants, qui aident à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres. Les propriétés antioxydantes de cette huile essentielle peuvent contribuer à renforcer le système immunitaire et à protéger contre les maladies. (**Ohkubo & Shibata .,1997**).

2. Matériel biologique

La souche utilisée « *Staphylococcus aureus* » est une souche de référence de l'American type collection (ATCC). (**Voir les annexes**). Aimablement fournie par Dr TITOUCHE YACINE

Staphylococcus aureus est un germe de la famille des Micrococcaceae. Il s'agit de cocci à coloration de Gram positive, mesurant 0,5 à 1 µm de diamètre souvent disposés en grappe, non sporulés, coagulase positive.

Cette espèce fait partie des bactéries aéro-anaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile, capable de se multiplier entre 4 °C et 46 °C, de manière optimale à 37 °C, pour un pH allant de 5 à 9, avec un optimum de 7,2 à 7,6 et une activité de l'eau (aw) de 0,86 en aérobiose et 0,90 en anaérobiose. C'est un germe halophile et xérophile car il se développe même en présence de sel et du sucre et survit dans les aliments déshydratés, sa croissance est possible jusqu'à une concentration de 18 % en sel en aérobiose (Fosse *et al.*, 2006 ; Bailly *et al.*, 2012).

3. Matériel utilisé pour l'analyse microbiologique

- **Matériel (voir les annexes)**

Le tableau 2 donne un aperçu des différents matériels et solutions

Tableau 2 Matériel et solution utilisé

Matériel	Solutions
Balance analytique ;	Gélose nutritive ;
Plaque chauffante ;	Muller Hinton ;
Bain marie ;	Bouillon BHIB ;
Etuve ;	Eau distillée.
Bec bunsen ;	
Boîte de pétri ;	
Souche bactérienne.	

- **Méthodes**

1) Revivification de la souche bactérienne

A partir d'une boîte de Pétri contenant la souche *Staphylococcus aureus* et, à l'aide d'une pipette Pasteur, on a effectué un frottis pour récupérer un maximum de colonies, qu'on a mis dans un tube à essai contenant 10 ml du Brain Heart Broth (BHB), on a mis en incubation pendant 1 heure à 37 °C

On prépare les boîtes pétries dont on a versé la gélose nutritive puis avec une micro pipette on prélève 10 µl de la solution mère déjà incubée et l'ensemencée sur les boîtes de Pétri, enfin le tout est mis en incubation pendant 24 heures à 37°C.

On effectue l'opération chaque 10 à 15 jours pour garder viable notre souche de bactérie.

Ces images montrent la manipulation de la revivification de la souche *Staphylococcus aureus* ATCC.

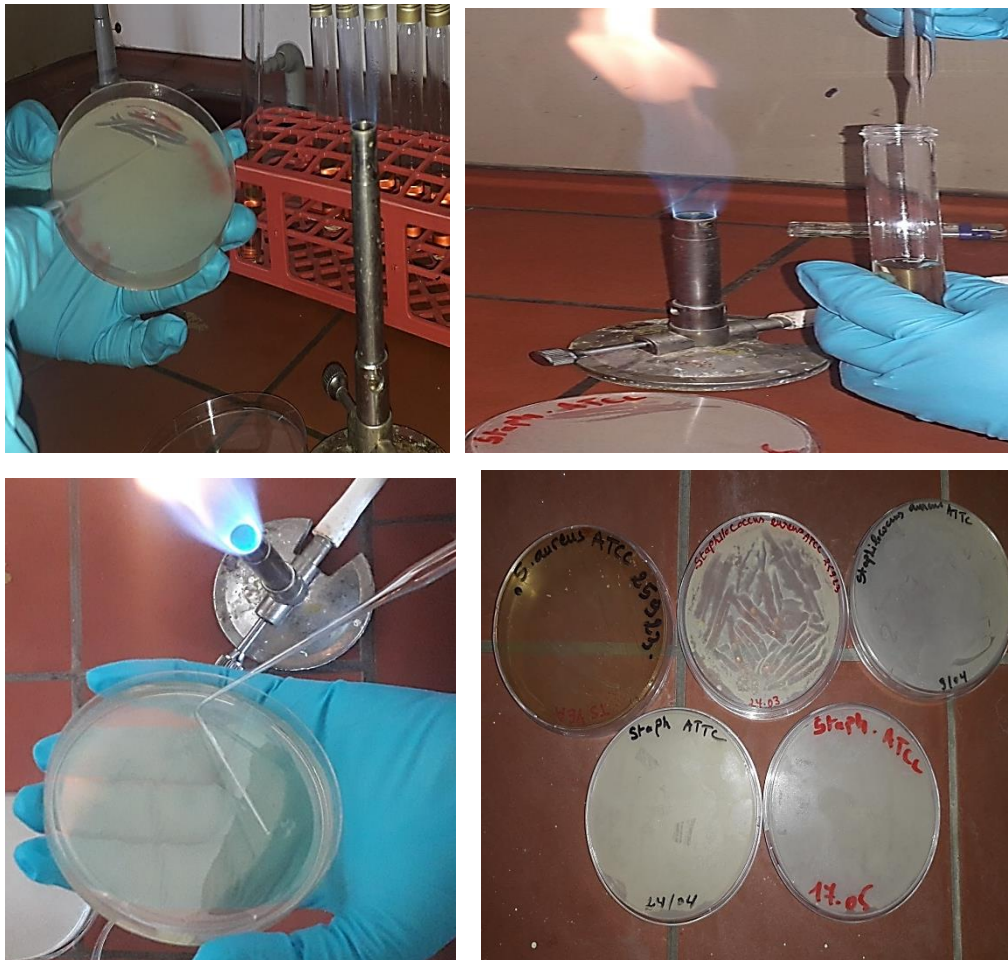


Figure 21: Revivification de la souche bactérienne

2) Le dénombrement de la bactérie

Le dénombrement suit un protocole à plusieurs étapes schématisées sur les figures 23 et sur les images de la figure 22 présenté comme suit :

- Préparation de la solution mère : un tube à essai est le remplie avec 10 ml de BHB puis on met le frotti de la bactérie staphylococcus aureus et on incube pendant une heure ;
- Préparation des tubes de dilution successive : on prend une série de tubes à essai et on les remplit avec 9 ml de BHB puis on commence à prélever 1ml de la solution mère qui est mise ensuite dans le tube -1 et on fait la même chose pour le reste des tubes jusqu'à obtenir la dilution -7 ;
- Ensemencement sur fusion : on a sélectionné les dilutions -6 et -7, puis on a pipeté 1ml de chacun des tubes et on les met dans différentes boites pétris déjà étiqueter puis on

verse la gélose nutritive dans les boîtes pétries qui sont homogénéisées grâce à des mouvements séculaires ;

- Incubation : on incube les 2 boîtes 24 à 37 °C ;
- Comptage des colonies : après l'incubation, on examine les boîtes de Pétri. Les colonies de bactéries apparaîtront comme des taches distinctes. On compte manuellement les colonies.



Figure 22: Denombrement de staphylococcus aureus ATCC

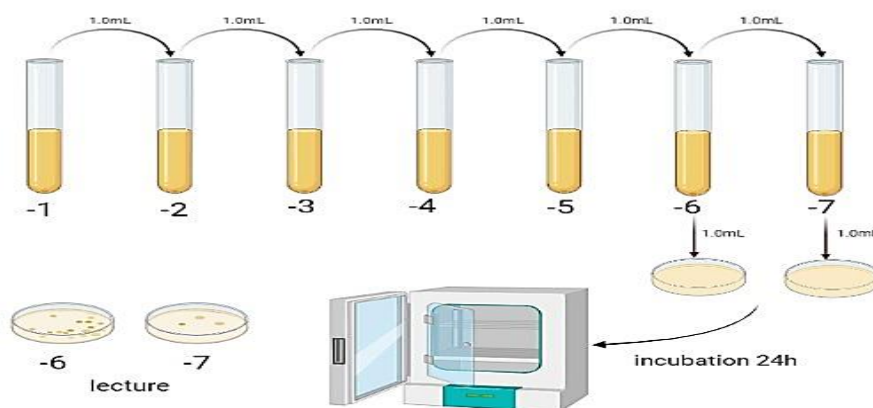


Figure 23: Schéma explicatif de la méthode du dénombrement

3) Méthode de Test antibiogramme

Appelée aussi méthode de l'aromatogramme ou encore méthode des disques (ou boîte de pétri) est basée sur le fait qu'une bactérie estensemencée sur une gélose (substance nutritive favorisant ou inhibant la prolifération des bactéries) ou étalée dans une boîte de pétri.

Dans notre expérimentation, les étapes suivantes ont été suivies :

- Préparation de la suspension microbienne : la préparation de la suspension microbienne se fait en introduisant un frotti pur de *S. Aureus*, dans 10 ml BHB contenue dans un tube à essai et mis à incubation à 37 °C pendant 1h ;
- Ensemencement : la suspension microbienne préparée a été coulée sur la gélose du Muller Hinton. Après l'inondation de toute la surface du milieu par la suspension microbienne, ". Ainsi, ces boîtes ont été mises à sécher pendant 15 mn à 37 °C ;
- Application des disques : les disques de 6mm préparés sont disposés à la surface de milieu de culture, en appuyant légèrement à l'aide d'une pince stérilisée, à l'aide d'une micro pipette on a imbibé 10 µl de HE sur le disque ensuite ces boîtes sont incubées à l'étuve à 37 °C pendant 24 h ;
- Lecture des résultats : nous avons procédé à la mesure du diamètre des zones désinhibitions dans le cas de sensibilité microbienne autour des disques de 6 mm de diamètre.
- Après incubation de 24h entre la bactérie et l'HE sur un milieu nutritif, on mesure s'il y a eu ou non une croissance bactérienne. Si la bactérie a réussi à croître en présence l'HE, elle est "résistante" à cet HE, ou autrement dit l'HE n'a pas d'effet sur la bactérie. Si la bactérie n'a pas réussi à se multiplier, elle est donc "sensible" à l'HE, donc cette dernière peut être utilisée (**Mehani., 2014**).

