UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Etude de l'amélioration de la durée de conservation de la purée de tomate par utilisation des extraits des végétaux : cas de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle

Irazabayo, Samuel; Sous la direction de: Dr. Ir. Karikurubu Jean Félix (PhD)

2023-06
UB, FABI
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/486

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS

MASTER EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA DUREE DE CONSERVATION DE LA PUREE DE TOMATE PAR UTILISATION DES EXTRAITS DES VEGETAUX : CAS DE GINGEMBRE, DE CURCUMA, DE ROMARIN ET DE CLOU DE GIROFLE

PAR :

IRAZABAYO Samuel

Mémoire présenté et défendu publiquement pour l'obtention d'un diplôme de Master en Sciences et Technologie des Aliments

Option : Technologie Post - Récolte

Sous la direction de : Dr. Ir. KARIKURUBU Jean Félix (PhD)

Bujumbura, Juin 2023

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président : Dr. Ir. NIYOYANKANA Bonaventure

Directeur : Dr. Ir. KARIKURUBU Jean Félix

Secrétaire : Msc NIMPAGARITSE Angeline

DEDICACES

A Dieu Tout Puissant ;

A mes chers parents ;

A mes chers frères et sœurs ;

A la Famille BUCUMI Jean Daniel ;

A la Famille MBARUBUKEYE Jean Claude ;

A tous ceux qui me sont chers.

Je dédie ce mémoire

IRAZABAYO Samuel

REMERCIEMENTS

Le travail que nous présentons est le fruit de plusieurs collaborations. Mes premiers et sincères remerciements vont à l'endroit du Tout Puissant qui m'a prêté vie et santé. DIEU, Seigneur Tout Puissant, durant toutes ces années d'études, Tu m'as accompagné et m'as gardé dans ta grâce. Je Te remercie pour tout ce que Tu m'as donné et me donneras encore dans cette vie.

Je trouve aussi une occasion agréable pour exprimer ma sincère gratitude à toute personne morale ou physique qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Je tiens aussi à remercier plus particulièrement Monsieur Dr. Ir. KARIKURUBU Jean Félix, Directeur et Promoteur de ce mémoire, pour avoir inspiré et dirigé ce travail malgré ses multiples occupations. Cher encadreur et directeur, je tiens à vous remercier pour m'avoir accueilli et encadré avec bienveillance. Votre simplicité, vos riches conseils, vos encouragements et surtout votre disponibilité, votre expérience et votre compétence m'ont été d'un grand intérêt. Pour tout ce que vous m'avez fait, soyez assuré de ma sincère gratitude et ma profonde reconnaissance.

J'adresse mes sincères remerciements à la direction de Centre de Formation Professionnelle de KIGOBE qui m'a accueilli et m'a donné l'équipement nécessaire à la réalisation de notre étude.

Au sein du laboratoire d'analyse Microbiologique de CNTA et celle de chimie analytique de la Faculté des Sciences, toute l'équipe de deux laboratoires ; soyez rassurer de ma reconnaissance pour tous les bons moments, d'entente et d'entraide, que nous avons passés ensemble.

Que toutes personnes qui m'ont enseigné depuis l'école primaire jusqu'au niveau de master à l'Université du Burundi et spécialement les Enseignants du Département des Sciences et Technologie des Aliments (STA), trouvent dans ce travail le fruit de leurs efforts. Enfin, ne pouvant citer tous ceux et celles qui m'ont été d'un apport petit ou grand, je leur adresse mes remerciements les plus sincères.

RESUME

La transformation de la tomate en purée est l'un des moyens de conservation utilisé pour allonger la durée de conservation de la tomate. Cependant, des traitements thermiques doivent être utilisés afin de stabiliser la purée pour de longues périodes de stockage. Ces traitements, s'ils sont sévères, induisent des variations dans la composition de l'aliment. Le but de la présente étude était d'utiliser les extraits des plantes antimicrobiennes pour stabiliser la purée de tomate par appertisation habituelle aux températures inférieures à 90 ^{0}C afin de contribuer à la gestion des produits post-récolte au Burundi. Pour y parvenir, l'extraction des huiles essentielles par l'hydro-distillation a été réalisée au laboratoire de Chimie analytique dans la Faculté des Sciences. Le rendement en huiles essentielles à partir de gingembre était de 0,4% ; 8,7% pour le curcuma ; 0,5% pour le Romarin et 5,67% pour le clou de girofle.