Les figures 25 et le schéma de la figure 24 montrent les étapes déjà citées dans le protocole :

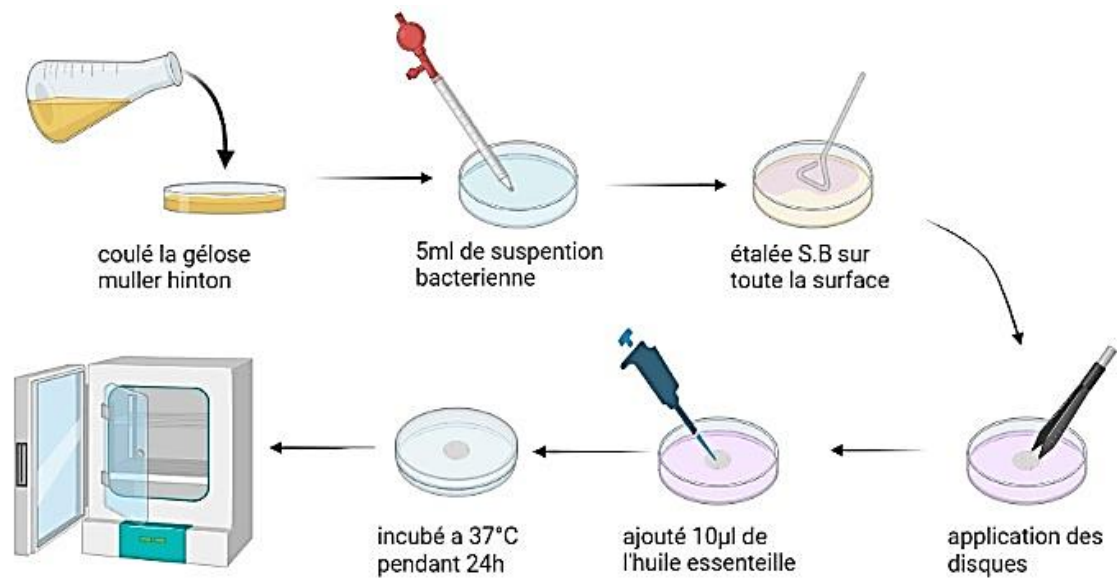


Figure 24: Schéma explicatif de la méthode de l'antibiogramme



Figure 25 : Manipulation de la méthode de l'antibiogramme

4) La concentration minimale inhibitrice

La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) est la plus petite concentration d'antibiotique nécessaire pour inhiber la croissance visible d'une bactérie spécifique *in vitro*.

C'est un paramètre important utilisé pour évaluer l'efficacité d'un antibiotique contre une souche bactérienne donnée.

Dans notre cas, c'est l'efficacité des huiles essentielles contre la bactérie de *Staphylococcus aureus*. La méthode qu'on a utilisée c'est la méthode sur le milieu liquide, qui est présentée comme suit :

- Préparation des tubes de dilution : étiquetez et préparez une série de tubes à essai stériles contenant une quantité égale à 5 ml de milieu de culture liquide approprié (BHB) ;
- Ajout des différentes concentrations de HE : on a ajouté des volumes précis des différentes concentrations de HE dans les tubes de dilution ;
- Inoculation des bactéries diluées : inoculez une quantité de 0.5 ml de la culture bactérienne déjà obtenu après avoir effectué le dénombrement ;
- Incubation : incubez les tubes de dilution à une température 37 °C pendant 24h ;
- Observation de la croissance bactérienne : après l'incubation, observez les tubes de dilution pour déterminer la CMI.

La CMI est définie comme la plus petite concentration d'antibiotique à laquelle aucune croissance bactérienne visible n'est observée.

On a effectué des observations visuelles en recherchant la présence de turbidité (signe de croissance) dans les tubes.

Ces étapes sont schématisées comme suit :

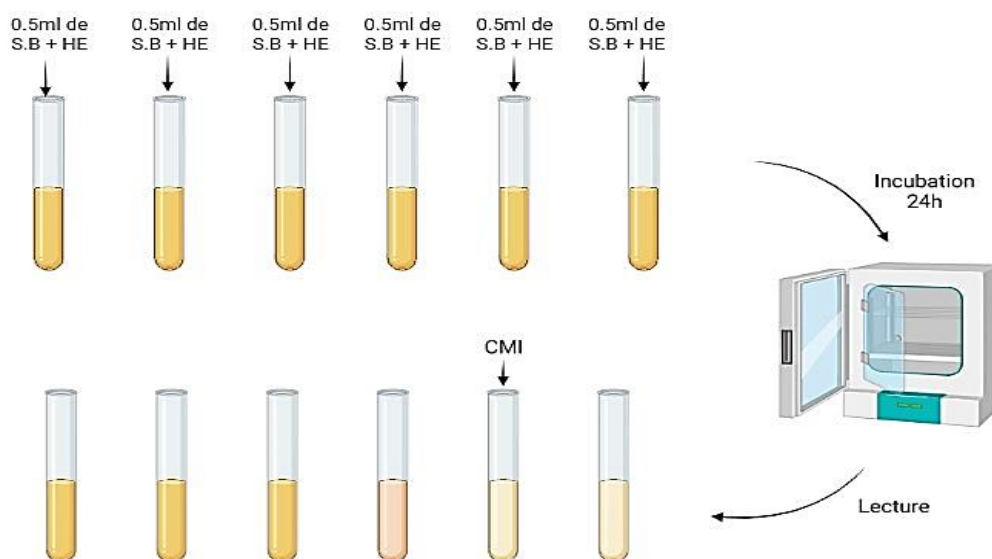


Figure 26: schéma explicatif de la méthode CMI

5) Détermination de l'activité antioxydante

• Test au DPPH

Le DPPH• est un radical libre stable de couleur violacée. En présence de composés anti-radicalaires, le radical DPPH• est réduit et change de couleur en virant au jaune.

Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH•, qui est proportionnel au pouvoir anti radicalaire de l'échantillon (**Gachkar et al., 2007**).

Dans ce test les antioxydants réduisent le diphényl picryl-hydrazyl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphényl picryl-hydrazine, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (**Sanchez-Moreno., 2002**).

Le DPPH• (diphényl picryl-hydrazine) est un radical libre stable de couleur violacée. En présence de composés anti-radicalaires (appelés aussi antioxydants), le DPPH• est réduit et change de couleur en virant au jaune. Ce changement de couleur, indiquant la réduction du radical libre, peut être suivi par spectrophotométrie en mesurant la diminution de l'absorbance du radical DPPH° à 517 nm.

L'intensité de la couleur du radical DPPH• est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (**Sanchez-Moreno., 2002**).

Procédure expérimentale :

Les activités antioxydantes de l'eugénol et l'huile essentielle de la cannelle ont été évaluées par le test au DPPH et en suivant le protocole expérimental décrit par Mr BENCHOULEK Mounir, enseignant chercheur à l'UMMTO.

-Préparation de la solution du DPPH•

Une quantité de 4 mg de poudre de DPPH• a été dissoute dans 200 ml de méthanol 93% et la solution obtenue a été conservée à l'abri de la lumière.

-Préparation de la solution mère de l'eugénol

Une solution méthanolique de l'eugénol à 0,2 mg/ml a été préparée.

-Préparation de la solution mère de l'acide ascorbique

Une solution méthanolique de l'acide ascorbique à 0.2 mg/ml a été préparée.

Les dilutions suivantes ont été préparées à partir de ces deux solutions mères :

0,15 ; 0,1 ; 0,05 ; 0,005 et 0,0025 mg/ml.

A chaque volume de 4 ml de la solution méthanolique du DPPH•, un volume de 1 ml de chaque concentration préparée de l'eugénol, et de chaque concentration préparée de l'acide ascorbique, y compris les solutions mères, est ajouté.

L'acide ascorbique a été utilisé comme antioxydant de référence.

Tous les mélanges d'essai ont été bien agités puis incubés pendant 30 minutes à l'abri de la lumière.

Les absorbances ont été mesurées au spectrophotomètre UV-Visible à 517 nm en utilisant le méthanol comme blanc, et contre une solution contrôle contenant 4 ml de la solution du DPPH• et 1 ml du méthanol. Deux mesures de l'absorbance ont été effectuées pour chaque concentration testée.

Détermination du pourcentage d'inhibition du radical DPPH•

Le pourcentage d'inhibition du DPPH• est calculé comme suit :

$$I\% = [(A \text{ contrôle} - A \text{ échantillon}) / A \text{ contrôle}] \times 100$$

$A_{\text{contrôle}}$: absorbance de la solution contrôle

$A_{\text{échantillon}}$: absorbance de la solution à tester.

Détermination de l'IC50 :

L'IC50, paramètre qui définit la concentration efficace du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du radical DPPH•, Plus la valeur de l'IC50 est petite plus l'extrait est considéré comme un antioxydant puissant. (**khail., 2017**)

Les IC50 sont calculées à partir des courbes à régression linéaire.

Manipulation *in-vivo*

1. Préparation de la génoise

La matrice utilisée la génoise est comme déjà mentionné a été préparée à ISSER DELICE avec les ingrédients suivants :

- Œufs : 315 g ;
- Sucre cristallisé : 100 g ;
- Huile : 125 g ;
- Poudres levantes : 20 g ;
- Poudre de vanille : 10 g.

Les étapes de la préparation de la génoise sont les suivantes

- **Première étape :** c'est une étape qui consiste à mettre à mélanger dans un récipient les œufs avec le sucre cristallisé, l'huile et la vanille. Le mélange est homogénéisé à l'aide d'un batteur à vitesse maximale durant 5 minutes. La vitesse du batteur a été réduite durant 5 minutes pour rajouter la farine et la poudre levant, et s'ensuit la cuisson de la pâte dans un four à 200 °C pendant 30 minutes ;
- **Deuxième étape ou préparation du sirop :** dans une casserole on met l'eau à chauffer jusqu'à 75°C, puis on rajoute le sucre au fur et mesure qu'il se dessous dans l'eau et on surveille le brix avec brix mètre qui doit être de 65% à 70% et au final on ajoute le jus de citron. Le sirop obtenu est constitué de 25% d'eau, 75% de sucre et 10% de jus de citron naturelle ;
- **Troisième étape ou préparation de la crème :** la crème utilisée est celle de ISSER DELICE avant ajout du sirop qui constitué de matière grasse végétale, sucre et poudre de lait avec 0% de matière grasse.



Figure 27 : Préparation de la génoise

2. Préparation des échantillons en vue de l'effet de l'eugénol et l'huile essentielle sur la matrice

Sur le couvercle de la boîte de pétri, on a collé trois disques de papier Waltman N°1, qu'on a ensuite imbibé avec 20 μ l de l'eugénol et de l'huile essentielle de la cannelle. Ensuite, la matrice génoise a été introduite dans la boîte Pétri ainsi transformé.

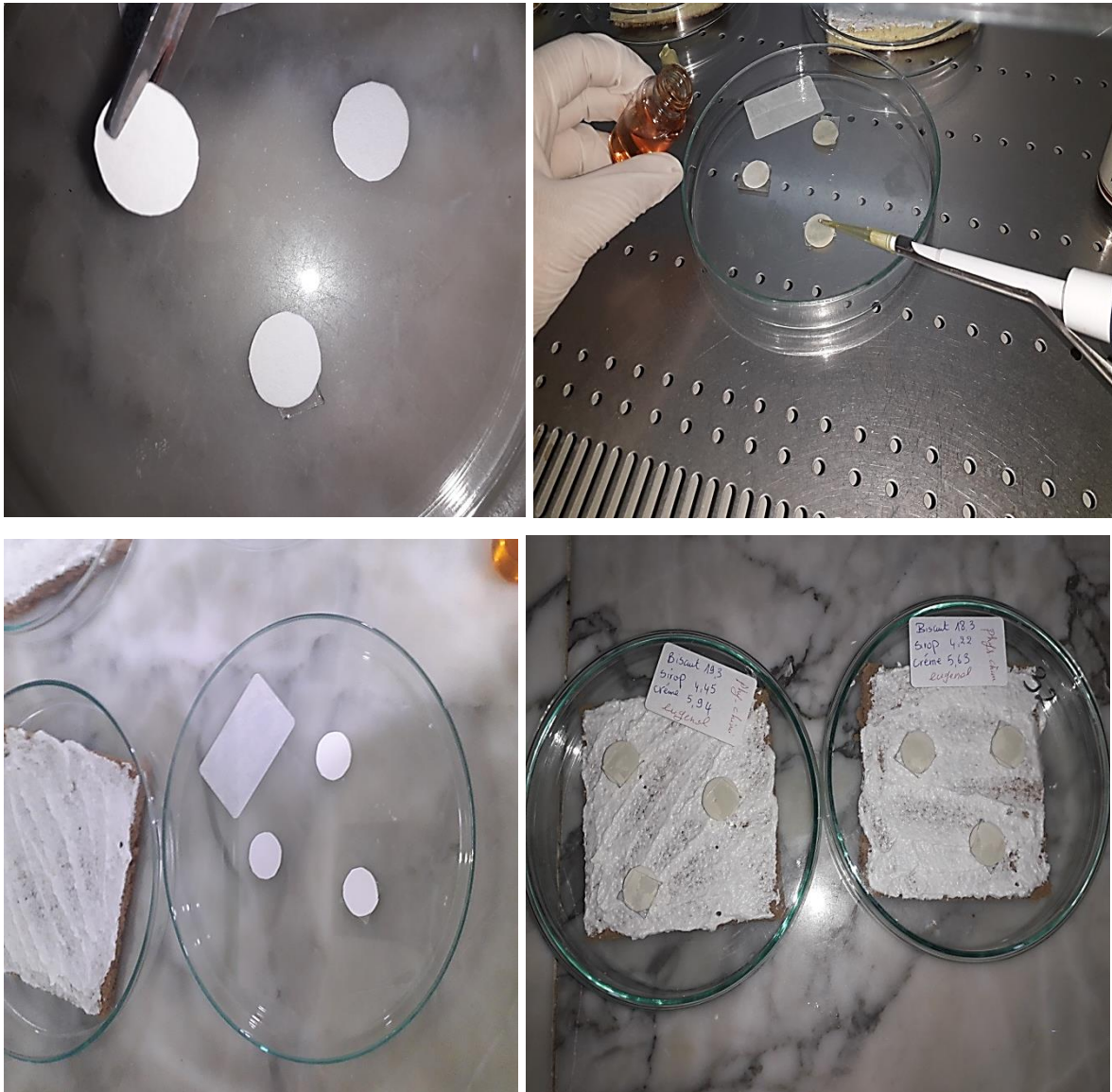


Figure 28: Inhibition des disques Waltman avec les HE

3. Les analyses physico-chimiques

Le matériel et la solution utilisés dans cette partie sont donnés sur le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Matériel utiliser pour la physico chimique (voir les annexes)

Matériels utilisés	Solution
<ul style="list-style-type: none"> - Balance analytique ; - pH mètre (Hanna Ph 211) - Dessiccateur électronique de type (RADWAG MA 110) - Agitateur magnétique ; - Aw mètre (rotronic) . 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillée

Les analyses physico-chimiques sur le produit fini se portent sur la détermination de trois, à savoir le pH, le taux d'humidité (H %) et l'activité de l'eau (Aw).

1) Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène mesure l'activité chimique des ions hydrogènes en solution.

Cette analyse consiste à mesurer la différence de potentiel entre l'électrode en verre et l'électrode de référence immergée dans la prise d'essai. Pour y parvenir, l'électrode du pH-mètre étalonné, est immergée dans l'échantillon préalablement broyé. La valeur du pH est lue une fois stabilisé directement sur l'appareil (Wu *et al* .,2014) .

Toutefois, avant la lecture finale, des étapes doivent suivies. Ainsi le protocole suit les étapes suivantes (Figure 29) :

- 10 gde l'échantillon a été broyé puis subit une dilution décimale avec de l'eau distillées ;
- Chaque mélange a été dans un agitateur magnétique pour faire monter un peu la température ;
- La valeur du pH est lue directement sur le pH mètre une fois stabiliser.

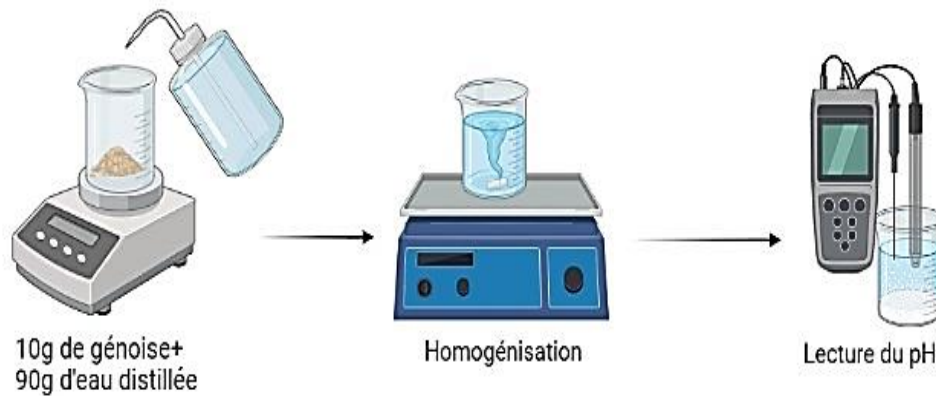


Figure 29 : La mesure du pH

2) Détermination de l'humidité (H%)

L'humidité est la teneur en eau correspondant à la totalité de l'eau contenue dans la denrée.

La mesure de ce paramètre a été réalisée à l'aide d'un dessiccateur infrarouge (IR) ensuite le résultat des pertes d'eau est fait pour un échantillon de 5 gramme préalablement broyé à une température de 120 °C/ 3 à 5 min est donné par l'appareil.

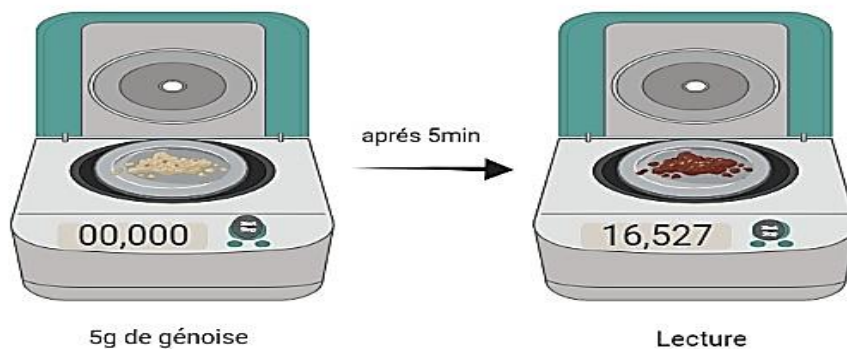


Figure 30 : la mesure de l'humidité

3) Détermination de l'activité de l'eau (A_w)

L'activité de l'eau d'un aliment est égale au rapport de la pression partielle de vapeur d'eau de cet aliment par la pression partielle de vapeur de l'eau pure à la même température. La mesure de l'activité de l'eau se fait par un a_w mètre.

Pour ce faire 10g de l'échantillon broyé ont été introduits dans la cuvette de l' a_w -mètre préalablement étalonner. Une fois l'appareil stabilisé, la valeur de l' a_w est affichée directement sur l'écran de l' a_w mètre.



Figure 31 : La mesure de aw

Les mêmes opérations ont été refaites pour tous les autres échantillons durant toute la période d'essai.

4. Les analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de la biscuiterie ISO 9 « ISSER DELICE ». Nos échantillons ont été prélevés des génoises fabriquées au laboratoire, l'analyse concernait la recherche des levures et moisissures et flore mésophile aérobie.

Ces analyses microbiologiques ont été basées sur plusieurs étapes fondamentales qui sont : la préparation du matériel et des milieux de culture, l'échantillonnage, la préparation des suspensions mères et des dilutions décimales, l'ensemencement et l'incubation et finalement le dénombrement des colonies.

1) Matériel utilisé (voir les annexes)

Tableau 4 : Matériel utilisé

Matériels utilisés	Solution
<ul style="list-style-type: none"> - Balance analytique ; - Plaque chauffante ; - Bain marie ; - Bec benzène ; - Etuve ; - Autoclave ; - (Pipettes, boîtes de pétri...) en été lavé puis stérilisé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plate count agar (pca) - (sabouraud dextrose agar european pharmacopeia) - Eau peptonée

Les milieux de culture

- **La flore mésophile aérobie**

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de ces colonies est le PLATE COUNT AGAR (PCA) (**voir les annexes**).