Des échantillons des purées des tomates stabilisées par des extraits des végétaux à des doses différentes ont été produits et analysés au plan organoleptique selon les différentes doses de l'extrait appliqué et au plan microbiologique selon les exigences microbiologiques recommandées par l'Union Européenne (Règlement 178/2002/CE ; mise à jour le 24/05/2007). La dose de 0,2% a reçu beaucoup des points par rapport aux autres doses. Le dénombrement de la flore bactérienne était composé par les flores aérobies mésophiles totaux, *Staphylococcus aureus*, levures et moisissures, Coliformes totaux, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Lactobacillus*, Streptocoques fécaux et des germes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR). Après une journée de conservation, les résultats ont révélé seulement la présence des FAMT. A une appertisation de 80 ^{0}C, les FAMT varient de 10 à 0 UFC/g de purée ; à une appertisation de 85 ^{0}C, les FAMT varient de 6 à 0 UFC/g de purée et à une appertisation de 90 ^{0}C, les FAMT varient de 2 à 0 UFC/g de purée. Après 6 mois de conservation, les résultats ont révélé la présence des FAMT, les levures et moisissures. A une appertisation de 80 ^{0}C, les FAMT varient de 40 à 1 UFC/g de purée, les levures et moisissures varient de 4 à 0 UFC/g de purée ; à une appertisation de 85 ^{0}C, les FAMT varient de 20 à 0 UFC/g de purée, les levures et moisissures varient de 1 à 0 UFC/g de purée et à une appertisation de 90 ^{0}C, les FAMT varient de 10 à 0 UFC/g de purée mais les levures et moisissures aucune colonie n'a été détectée.

Mots clés : Purée de Tomate, Extraits des Végétaux, Flores Aérobies Mésophiles Totaux, Levures et Moisissures.

ABSTRACT

The processing of tomato into puree is one of the preservation methods used to extend the shelf life of tomato. However, heat treatments must be used to stabilize the puree for long periods of storage. These treatments, if severe, induce variations in the composition of the food. The aim of the present study was to use antimicrobial plant extracts to stabilize tomato puree by usual appertization at temperatures below 90 ^{0}C in order to contribute to the management of post-harvest products in Burundi. To achieve this, the extraction of essential oils by hydro-distillation was carried out in the laboratory of Analytical Chemistry in the Faculty of Science. The yield of essential oils from ginger was 0.4%; 8.7% for turmeric; 0.5% for rosemary and 5.67% for clove.

Samples of tomato purees stabilized by plant extracts at different doses were produced and analyzed organoleptically according to the different doses of the applied extract and microbiologically according to the microbiological requirements recommended by the European Union (Regulation 178/2002/EC; updated on 24/05/2007). The dose of 0,2% received many points compared to the other doses. The bacterial flora count was composed by total aerobic mesophilic flora, Staphylococcus aureus, yeasts and molds, total coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Lactobacillus*, fecal Streptococci and anaerobic sulfite-reducing germs (SRG). After one day of storage, the results revealed only the presence of FAMT. At 80 ^{0}C, FAMT ranged from 10 to 0 UFC /g of mashed potato; at 85 ^{0}C, FAMT ranged from 6 to 0 UCF/g of mashed potato; and at 90 ^{0}C, FAMT ranged from 2 to 0 UFC/g of mashed potato. After 6 months of storage, the results revealed the presence of FAMT, yeasts and molds. At 80 ^{0}C, FAMT ranged from 40 to 1 UFC /g of mashed potato, yeasts and molds ranged from 4 to 0 UFC /g of mashed potato; at 85 ^{0}C, FAMT ranged from 20 to 0 CFU/g of mashed potato, yeasts and molds ranged from 1 to 0 UFC /g of mashed potato; and at 90 ^{0}C, FAMT ranged from 10 to 0 UFC/g of mashed potato, but no colonies of yeasts and molds were detected.