Préparation : 20,5 g du milieu ont été dissous dans 1L d'eau. Le mélange a été chauffé à 95-100 °C afin de dissoudre complètement le milieu, qui ensuite était versé dans des Tubes à essais.

Enfin il a été stérilisé à l'aide d'un autoclave pendant 15 minutes à 121 °C et refroidi avant son.

- **Les levures et moisissures**

Le milieu de culture utilisé est : SABOURAUD (SABOURAUD DEXTROSE AGAR EUROPEAN PHARMACOPEIA).

Préparation : 65g du SABOURAUD ont été versés dans 1L d'eau distillée et chauffés durant 1 minute pour le dissoudre complètement. Enfin le mélange a été stérilisé à l'autoclave à 118-121°C pendant 15 minutes, en évitant de trop chauffer car cela facilite l'hydrolyse des composants et le milieu de culture reste mou.

- **Eau péptonée**

Préparation : 15mg d'eau péptonée ont été dissous dans 1000 ml d'eau distillée, puis chauffés doucement pour dissoudre complètement le milieu et enfin stérilisé à l'aide d'un autoclave pendant 15 minutes à une température de 121 °C. La solution a été laissée refroidir avant utilisation.

2) Échantillonnage, préparation des suspensions mères et des dilutions

L'échantillon composé de 4 boîtes de Pétri de génoise référencé (A,B,C et D) a été broyé et homogénéisé avec de l'eau péptonée séparément chacune dans un sac Stomacher.

La préparation des dilutions décimales s'est faite en mélangeant un volume déterminé de la suspension mère avec un volume 9 fois égal d'eau péptonée, et en répétant cette opération sur chaque dilution ainsi préparée, jusqu'à obtention d'une gamme de 5 dilutions décimales appropriée pour l'inoculation des milieux de culture.

3) Ensemencement et incubation

Les conditions d'incubation (température et durée) sont spécifiques pour chaque micro-organisme et sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Conditions d'incubation des germes recherchés

Le germe	Le milieu de culture utilisé	La température d'incubation	Le temps d'incubation
Flore mésophile aérobie	PCA	30 °C	48 à 72 h
Levures et moisissures	Gélose Sabouraud	25 °C	72 h à 5 jours

4) Recherche et dénombrement des colonies (levures et moisissures et flore mésophile aérobie)

Pour cette recherche un volume de 1 ml de chaque dilution préparée préalablement a été stérilement ensemencé dans divers milieux nutritifs gélosés spécifiques pour chaque micro-organisme coulé dans des boîtes de pétri.

Pour bien mélanger la gélose, des mouvements circulaires de va-et-vient en forme de 8 ont été effectués assurant ainsi une homogénéité parfaite, ensuite les boites ont été laissées se solidifier dans la haute.

Les boites ont été incubées en couvercle en bas, à des temps et températures spécifiques et pour chaque micro-organisme, deux boites de Pétri par dilution ont été préparées pour tester la reproductibilité de l'essai.

Les images illustrent la manipulation microbiologique au laboratoire



Figure 32 : manipulation microbiologiques

5. Analyses sensorielles

La méthode d'analyse sensorielle a consisté essentiellement à la désignation du panel, au codage des échantillons, à la préparation des échantillons et à la réalisation proprement dite de l'épreuve.

Panel de dégustation

Le test hédonique a nécessité un panel de 10 dégustateurs.

Codage des échantillons

Les échantillons ont été codés par des lettres : T, A, B, C. allant du témoin eugénol, HE de cannelle et combinaison eugénol + HE de cannelle.

Préparation des échantillons

Les échantillons qui ont fait l'objet des différentes épreuves sensorielles ont été produits dans les mêmes conditions et préparés suivant la même méthode afin de limiter les modifications au sein des produits. Ils ont été mis dans des assiettes en verre par combinaison. Quatre (04) échantillons de génoise ont fait l'objet du test.

Conduite des tests de dégustation

Un test de dégustation a été réalisé. Chaque dégustateur a reçu une combinaison d'échantillons, une fiche d'évaluation et un verre d'eau pour se rincer la bouche entre chaque échantillon. Les dégustateurs ont été invités à apprécier les échantillons sur la fiche d'évaluation. Les fiches dûment remplies par les dégustateurs ont été retirées à la fin de l'évaluation et les données ont été organisées puis traitées.



Figure 33 : panel de dégustation

Résultats et Discussion

Test *in-vitro*

1 Évaluation de l'activité antimicrobienne de l'eugénol et de l'HE de la cannelle

1) Aromatogramme

La sensibilité de la souche microbienne se traduit par un halo autour du disque imprégné du composé testé. Le diamètre du halo est mesuré à l'aide d'une règle. Les résultats obtenus sont illustrés dans les images de la figure 34.



Figure 34: Résultat du test antibiogramme.

Tableau 6: Effet provoqué sur de l'eugénol et de l'HE de la cannelle les diamètres des zones d'inhibition de la souche bactérienne Staphylococcus aureus ATCC

HE	Diamètre des zones d'inhibition obtenue	Taille du halo d'inhibition	Conclusion
CANNELLE	30 mm	≥ 20 mm	Le germe est très sensible à l'HE testée.
EUGENOL	30 mm	≥ 20 mm	Le germe est très sensible à l'HE testée.

Les résultats obtenus montrent que l'activité antimicrobienne de l'eugénol et de l'HE de la cannelle ayant la même concentration (10 µl) montre le même résultat, soit 30 mm de diamètre de la zone d'inhibition, ce qui est en accord avec la littérature à l'exemple de

(Barbier *et al.*, 2014). Ce dernier a montré que *S. aureus* est très sensible à l'eugénole et l'HE de cannelle.

L'action de l'antimicrobien sur les microorganismes dépend, d'une part de la structure membranaire de la cellule cible, puisqu'elle possède un effet inhibiteur beaucoup plus sur les bactéries à Gram+ que sur les bactéries à Gram-, et d'autre part de la composition de l'huile essentielle elle-même (Mouas *et al.*, 2017). Par ailleurs, les résultats d'HE de la cannelle trouvée dans la littérature, (Gachkar *et al.*, 2007) ont indiqué que cette huile présentait des activités antimicrobiennes bonnes à modérées contre *S. aureus*.

2) Les CMI

En plus de l'activité antibactérienne qualitative, une étude quantitative sur la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'eugénole et de l'huile de la cannelle respectivement sur la souche bactérienne *staphylococcus aureus* a été réalisée et qui est illustré sur la figure 35 et le tableau 7.

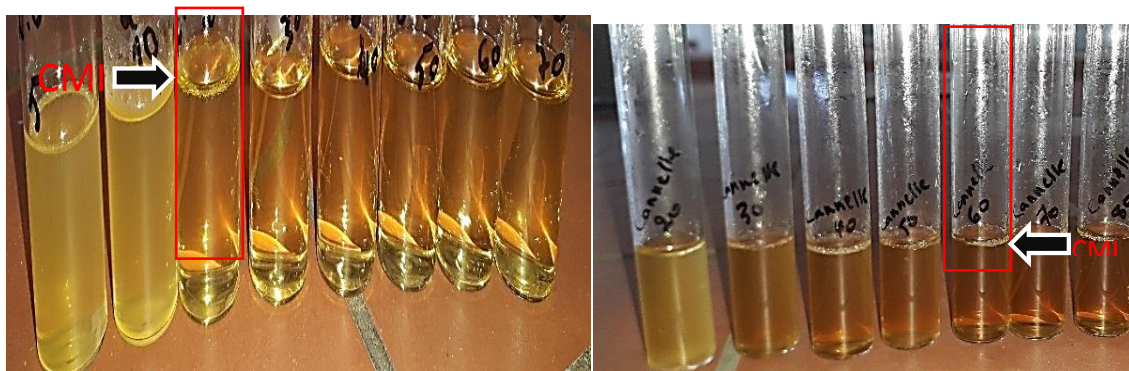


Figure 35:Résultat obtenu pour CMI méthode liquide

Après incubation de 24 heures, nous avons procédé à l'analyse de nos échantillons dans des tubes à œil nu, et nous avons observé une turbidité significative. A partir de là où il n'y a pas de turbidité est considérée comme une concentration minimale inhibitrice.

Dans notre cas, nous avons constaté que certains tubes présentaient une turbidité prononcée, tandis que d'autres présentaient une clarté visuelle, c'est-à-dire qu'ils ne montraient pas de turbidité perceptible à l'œil nu. Nous considérons ces tubes clairs comme ayant une concentration minimale inhibitrice. Lorsque nous observons l'absence de turbidité dans un tube, cela suggère que la concentration de l'agent inhibiteur dans cet échantillon est suffisamment élevée pour inhiber la croissance des microorganismes présents.

Tableau 7 : Profil de la CMI de l'eugénol et l'HE de cannelle

Huiles	CMI (µl)
Cannelle	60
Eugenol	20

Sur tableau précédent les résultats de la CMI de l'eugénol et de l'HE de cannelle sont respectivement de 20 et 60 µl

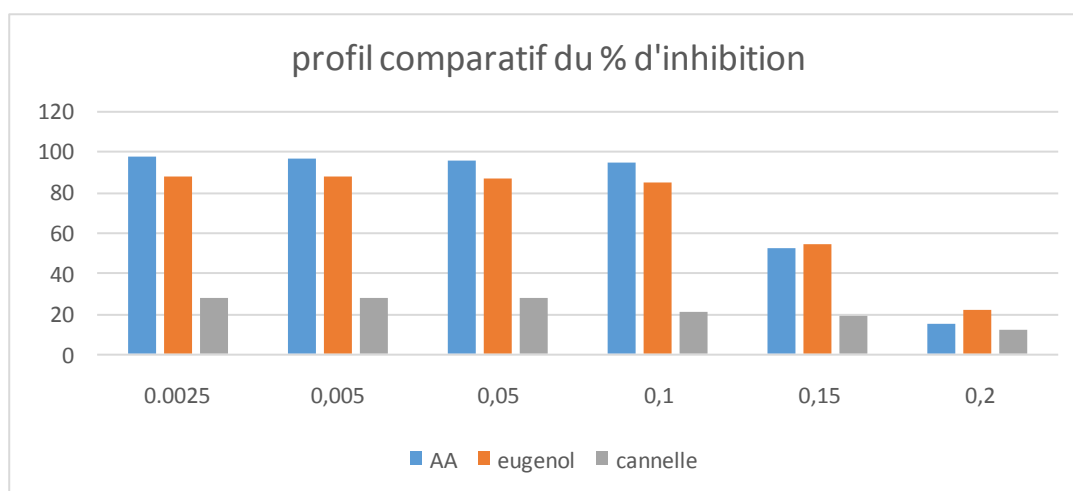
D'après les résultats obtenus il apparaît que l'eugénol et l'HE de cannelle inhibe la croissance de la souche bactérienne (*S. aureus* ATCC) avec des degrés de sensibilité différente.