Key words: Tomato puree, Plants extracts, Total aerobic mesophilic flora, Yeasts and moulds.

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY i
DEDICACES ii
REMERCIEMENTS iii
RESUME iv
ABSTRACT v
TABLE DES MATIERES vi
LISTE DE TABLEAUX ix
LISTE DES FIGURES x
LISTE DES SIGLES ET ABLEVIATIONS xi
AVANT-PROPOS xii
INTRODUCTION GENERALE 1
CHAP I : REVUE DE LITTERATURE 3
I. 1. Généralité sur la conservation de la tomate 3
I.1.1. Introduction 3
I.1.2. Conservation par traitement thermique 3
I.1.2.1. Pasteurisation, Appertisation et Stérilisation : 3
I.1.2.2. Effets et nuisances causées par la technologie de traitement thermique 4
I.1.2.3. Effets de traitement thermique sur les produits dérivés de la tomate 5
I.1.2.3.1. Effet positif 5
I.1.2.3.2. Effet négatif 5
I.2. Généralité sur l'utilisation des extraits des végétaux dans la conservation 5
I.2.1. Introduction 5
I.2.2. Extrait du Gingembre (*Zingiber officinale*) 6
I.2.2.1. Composition chimique de l'HE de gingembre 7
I.2.2.2. Activités biologiques du gingembre 7
I.2.2.3. Activité antimicrobienne de gingembre 8
I.2.3. Extrait de Romarin (*Rosmarinus officinalis)* 8
I.2.3.1. Composition chimique de l'HE de Romarin 9
I.2.3.2. Activités biologiques de Romarin 11
I.2.3.3. Activités antibactériennes, antifongiques de Romarin 12
I.2.3.3.1. Activité antibactérienne 12
I.2.3.3.2. Activité antifongique 15

I.2.4. Extrait de curcuma (*Curcuma longa*) 15
I.2.4.1. Composition chimique de l'HE de curcuma 16
I.2.4.2. Activité biologique de curcuma 16
I.2.4.3. Activité antimicrobienne et antifongique de curcuma 17
I.2.4.3.1. Activité antimicrobienne 17
I.2.4.3.2. Activité antifongique 19
I.2.5. Extrait de Clou de girofle (*Syzyguim aromaticum)* 19
I.2.5.1. La composition chimique de l'huile essentielle de clou de girofle 20
I.2.5.2. Activité biologique du clou de girofle 20
I.2.5.3. Activité antibactérienne et antifongique 21
I.2.5.3.1. Activité antibactérienne 21
I.2.5.3.2. Activité antifongique 22
Conclusion de la revue de la littérature 23
CHAP II : MATERIEL ET METHODES 24
II.1. Préparation des extraits des végétaux 24
II.1.1. Matériel utilisé 24
II.1.1.1. Choix du matériel végétal 24
II.1.1.2. Matériels de l'obtention de l'huile essentielle 25
II.1.2. Méthode utilisée 25
II.2. Production de Purée de Tomate 29
II.2.1. Matériel utilisé 29
II.2.1.1. Choix du matériel végétal 29
II.2.1.2. Matériel de l'obtention de la purée 29
II.2.2. Méthodes utilisées 30
II.2.3. Analyses Microbiologiques 33
II.2.3.1. Matériels de laboratoire utilisés 33
II.2.3.2. Produits de laboratoire utilisés 34
II.2.3.3. Des dilutions décimales 34
II.2.3.4. Dénombrement des germes dans la purée de tomate 34
II.2.4. Analyse de la qualité Organoleptique 37
II.3. Analyse des données 37
CHAP III : PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION 39