Par ailleurs, les résultats d'HE de la cannelle trouvée dans la littérature, (**Gachkar et al.2007**) ont indiqué que cette huile présentait des activités antimicrobiennes bonnes à modérées contre *S. aureus*.

3) Évaluation de l'activité antioxydant (DPPH•) de l'eugénol de l'HE de cannelle

L'activité antioxydant de l'eugénol et de l'HE de cannelle a été évaluée en utilisant le test du radical DPPH• .

La Figure 36 montre le pourcentage d'inhibition du radical DPPH• pour les différentes concentrations utilisées. Il ressort de cette figure que l'activité anti-radicalaire de l'eugénol et l'HE de cannelle est proportionnelle à la concentration utilisée, la référence de l'activité antioxydante étant l'acide ascorbique (AA).

**Figure 36:** résultat comparatif du % d'inhibition entre AA, eugénol et l'HE de cannelle

Suivant la Figure 36 , il ressort que le pourcentage d'inhibition varie d'une valeur minimale de 21 % à une valeur maximale de 81% et par projection sur les trois graphes, les

résultats de la concentration inhibitrice de 50% des radicaux (IC₅₀) a montré que l'eugénol est dotée d'un pouvoir antioxydant plus grand (IC₅₀ = 6 mg/ml) que celui de l'acide ascorbique dont l'IC₅₀ est égale à (14 mg/ml), alors que l'HE de cannelle n'a pas un fort pouvoir antioxydant (IC₅₀ = 16mg/ml) que celui de l'acide ascorbique dont l'IC₅₀ est égale à (14 mg/ml).

Comme plus la valeur de IC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante de notre huile est grande, on peut dire que l'eugénol possède une activité antioxydante remarquable, contrairement à l'HE de cannelle. Ceci peut s'expliquer par l'activité de l'eugénol, qui est dans le cas de la cannelle juste un constituant active de l'HE de cannelle

Plusieurs travaux sur l'activité anti radicalaire des HEs des plantes aromatiques et médicinales ont été effectués, et parmi lesquels on peut citer Bouzouita et al. (**Bouzouita *et al* ., 2008**) qui ont montré que l'activité antiradicalaire de cette plante était en relation directe avec sa composition chimique (Chémotype).

Par exemple, la forte activité antioxydante des plantes médicinales, est généralement attribuée aux groupements hydroxyles des composés phénoliques (**Albulushi *et al* ., 2015**) .

La littérature scientifique indique donc que l'eugénol, un composant présent dans diverses huiles essentielles, il possède une concentration plus élevée et une activité plus puissante que les huiles essentielles de cannelle. L'eugénol est connu pour ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes, ce qui en fait un composé potentiellement bénéfique pour diverses applications médicales et thérapeutiques. Des études ont montré que l'eugénol peut inhiber la croissance de certaines souches bactériennes et fongiques. En revanche, bien que les huiles essentielles de cannelle puissent également présenter des activités antimicrobiennes et antioxydantes, l'eugénol semble être le principal responsable de ces propriétés dans ces huiles. Il convient cependant de noter que la puissance et l'efficacité des huiles essentielles peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la qualité de l'extraction, la source de la plante et les conditions de culture.

Les tests *in-vivo*

6. Analyse physico-chimiques

La génoise est un biscuit dont la préparation nécessite une gestion précise de l'humidité, de l'activité de l'eau et du pH pour maintenir sa qualité. Ainsi, ces trois facteurs ont été étudiés pour comprendre comment la volatilisation des huiles essentielles affecte la durée de conservation et la qualité de la génoise.

Le tableau 8 donne les critères susmentionnés ainsi que leurs limites selon les normes internes de l'unité ISSER DELICE de Boumerdes.

Tableau 8: Les seuils des Critères physico-chimiques appliqués au ISSER DELICE

Critères	Limite seuil
Activité de l'eau	de 0,70 à 0,89
Humidité (%)	de 11 à 15%
pH	de 6,40 à 7

1) Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH d'un aliment joue un rôle crucial dans le développement des micro-organismes, ce qui impacte directement la qualité du produit. Lorsque le produit est riche en glucides et présente un pH supérieur à 6, il a tendance à subir une fermentation lactique, entraînant ainsi une diminution du pH et l'apparition d'un goût acide désagréable

Dans les aliments dont le pH se situe entre 4,5 et 9,5, de nombreuses altérations peuvent se produire, et la plupart des bactéries pathogènes se développent dans ces conditions (**Guiraud, 2003 et al.**).

Ainsi, un suivi du pH a été fait pour une période 12 jours et les résultats ont été reportés sur le graphe de la figure 37.

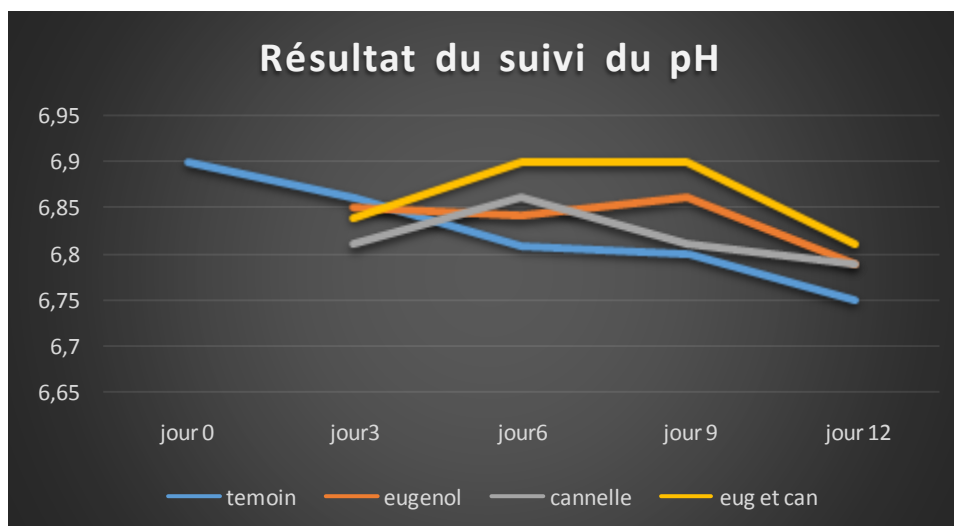


Figure 37: résultat graphique du suivi pH

Selon la Figure 37, on peut observer que les valeurs de pH varient très peu, se situant entre 6,7 et 6,9. Ces valeurs respectent les seuils et les normes internes établis par l'unité de production ISSER DELICE. Cependant, il est essentiel de contrôler régulièrement le pH afin de surveiller la prolifération de levures et de moisissures. Cette prolifération peut être causée par l'effet de l'eugénol et des huiles essentielles de cannelle.

2) Activité de l'eau

D'après (Lessage *et al.*, 1991), les valeurs d'activité de l'eau (a_w) situées entre 0,60 et 0,80 permettent la croissance des micro-organismes responsables de l'altération des aliments. La plupart de ces micro-organismes ont besoin d'une activité de l'eau supérieure pour se développer (Vierling, 2008). Par ailleurs, il faut noter que plus l'activité de l'eau est élevée, plus la quantité d'eau libre est grande et plus les micro-organismes se développeront (Vierling, 2008).

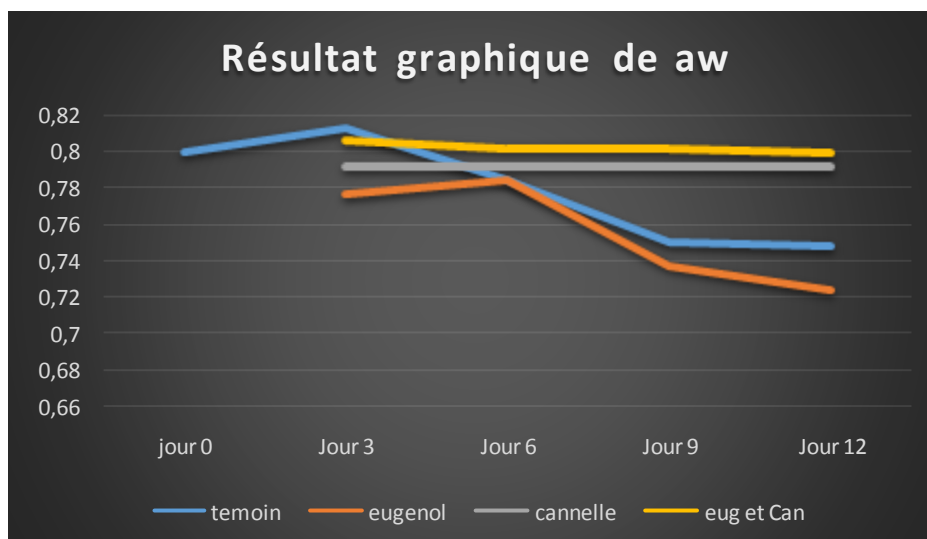


Figure 38 : Résultat graphique de l'aw

D'après cette figure les valeurs aw varient entre 0,70 et 0,85 et qui restent acceptables selon **Lessage et al. (Lessage et al., 1991)**. Ces valeurs sont aussi dans les limites et seuils internes acceptables au niveau de l'unité de fabrication des génoises **ISSER DELICE**.

3) Humidité

L'humidité joue un rôle essentiel dans la détérioration de la texture moelleuse des produits de pâtisserie. En effet, la perte de fraîcheur est principalement due à la rétrogradation de l'amidon. Cependant, il est important de souligner que la rétrogradation est en réalité une redistribution de l'eau. En d'autres termes, plus la génoise vieillit, plus l'humidité se déplace vers l'extérieur, ce qui favorise la rétrogradation de l'amidon (**Vierling., 2008**).

Le suivi de la variation de l'humidité est donc important et c'est dans ce sens que le graphique 39 a été élaboré et qui donne le résultat de suivi du taux d'humidité tout au long la période de 12 jours.

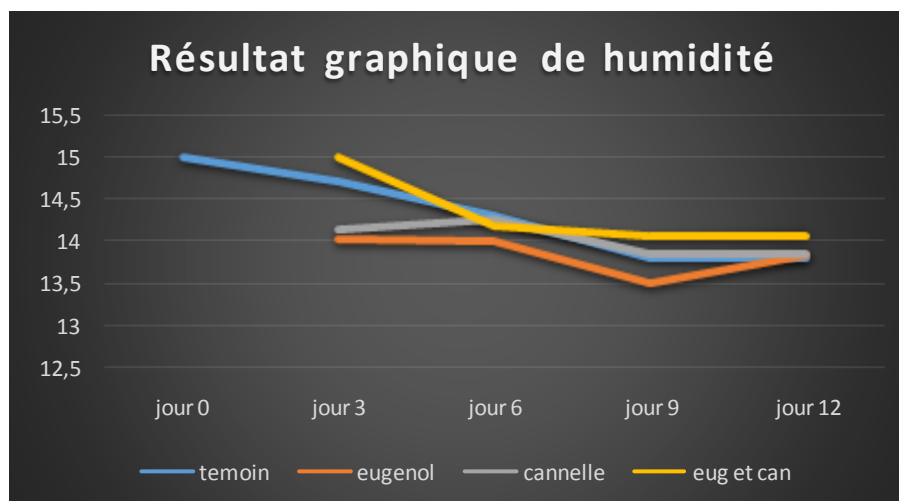


Figure 39: Résultat graphique de l'humidité

Il est intéressant de constater que l'exposition de la génoise à l'eugénol et à l'HE de cannelle n'affecte pas sa qualité. Les valeurs d'humidité qui varient entre 13 et 15 se situent dans les limites et seuils internes établis par l'unité de production **ISSER DELICE**.

7. Analyses microbiologiques

Lorsqu'il s'agit de l'industrie agro-alimentaire, il est essentiel de respecter les règles et réglementations en matière d'hygiène et de sécurité, telles que soulignées par les organismes internationaux comme l'OMS et la FAO. Ces règles sont essentielles pour garantir la santé du consommateur.

Ainsi, il est indispensable d'évaluer la qualité microbiologique d'un produit destiné à la consommation humaine dans le cadre du contrôle de la qualité. En effet, les micro-organismes sont les agents les plus couramment présents dans les aliments et sont souvent responsables de problèmes de santé (**FAO, 1994**).

Les tableaux 9 et 10 représentent les Résultats d'analyses microbiologiques de la flore mésophile aérobie et des levures et moisissure de différents échantillons testés durant la période d'essai

Tableau 9: Résultats d'analyses microbiologiques flore mésophile aérobie la génoise

DATE	Témoin	Cannelle	Eugénol	Mélange
12/06/2023	1.9×10^4	-	-	-
14/06/2023	2.1×10^4	2×10^4	7.9×10^3	8.1×10^3
18/06/2023	9.5×10^3	9×10^3	6.9×10^3	8×10^3
20/06/2023	9.7×10^3	7.9×10^3	7.2×10^3	-
22/06/2023	8.1×10^3	7.1×10^3	6×10^3	7.7×10^3

Tableau 10: Résultats d'analyses microbiologiques levure et moisissure de la génoise

DATE	Témoin		Cannelle		Eugénol		Mélange	
	Levure	Moisissure	Levure	Moisissure	Levure	Moisissure	Levure	Moisissure
12/06/2023	2.7×10^2	20	-	-	-	-	-	-
14/06/2023	2.8×10^2	00	3.1×10^2	10	2.2×10^2	00	3×10^2	00
18/06/2023	3.3×10^2	10	2.8×10^2	00	2.5×10^2	00	2.4×10^2	00
20/06/2023	1.8×10^2	00	1.7×10^2	00	1.7×10^2	00	1.7×10^2	00
22/06/2023	2.9×10^2	00	2.2×10^2	00	90	00	1.9×10^2	00

En comparant les résultats d'analyses microbiologiques des différents échantillons de la génoise avec les valeurs limites et l'échantillon témoin, on constate que la qualité microbiologique de la génoise est satisfaisante selon la réglementation nationale (**voir les annexes**).

Ces résultats indiquent une charge en flore mésophile aérobie qui selon Rozier et al. (**Rozier et al., 1985**) nous renseigne sur l'état de propreté de manipulation et les conditions de conservations et c'est le même constat concerne les levures et moisissures. Mais aussi dans nos échantillons de l'eugénol, de la cannelle et même dans l'échantillon dont on a fait la combinaison des deux extraits on remarque une décroissance, ce qui prouve l'efficacité des substances inhibitrices utilisées comparativement à l'échantillon témoin qui été moins efficace.

8. Evaluation sensorielle des génoises

Dans le cadre de notre étude, nous avons réalisé une évaluation sensorielle approfondie sur les différents échantillons de la génoise

Les résultats obtenus ont fourni des informations sur les aspects de l'apparence, l'odeur, le goût et la texture de chaque échantillon, permettant ainsi d'évaluer leur qualité.,

Dans le tableau 11 nous allons présenter les principales conclusions de notre évaluation sensorielle, mettant en évidence les caractéristiques les plus remarquables de chaque produit et les préférences générales des panélistes.

Tableau 11: Profil des résultats du test évaluation sensorielle

Aspect visuelle

La texture												
	Moelleuse				Légère				Compacte			
Journée	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
Echantillon 1					100 %	100 %	100 %	100 %				
Echantillon 2					100 %	100 %	100 %	100 %				
Echantillon 3					100 %	100 %	100 %	100 %				
Echantillon 4					100 %	100 %	100 %	100 %				

Aspect gustatif

Le gout par rapport au HE									
	Agréable				Désagréable				
journée	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J4
Echantillon 1	100 %	100 %	100 %	100 %					
Echantillon 2	70 %	50 %	50 %	50 %	30 %	50 %	50 %		50 %
Echantillon 3	90 %	80 %	80 %	80 %	10 %	20 %	20 %		20 %
Echantillon 4	90 %	70 %	70 %	70 %	10 %	30 %	30 %		30 %

La Consistance

	Sèche				Humide				Très humide			
journée	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
Echantillon 1					100 %	100 %	100 %	100 %				
Echantillon 2					100 %	100 %	100 %	100 %				
Echantillon 3					100 %	100 %	100 %	100 %				
Echantillon 4					100 %	100 %	100 %	100 %				

Aspect olfactif

Intensité des huiles essentielle												
	Légèrement prononcé				prononcé				Pas du tout prononcé			
Journée	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
Echantillon 1									100 %	100 %	100 %	100 %
Echantillon 2					100 %	100 %	100 %	100 %				
Echantillon 3	100 %	70 %	60 %	30 %		30 %	40 %	70 %				
Echantillon 4	50 %	60 %	70 %	30 %	50 %	40 %	30 %	70 %				

Après avoir analysé les résultats de l'évaluation de la qualité organoleptique de la génoise, nous avons constaté que les panélistes n'ont signalé aucune sensation désagréable en termes de goût et d'odeur pour tous les échantillons.

De plus, au fur et à mesure de la durée de stockage, on observe une légère intensification du goût et de l'odeur dû à la volatilité des substances utilisés, notamment pour l'eugénol. Cependant, cette évolution n'est pas perçue comme désagréable.

Conclusion

Conclusion

Actuellement, les plantes aromatiques et médicinales sont très populaires en raison de leurs différentes propriétés biologiques telles que l'activité antioxydante et antimicrobienne. Elles sont largement utilisées dans notre vie quotidienne pour traiter diverses maladies, ainsi que dans de nombreuses applications industrielles, notamment dans le domaine pharmaceutique et agroalimentaire, en tant qu'alternatives naturelles aux conservateurs chimiques toxiques.

Dans le cas spécifique de la conservation des génoises, l'utilisation de l'eugénol et de l'huile essentielle de cannelle présente plusieurs avantages. Ces substances naturelles ont démontré leur capacité à prolonger la durée de conservation des génoises en prévenant leur détérioration prématurée grâce à leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydantes.

L'eugénol, présent dans l'huile essentielle de clou de girofle, est réputé pour son action antibactérienne, ce qui permet d'inhiber la croissance des micro-organismes responsables de la détérioration des aliments, tels que les moisissures et les levures. De plus, l'huile essentielle de cannelle contient des composés tels que le cinnamaldéhyde, qui possède également des propriétés antimicrobiennes.

L'utilisation de ces substances naturelles offre une alternative intéressante aux conservateurs chimiques traditionnels, qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé. Cependant, il est important de souligner que l'utilisation de l'eugénol et de l'huile essentielle de cannelle pour la conservation des génoises ne dispense pas de respecter les bonnes pratiques d'hygiène alimentaire. Il est essentiel de manipuler et de stocker les génoises de manière appropriée afin d'éviter toute contamination et d'assurer une conservation optimale.

Finalement, l'utilisation de l'eugénol et de l'huile essentielle de cannelle peut constituer une option prometteuse pour prolonger la durée de conservation des génoises, tout en offrant des avantages naturels et gustatifs. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les effets de ces substances sur la qualité et la sécurité alimentaire à long terme.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Abderrahmane., & Harrati, (2017). Etude de L'activité Antimicrobienne de L'huile Essentielle Extraite de Citrus Limon, en Vue de son Utilisation Comme Conservateur Alimentaire, Application sur un Poisson Bleu [Mémoire, Université Abdelhamid ibn Badis-Mostaganem].

Aboudaou., Ouelhadj., Ariño., & Djenane., (2019). Effect Of The Aromatisation With Summer Savory (Satureja Hortensis L.) Essential Oil On The Oxidative And Microbial Stabilities Of Liquid Whole Eggs During Storage.

Aboudaou., (2017). Application de Technique Innovante de Type Micro-onde a l'extraction des Huiles Essentielles des Citrus d'Algérie [Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique].

Ali., & Mhamdi., (2019). Evaluation De La Qualité Microbiologique Des Pâtisseries Commercialisées Au Centre De La Wilaya De Biskra [Mémoire, Université Mohamed Khider, Biskra].