III.1. Présentation du rendement en huiles essentielles 39
III.2. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons étudiés 39
III.2.1. Présentation des résultats microbiologiques après une journée de conservation 41
III.2.1.1. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 80 ^{0}C 41
III.2.1.2. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 85 ^{0}C 44
III.2.1.3. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 90 ^{0}C 45
III.2.2. Présentation des résultats microbiologiques après 6 mois de conservation 46
III.2.2.1. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 80 ^{0}C 47
III.2.2.2. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 85 ^{0}C 50
III.2.2.3. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 90 ^{0}C 53
III.3. Evaluation de l'efficacité des extraits sur les FAMT, les levures et moisissures 53
III.4. Evaluation de la qualité organoleptique de la purée 56
III.5. Analyse de la comparaison de la qualité microbiologique des purées stabilisées avec des extraits et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits 57
CONCLUSION GENERALE, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES 59
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 60
Annexe 79

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1: Composition de l'HE de Rosmarinus officinalis verbenoriferum : synthèse de plusieurs articles scientifiques. 10

Tableau 2 : Types des échantillons 30

Tableau 3 : Rendement en huiles essentielles 39

Tableau 4 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 80^0C (échantillons témoins) 41

Tableau 5 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 85^0C (échantillons témoins) 44

Tableau 6 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 90^0C (échantillons témoins) 45

Tableau 7 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 80^0C (échantillons témoins) 47

Tableau 8 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 85^0C (échantillons témoins) 50

Tableau 9 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 90 ^{0}C (échantillons témoins) 53

Tableau 10 : Comparaison des FAMT observés selon le type d'extrait utilisé 54

Tableau 11 : Comparaison des levures et moisissures observés selon le type d'extrait utilisé 55

Tableau 12 : effet de dose sur la qualité organoleptique de purée 56

Tableau 13 : comparaison des purées stabilisées avec des extraits et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits selon les FAMT observées 57

Tableau 14 : comparaison des purées stabilisées avec des extraits et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits selon les levures et moisissures observés. 58

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rhizome de gingembre (KHELLAF, Nour el houda, 2011) 6
Figure 2 : Romarin (Rosmarinus officinalis) (Panda H., 2005). 9
Figure 3 : Rhizome, tranches et poudre de curcuma (Jean Guillaume, 2010). 16
Figure 4 : Buttons de clou de girofle (Anonyme, 2011) 19
Figure 5 : Rhizomes de curcuma et de gingembre découpés 26
Figure 6 : Opération de mouture pour obtenir la poudre 26
Figure 7 : Poudre de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle 26
Figure 8 : Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation 27
Figure 9 : Diagramme de l'obtention de l'HE de gingembre, curcuma, romarin ou de clou de girofle 28
Figure 10 : Les Tomates utilisées 29
Figure 11 : Purées des tomates finies 31
Figure 12 : Diagramme de fabrication de purée de tomate 32

LISTE DES SIGLES ET ABLEVIATIONS

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius.

AFNOR : Association Française pour la Normalisation.

ASR : Anaérobies sulfito-réducteurs

BAT : Bactéries Aérobie Totale

BLA : Bactéries Lactiques

C_2 H_2O_6 : curcumine

CCM : Chromatographie sur Couche Mince

Cm : centimètre

CNTA : Centre National de Technologie Alimentaire

et *al*. : et ses collaborateurs

FABI : Faculté d'Agronomie et de Bio-ingénierie

FAMT : Flores Aérobies Mésophiles Totaux

FAO : Food and Agriculture Organisation /Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation

h : Heure

H E : Huile Essentiel

IAA : Industrie Agro-Alimentaire

ISO : Organisation International de Normalisation

LDL : Lipoprotéine de Faible Densité

m : Mètre

ml : millilitre

mm : Millimètre

nm : Nanomètres

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : Potentiel d'Hydrogène.

sp : Espèce

STA : Sciences et Technologie des Aliments

AVANT-PROPOS

La réalisation de ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de master en Sciences et Technologie des Aliments, option de Technologie Post-Récolte.

L'idée de cette étude est venue du fait que les extraits de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle est largement utilisée comme agent conservant dans les aliments et les boissons (Chakraborty B., 2014 ; Karuppiah P., Rajaram S., 2012) mais chez nous au Burundi, les effets positifs des Industries alimentaires se trouvent toujours négligeable parce qu' il y a très peu des produits se trouvant sur le marché stabilisé par les extraits des végétaux ce qui nous oblige de faire toujours recours aux stabilisants chimiques qui nous coûtent cher et qui ont des effets néfastes sur la santé humaine.

Nous avons choisi de les appliquer dans la conservation des tomates suite à un constat tiré dans certaines provinces (Kirundo - Cibitoke). Dans ces provinces, il y a des larges territoires qui se trouvent près d'eau suite aux différents lacs et rivières qui les entourent, c'est facile de cultiver les tomates parce que l'arrosage est facile mais les cultivateurs des tomates sont dégoutés de les cultiver car en période d'Août (période de récolte des tomates), ils récoltent une hausse production qui nécessite la conservation; malheureusement ce potentiel de production n'est pas valorisé conséquemment, ce qui entraîne une surabondance de tomates au marché et des pertes considérables chaque année et une forte fluctuation des prix aux producteurs. La transformation de la tomate en purée et la stabilisée par les extraits des végétaux s'avère l'un des moyens de bonne conservation de tomate qui peuvent être aujourd'hui perçues comme un moyen pour réduire les pertes post-récolte.

La présente étude vise à utiliser les extraits des végétaux pour stabiliser la purée de tomate appertisée habituellement aux températures inférieures à 90^{o}C afin d'allonger sa durée de vie qui constitue un des problèmes majeurs dans la gestion post-récolte des tomates dans le pays en général. C'est pourquoi le sujet est intitulé « **Etude de l'amélioration de la durée de conservation de la purée de tomate par utilisation des extraits des végétaux : Cas de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle** ».

Au cours de cette étude, des difficultés n'ont pas manqué surtout liés aux moyens financiers qui étaient insuffisants, le manque du matériel de transformation spécialisé. D'où la présente étude a été effectuée dans des différents endroits.

INTRODUCTION GENERALE

La conservation des aliments est l'une des principales préoccupations de l'industrie agro-alimentaire.

D'une part, les aliments constituent des milieux favorables à la croissance de micro-organismes responsables de toxi-infections alimentaires. Par conséquent, la gestion de la contamination microbienne des aliments et de ses produits, la minimisation de la demande d'antibiotiques, la prolongation de la durée de conservation pour éradiquer les microorganismes indésirables et le report de la détérioration des aliments sont des priorités pour la sécurité alimentaire (El Chaghaby et *al* 2014). Les maladies d'origine alimentaire provenant de la consommation d'aliments contaminés par des microorganismes pathogènes constituent une préoccupation vitale pour la santé publique. Parmi les flambées signalées aux États-Unis au cours de la période 1993-1997, l'étiologie a été déterminée; les pathogènes bactériens ont causé 75 % d'éclosions (Olsen et *al*, 2000). *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes* et *E. coli* représentaient le plus grand nombre d'épidémies de cas et de décès. Au Canada, le coût du traitement des maladies d'origine alimentaire dues à la contamination de la viande et des produits carnés est estimé à 500 millions de dollars par an (Todd, 1989).

D'autre part, la peroxydation des lipides dans les aliments au cours des processus de fabrication et de stockage conduit à la perte aussi bien de la qualité que de la sécurité de ces aliments (Niyukuri J. et *al*., 2022).

Au Burundi comme partout ailleurs dans le monde, pour empêcher le développement de ces microorganismes, les industriels utilisent des méthodes de conservations différentes selon le type de produit à conserver mais certains utilisent des traitements thermiques sévères qui provoquent la dégradation de la qualité organoleptique et nutritionnelle des aliments (Murcia, M. A.; Lopez-Ayerra, 2000).

Par exemple, au plan nutritionnel, la tomate est riche en composés alimentaires nécessaire à la croissance normale de l'homme tels que les caroténoïdes (lycopène), les sels minéraux tels Ca, K, Mg, Na, Fe et de vitamines comme A, B6, B9,C ,E (Boumendjel et Boutebba, 2003 ; Glouchkoff, 2010 ; Sawadogo et al., 2015) et les fibres alimentaires (Davis et Hobson, 1981).