Amezrar. (2021). Evaluation De La Qualité Microbiologique et Physico-chimique Des Farines Produites Par Les Différentes Minoteries du Wilaya d'Oum el Bouaghi [Mémoire, Université Larbi Ben Mhidi Oum el Bouaghi].

Arrêté du 21 décembre 1979, JORF du 19 janvier 1980 numéro complémentaire, relatif aux critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées animales ou d'origine animale, 784-789.

Article R112-22 du code de la consommation. (24/02/2010). Available from Internet: <URL: <http://www.legifrance.gouv.fr>>.

B

Benferhat., Bendaha., & Benarbia. (2022). caractérisation microbiologique et physicochimique d'un biscuit edulcore par un sirop de dattes dénoyautées [mémoire, université ibn khaldoun tiaret].

Références bibliographiques

Bennion., Bamford., & Bent. (1997). the technology of cake making (6ème édition). blackie academic and professional, boundary row, pp. 421.

Berrabah. (2020). evaluation des propriétés physico-chimiques et sensorielles d'un yaourt à texture améliorée par l'extrait d'amidon de pomme de terre blanche (solanum tuberosum) [mémoire, université mohamed boudiaf, msila].

Bourgeois. (1991). prédiction de la durée de conservation des produits et techniques d'analyses et de contrôles dans les industries agro-alimentaires: le contrôle microbiologique (2ème édition). paris, pp. 123-134.

Boustot., Hanti., & Moulahem. (2015). contrôle de la qualité microbiologique et physicochimique des biscuits commercialisés dans la wilaya de jijel [mémoire, université mohamed saddik benyahia, jijel, 2015].

Branger., Richer., & Roustel. (2007). alimentation et processus technologique. educagri editions, dijon, p. 293.

Brigitte., Brigiet., & Corlien . (2005). la conservation du poisson et de la viande: les facteurs d'altération des viandes. marja de goffau– markusse. isbn: 90-8573-033-3, p. 835.

C

Cauvain ., & Young. (2008). Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects (2ème Édition). Blackwell Publishing, Oxford. p289.

Chaboissier ., & LEBIGRE. (2005). Compagnon Et Maitre Pâtissier. Editions Jérôme Villette, Tome 2 Technologie De La Pâtisserie. pp206.

Chelabi., Medhdour . (2013) Analyse Physico-chimique Microbiologique Et Toxicologique Au Cours De La Fabrication De Couscous Issue De Deux Types De Ble Local Et Importe A L'unité Moula Pate. [Mémoire]. Université Saad Dahab De Blida.

Références bibliographiques

Cheriet.,Laib. (2020). Utilisation De L'analyse Proustienne Généralisée Dans L'évaluation Des Caractéristiques Sensorielles Des Fromages. [Mémoire]. Université 8 Mai 1945 Guelma.

D

Delacharlerie., Biourge ., Chene., Sindic & Deroanne. (2008). Haccp Organoleptique : Guide Pratique. Presses Agronomiques De Gembloux, Belgique. 176p

Desrochers., Seitz., Walker & Wrigley. (2004). Cakes: Chemistry Of Manufacture. In: Encyclopedia Of Grain Science. Wrigley C., Corke H. Et Walker C.E. Academic Press, Burlington. 129-133p

Djenane. (2005). Antioxydants Et Limitation Des Uv : Pour Prolonger La Duree D Commerciale Commerciale Des Viandes Fraiches Vigie-Viande. 354p

Djenane, D., Beltran., Camo & Roncales. (2016). Influence Of Vacuum-Ageing Duration Of Whole Beef On Retail Shelf Life Of Steaks Packaged With Oregano (*Origanum Vulgare L.*) Active Film Under High O₂. *Journal Of Food Science And Technology*. 53, 4244-4257.

Djenane., Sanchez., Beltran & Roncales. (2003). Extension Of The Shelflife Of Beef Steakspackaged In A Modifiedatmosphere By Treatment With Rosemary And Displayunder Uv-Free Lighting. *Meat Science*.

Djenane., Sanchez., Bertran & Roncales. (2001). Extension Of Display Life Of Fresh Beef Packaged In Modified Atmospherre By Varying Lighting Conditions. *Journal Of Food Science*. 66 (1), 181-185.

Dobler,D., Runkel et Schmidts. (2020). « Effect of essential oils on oral halitosis».

Références bibliographiques

E

Edoura-Gaena. (2005). Analyse Et Aide A La Conduite De L'operation De Foisonnement Dans Un Procédé De Production Biscuitier : Exploitation De L'expertise Des Operateurs. These De Doctorat, Université Blaise Pascal, France. p186.

Edward. (2007). The Science Of Bakery Products. The Royal Society Of Chemistry, Cambridge. . p259.

F

Feillet. (2000). Biscuits, Pates Alimentaires Et Autres Produits Derives Du Ble. *In* : Le Grain Du Ble : Composition Et Utilisation. Feillet P. Inra, Paris. 175-208.

Figoni. (2008). How Baking Works: Exploring The Fundamentals Of Baking Science (2ème Edition). John Wiley And Sons, Hoboken. 399p

Fosse., Cappelier, Laroche ., Fradin , Giraudet et Magras .(2006). Viandes bovines: une analyse des dangers biologiques pour le consommateur appliquée à l'abattoir. Rencontre Recherche Ruminants, 13: 411-414.

G

Gachkar ., Yadegari ., Rezaei ., Taghizadeh ., Astaneh and Rasooli ., (2007). Chemical and biological characteristics of Cuminum cyminum and Rosmarinus officinalis essential oils. Food Chem., 102, 898-904.

Guenette., Beaudry ., Marire. and Vochon. (2006). Pharmacokinetics and anesthetic activity of eugenol in male Sprague-Dawley rats. J.V. et Pharmacol. Ther. ; 29 :265-

Guiraud & Rose. (2004). Pratique Des Normes En Microbiologie Alimentaire. Afnor, Saint Denis La Plaine. p300.

Références bibliographiques

H

Hakima.,Lakhlef.,Hellal . (2019). Le Conditionnement Des Fraises Fraiches Sous "Micro-Atmosphère" A Base D'huiles Essentielles Combinées : Effet Durant Le Stockage. [Mémoire]. Ummto .

Hessas .,Simoud . (2018). Contribution A L'étude De La Composition Chimique Et A L'évaluation De L'activité Antimicrobienne De L'huile Essentielle De Thymus Sp. [Memoire]. Ummto .

J

Juliette. (2022). Développement D'un Cake Acidifié, Sans Sucre Ajouté Par Une Démarche De Pétrissage Sous Pression. Thèse De Doctorat, Ecole Doctorale Ecologie, Géosciences, Agronomie Et Alimentation, Ecole Nationale Nantes Atlantique.

K

Kaouane. (2022). Préparations Traditionnelle D'une Farine De Riz Et Essai D'élaboration D'un Biscuit Sans Gluten Destiné Aux Malades Cœliaques. [Mémoire]. Ummto,

Kassous ., Djourdem. (2022). Elaboration De Cookies Diététiques A Base De Farine De Souchet Comestible Et De Bactéries Probiotiques). [Memoire]. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

Koui .,Lamri. (2020). Etude Des Conservateurs Et Edulcorants Et Analyse Sensorielle De Trois Marques De Jus De Fruits, Nectars Et Boissons Commercialisées. [Mémoire]. Ummto

L

Labuza., & Hyman. (1998). Moisture Migration And Control *In* Multidomain Foods. Trends In Food Science And Technology. 9(2), 47-5

Références bibliographiques

Lammi. (2018). Développement D'un Emballage Actif Biodégradable A Base De Grignons D'olives En Vue D'une Application Dans La Conservation Des Aliments. [Mémoire]. Ummto.

Lara., Cortes., Briones. & Perez. (2011). Structural And Physical Modification Of Corn Biscuits During Baking Process. Lwt- Food Science And Technology.

M

Maache-Rezzoug., Bouvier., Allaf .,& Patrasc. (1998). Effect Of Principal Ing Rheological Behavior Of Biscuit Dough And On Quality Of Biscuits. Journal Of Food Engineering. 35(1), 23-42.

Mahzem.,& Ikhlef. (2013). Contribution A L'application Du Système Haccp A L'étape Du Conditionnement Aseptique D'un Lait Uht Chocolaté « Candy Choco » Au Niveau De Tchinelait Candia. [Mémoire]. Université Abderrahmane Mira Bejaïa.

Matz. (1992). Bakery Technology And Engineering (3ème Edition). Van Nostrand Reinhold, New York. 853p.

Menard., Emond., Bolduc., Marcoux., & Boudea. (1992). La Pâtisserie Industrielle. In : Le Ble : Eléments Fondamentaux Et Transformation. Boudreau A. Et Menard G., Les Presses De L'université De Laval, Sainte-Foy. 349-390.

Moll., & Moll. (1998). Additifs Alimentaires Et Auxiliaires Technologiques (2^{ème} Edition). Dunod, Paris. 218p

N

Nasreddine . (2022). Emballage Actifs Et Intelligent. [Mémoire]. Université De Bourgogne, Dijon, France.

Nathalie ., Guillard ., Sebastien ., Carole. (2018) L'emballage Alimentaire Et L'innovation Ecologique Dans Toutes Leurs Dimensions. [Article]. Montpellier. 22. 271-289

Références bibliographiques

O

Ohkubo & Shibata. (1997). The selective capsaicin antagonist capsazepine abolishes the antinociceptive action of eugenol and guaiacol. *J. Dent. Res*; 76 :848-851.

P

Paul. (2017). Conservation Des Matières Agricoles, Des Produits Alimentaires Intermédiaires Et Des Aliments.

Ponce., Fritz., Del., Roura.(2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LebensmittelWissenschaft und Technologie*, 36, 679–684.

R

Ramdani ., Menana. (2017). Prévalence et antibiois résistance de staphylococcus aureus dans la viande hachée et les pâtisseries commercialisées dans la ville de Tizi-Ouzou. [Mémoire]. Ummto .

Ranken., Kill., & Baker. (1997). cereals and cereal products.in: *food industries mc* ranked m.d, kill r.c. et baker c. blackie academic and professional, and boundary row. 4(4).193-199

Redjadj., Oubellil. (2014). Évaluation physico-chimique de quelques produits alimentaires commercialises. [Mémoire]. ummto,

Roux. (1994). Conserver les aliments : comparaison des méthodes et des technologies. *Technique et documentation Lavoisier*, paris. p705.