Mais une étude menée sur la purée stérilisées à trois barèmes (90, 95 et 100 °C) pour obtenir des constantes cinétiques de propriétés de qualité a montré que plus on augmente la température de stérilisation, plus on augmente les dommages causés par la chaleur et l'oxydation. A 100 °C, la teneur en furosine a augmenté, à la fois la teneur en acide ascorbique et l'activité antioxydante de la fraction hydrophile a diminué et une variation de couleur s'est produite. (Zanoni, B. et *al*., 2003 ; Lathrop, P. J.; Leung, H. K., 1980).

Vu que l'augmentation de la température entraine des différents dommages sur la qualité nutritionnelle de la purée de tomate, dans le but de stabiliser ce dernier sans toutefois altérer sa qualité nutritionnelle, la recherche des substances végétales naturelles aux propriétés antimicrobiennes qui peuvent être combinées avec de faible température est un grand intérêt en Sciences et Technologie alimentaires.

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif global de notre travail par une combinaison des extraits des plantes pour stabiliser la purée de tomate par appertisation habituelle aux températures inférieures à 90 ^{0}C et plus spécifiquement de :

- extraction de l'huile essentielle de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle ;
- thermo-pasteurisation du produit combiné ;
- évaluation de l'effet des extraits des végétaux sur les microorganismes présent dans la purée ;
- évaluation de l'effet des extraits des végétaux sur la qualité organoleptique de la purée.

Les hypothèses de recherche étaient :

- L'action bactériostatique et bactéricide des extraits des végétaux peut influencer la diminution de la température de traitement de la purée ;
- L'utilisation des extraits des végétaux peut influencer la qualité organoleptique de la purée.

Ainsi notre travail s'articule autour de 3 chapitres :

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur la conservation de la tomate, c'est-à-dire les méthodes de traitement thermique utilisés, les effets positifs et négatifs causées par la technologie de traitement thermique ainsi que l'utilisation des extraits des végétaux dans la conservation notamment l'extrait de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle ;
- Le second chapitre porte sur le matériel et méthodes utilisés pour les expérimentations ;
- Le troisième chapitre présente les résultats des technologies alimentaires appliqués et les analyses microbiologiques faites aux laboratoires ainsi que leurs interprétations.

CHAP I : REVUE DE LITTERATURE

I. 1. Généralité sur la conservation de la tomate

I.1.1. Introduction

La conservation de la tomate est utilisée pour préserver un état existant ou pour empêcher une altération susceptible d'être provoquée par des facteurs chimiques, physiques ou biologiques (Zhao, P., et *al*. 2020). La vitesse d'altération dépend des caractéristiques « intrinsèques » liées à l'aliment et aux conditions « extrinsèques » en rapport avec l'environnement (Huis in't Veld, J. H. J. 1996). Les facteurs intrinsèques sont le pH, l'humidité, l'activité ou disponibilité de l'eau, le potentiel d'oxydoréduction, la structure physique de l'aliment et la présence d'agents antimicrobiens naturels (Coor. Branger et *al*., 2007). Les facteurs extrinsèques sont la température, l'humidité relative, le gaz présents comme le CO_2 et l'O_2. Les altérations qui surviennent depuis la production des denrées jusqu'à leur consommation. Les causes d'altération sont nombreuses (Nout et *al*., 2003 ; James et Kuipers, 2003).

I.1.2. Conservation par traitement thermique

I.1.2.1. Pasteurisation, Appertisation et Stérilisation :

1. La pasteurisation : est un traitement thermique moins sévère que la stérilisation. Elle est réalisée à des températures inférieures à 100 °C, de manière à obtenir une destruction complète de la flore microbienne (Vegara, et *al*., 2013). La pasteurisation est utilisée lorsqu' on veut conserver la salubrité des aliments sans altérer les nutriments qu'ils contiennent (Alshami, A. M., et *al*., 1993). Les couples «temps- températures» sont déterminés en fonction des effets recherchés.

2. L'appertisation : est une méthode particulière de conservation-stérilisation par la chaleur, de denrées en récipients (Vierling E., 1998 ; Susan D., Richardson, 2003). Les produits obtenus sont généralement dénommés conserves (Petit, J. Y., Kamal H., et Wirquin E., 2008). C'est un procédé limité auquel sont adjoints un conditionnement clos hermétiquement, associé ou non à une atmosphère modifié ou sous vide, et une réfrigération. Pour certains aliments, des conservateurs chimiques comme l'acide, le sucre, le sel, les nitrates, les nitrites et l'acide ascorbique sont utilisés (Orr, Martha Louise et Watt, Bernice K., 1972).

3. La stérilisation par la chaleur : consiste à exposer les aliments à une température, généralement supérieure à 100 °C, pendant une durée suffisante pour inhiber les enzymes et

toute forme de microorganismes, même les bactéries sporulées (Kannan A., Gourisankar Sandaka P. Ch., 2008 ; Ansari I. A., Datta A. K., 2003). La stérilisation industrielle des aliments est généralement réalisée à 121-122 °C ; le temps nécessaire à la destruction des micro-organismes est déterminé par la formule suivante :

$D = t / (\log N_0 - \log N_t)$, où N_0 = biocharge de la bactérie choisie, et N_t = population survivante après un temps d'exposition (Reineke, et *al*., 2015).

I.1.2.2. Effets et nuisances causées par la technologie de traitement thermique

Dans la plupart des cas les traitements technologiques appliqués aux différents produits alimentaires se traduisent par des effets favorables sur la qualité, qu'il s'agisse de la valeur alimentaire ou de la qualité hygiénique. Les modifications favorables s'observent au niveau des qualités organoleptiques et plus particulièrement au niveau des arômes, du goût, mais aussi de la couleur et de la texture (Lorient, 1998). Malheureusement il n'est pas rare que certains de ces traitements industriels affectent d'une façon plus au moins importante la qualité initiale du produit (Coor. Branger et *al*., 2007).

Le traitement par la chaleur est la cause majeure des changements de propriétés nutritionnelles des aliments avec comme conséquences (Dewanto, 2002) :

1. L'amélioration de la digestibilité (Zia-ur Rehman, Shah W. H., 2005 ;Duhan, Chauhan, & Kapoor, 1989; Van der Poel, 1990) ;
2. La destruction des facteurs antinutritionnels (Suhag et *al*., 2021);
3. La destruction des vitamines thermolabiles ou la réduction de la valeur biologique des protéines, ou l'activation de l'oxydation des lipides (Murcia, M. A.; Lopez-Ayerra, 2000).

L'oxydation est la seconde cause importante des changements nutritionnels dans les aliments. Ceci a lieu lorsque l'aliment est exposé à l'air, ou comme résultat de l'action de la chaleur. L'importance des pertes de nutriment durant la transformation dépend de la valeur nutritionnelle d'un aliment (Ferro-Luzzi *et al.*, 2000).

Les lipides peuvent subir au cours des traitements technologiques, de nombreuses modifications qui affectent leur valeur nutritionnelle. Pour l'essentiel, ces modifications se produisent sur les doubles liaisons des acides gras insaturés, et provoquent ainsi des pertes d'acides gras indispensables (Alais et *al*., 2003).

I.1.2.3. Effets de traitement thermique sur les produits dérivés de la tomate

I.1.2.3.1. Effet positif

La tomate étant un fruit estival (Mulholland, B. J. et *al.*, 2003), elle doit être conservée en période de pléthore pour être utilisée durant tout le cycle annuel. Les principales techniques de conservation des fruits de tomate font appel à la purée, le jus, la pâte, le ketchup, la sauce et les tomates en concentrées (Mirondo, R. et Barringer S., 2015 ; Arah, I. K., et *al*., 2013). Ces produits sont ainsi enfermés dans des récipients hermétiquement clos sont soumis à des températures qui assureront la destruction ou l'inactivation des enzymes, toxines et des microorganismes pathogènes ou non pathogènes capables de proliférer aux températures normales d'entreposage et de distribution sans réfrigération (Boumendjel M. & Perraya D., 2008).