Références bibliographiques

S

Sahi., & Alava. (2003). Functionality of Emulsifiers in Sponge Cake Production. *Journal of Food and Agriculture*. 83(14), 1419-1429

Sanchez-Escalante., Djenane.,Torrescano.,Onio., Roncales. (2001) The Effects Of Ascorbic Acid, Taurine, Carnosine And Rosemary Powder On Colour And Lipid Stability Of Beef Patties Packaged In Modified Atmosphere.

Sing., & Anderson. (2004). The Major Types Of Food Spoilage: An Overview. In: *Understanding And Measuring The Shelf Life Of Food*. Steele R. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.3-23.

T

Tarik., Khammour., Merghoub.,Elabboubi.,Charaf & Al. (2018). Analyse Chimique Et Activité Antimicrobienne D'un Bioproduit Cosmétique A Base D'huile Essentielle De Cannelle "Cinnamomum Verum" Pour Le Traitement Des Mycoses.

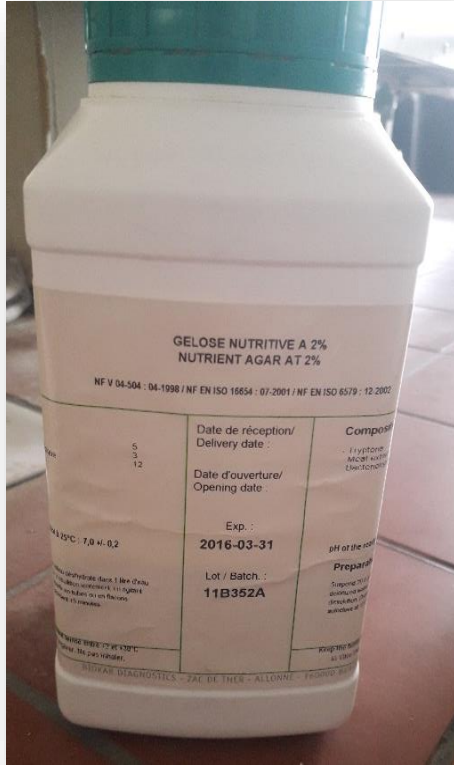
V

Vierling., (2008). Les Céréales. In: *Aliments Et Boissons: Filières Et Produits* (3^{ème} Edition).

Voysey., & Legan. (1999). Confectionery Products-Cakes And Pastries. *Encyclopedia Of Food Microbiology*. 474-480.

Annexes

Annexes



Gélose nutritive



BHB



Milleur hinton

Annexes



Staphylococcus aureus ATCC



Huil essentiel de cannelle

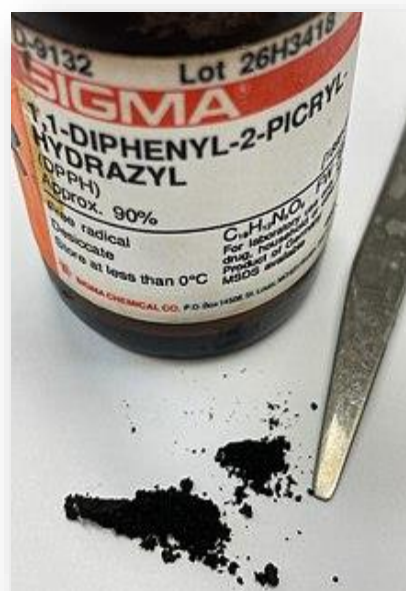


eugenol

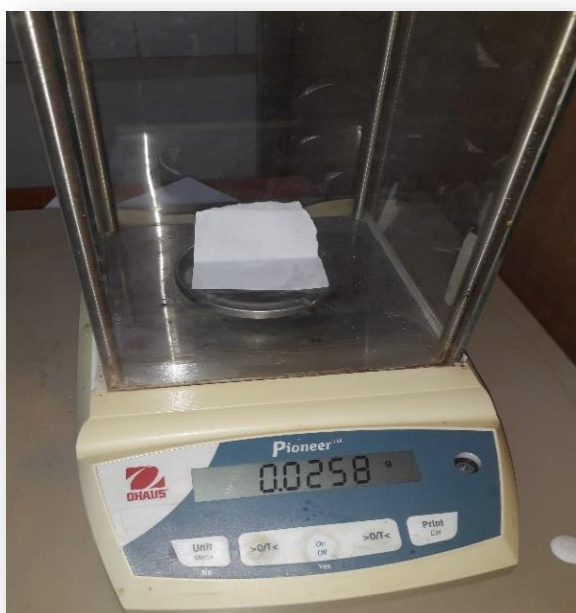
Annexes



Acide ascorbique



DPPH



Balance de precision

Annexes



Dessiccateur



Water metre

Annexes



pH mètre



agitateur magnétique



Balance



bain marrie



Brixmètre

Annexes



Autoclave



Malaxeur a sac stomacher

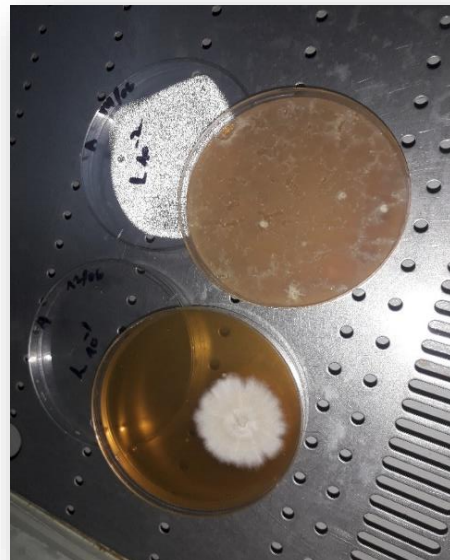
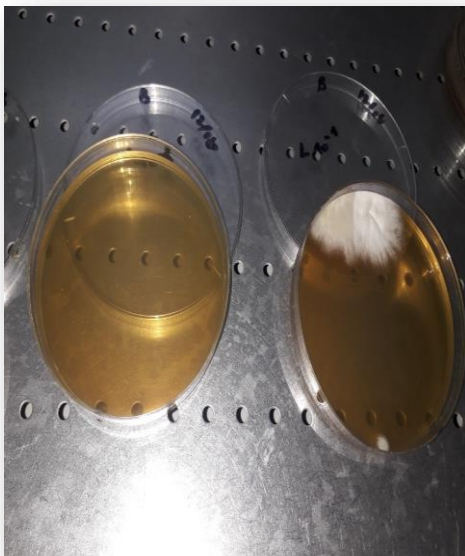
Annexes



Sabouraud dextrose agar



PCA



Levures

Annexes



La haute



Incubateurs

Annexes

Les normes de conformité microbiologique des produits finis :

1/Génoise

Germes recherchés	Méthodes d'analyses	Plan d'échantillonnage		Critères microbiologiques	
		n	c	m	M
Germes aérobies 30 °C	N.A 1207	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Escherichia coli</i> 44 °C	ISO 16649-2	5	2	10	10 ²
Anaérobies sulfite-réducteurs	JON°51 2013	5	2	10	10 ²
Staphylocoques à coagulase+37°C	JON°68 2014	5	2	10 ²	10 ³
Moisissures 20-25 °C	JON°52 2015	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i>	JON°44 2017	5	0	Absence dans 25g	
<i>Listeria monocytogenes</i>	N.A 15159	5	0	100	

NORME de conformité microbiologique de la génoise

Résumé

L'objectif de cette étude était de tester l'efficacité de l'eugénol et de l'huile essentielle de cannelle comme agents antioxydants et antimicrobiens, et leur utilisation comme conservateurs naturels pour les génoises. Les extraits ont été évalués pour leur capacité à piéger les radicaux libres et leur effet antioxydant a été mesuré. De plus, leur activité antimicrobienne a été étudiée en mesurant la croissance de la flore mésophile aérobie, des moisissures et des levures pendant 12 jours de stockage à température ambiante. Les résultats ont montré que l'eugénol était plus efficace que l'huile essentielle de cannelle pour inhiber la croissance des micro-organismes. L'impact sensoriel des extraits sur les qualités des génoises a été évalué et les résultats ont indiqué qu'ils étaient acceptables. En conclusion, l'eugénol et l'huile essentielle de cannelle ont démontré une forte activité antioxydante et des propriétés antimicrobiennes efficaces sur les génoises, offrant une alternative aux conservateurs synthétiques. Ils pourraient être utilisés comme conservateurs naturels, prolongeant ainsi la durée de conservation des denrées alimentaires sans causer de préjudice à la santé humaine.

Mot cle : huiles essentiel ; cannelle ; eugénol ; antimicrobien antioxydant .

Abstract

The objective of this study was to test the effectiveness of eugenol and cinnamon essential oil as antioxidant and antimicrobial agents, as well as their use as natural preservatives for sponge cakes. The study aimed to replace synthetic antioxidants, which may have adverse effects.

To evaluate the effectiveness of eugenol and cinnamon essential oil, their ability to scavenge free radicals was measured using the DPPH• method to determine their antioxidant effect. Additionally, these extracts were added to the packaging of the sponge cakes, and their antimicrobial activity was studied by measuring the growth of aerobic mesophilic flora, molds, and yeasts during a 12-day storage period at room temperature.

The results of the microbiological study showed that eugenol was more effective than cinnamon essential oil in inhibiting the growth of aerobic mesophilic flora, yeasts, and molds.

Furthermore, the sensory impact of eugenol and cinnamon essential oil on the appearance, color, odor, taste, texture, and overall acceptability of the sponge cake samples was evaluated by comparing them to a control sample. The results showed that the extracts did not have an unpleasant taste.

The sensory results also indicated that after 12 days of storage, there were no significant differences among the different samples for most of the evaluated qualities, and they were generally acceptable.

In conclusion, eugenol and cinnamon essential oil demonstrated strong antioxidant activity and effective antimicrobial properties in sponge cakes compared to synthetic antioxidants during a 12-day storage period. Therefore, these extracts could be used as natural preservatives in food products, thereby extending their shelf life while being safe for human consumption.

Key word: essential oils; cinnamon ; eugenol; antioxidant antimicrobial.