I.1.2.3.2. Effet négatif

Les tomates peuvent en général être conservées longtemps après un traitement thermique aux températures allant de 90^{o}C et plus (Boumendjel, M. et *al*., 2012). Toutefois, la science a prouvé une détérioration de la qualité nutritive de la tomate soumis aux températures très élevés. Néanmoins, des températures proches de 90^{o}C apportent une modification de la teneur en propriétés oxydatives, en l'occurrence, la teneur en furosine est revue à la hausse tandis que l'acide ascorbique et l'activité antioxydant en général diminue de façon exorbitante. Il se remarque également une altération exagérée de la coloration ce qui laisse présager une détérioration de la bêta-carotène et les substances volatiles (Zanoni B. et *al*., 2003 ;Ma, T. J., & Lan, W. S. 2015).

I.2. Généralité sur l'utilisation des extraits des végétaux dans la conservation

I.2.1. Introduction

Bien que les organismes de réglementation alimentaire aient approuvé plusieurs antimicrobiens synthétiques (benzoate de sodium, propionate de sodium, sorbate de potassium, acide sorbique, sulfites, chlorures, nitrites, triclosan, entre autres) pour leur utilisation comme conservant alimentaires (Gutiérrez-del-Río, I.; Fernández, J.; Lombó, F., 2018 ; Pisoschi, A., 2018 et al.,), les tendances actuelles des consommateurs indiquent que les conservateurs naturels sont préférés aux synthétiques(Chakraborty B., 2014 ; Karuppiah, P.; Rajaram, S., 2012). Par conséquent, les études se sont concentrées sur la recherche de nouvelles sources de composés

bioactifs à activités antioxydantes et/ou antimicrobiennes à partir de produits naturels et sur l'évaluation de leur application potentielle dans les aliments (Cetin-Karaca, H.; Newman, M. C. 2018).

Plusieurs auteurs ont confirmé que les extraits des végétaux possèdent une activité antimicrobienne, antifongique et anti-oxydante efficace les permettant d'être reconnues comme agents conservateurs des aliments (Burt & Rein ders, 2003 ; Cox et *al*., 2000 ; Delaquis, Stanich, Girard, & Mazza, 2002 ; Mejholm & Dalgaard, 2002 ; Nielsen & Rios, 2000 ; Daglia, 2012; Helander et *al*., 1998 ; Sivropoulou et *al*., 1996 ; Kim et *al*., 1995 ; Bensebia O. et *al*., 2009). Les extraits des végétaux possèdent aussi de nombreux bénéfices pour la santé tels que des activités anticancéreuses, analgésiques, anti diarrhéiques et cicatrisantes, etc (Brandt et *al*., 2004; Yeh et *al*., 2003).

I.2.2. Extrait du Gingembre (*Zingiber officinale*)

Le gingembre est une herbacée annuelle vivace grâce à son rhizome charnu, allongé et formé de plusieurs ramifications tubéreuses et noueuses. La culture du gingembre est peu répandue et sa production est limitée sur de petites superficies malgré ses nombreuses vertus. Il est considéré comme une culture de rente. C'est l'une des plus importantes épices à travers le monde et est d'une importance économique avec de nombreuses vertus médicinales (Nandkangre et *al*., 2015).



Figure 1: Rhizome de gingembre (KHELLAF, Nour el houda, 2011)

I.2.2.1. Composition chimique de l'HE de gingembre

Le principe actif du gingembre se trouvant dans l'HE possédant les différentes activités dans lesquelles y compris de l'activité antimicrobienne est composé principalement de :

- 6- gingérol dont la teneur est 3.25mg/1g de poudre de gingembre ;
- 8- gingérol dont la teneur est 1.51mg/1g de poudre de gingembre ;
- 10- gingérol dont la teneur est 1.34 mg/1g de poudre de gingembre ;
- 6- shogaol dont la teneur est 1.27mg/1g de poudre de gingembre (Schwertner H. A. & Rios D. C., 2007).

Les constituants du gingembre sont nombreux et variés, selon si le rhizome est frais ou sec. Le goût piquant du gingembre frais est dû principalement aux gingérols (Prasad et Tyagi., 2015), dont le composé le plus abondant est le 6-gingerol. (Ali et *al*., 2008).

Certains composés de l'HE de gingembre appartiennent à la famille des vanilloïdes et sont connus sous le nom de 3-, 6-, 8-, 10- et 12-gingérols (HeX., 1998), ces composés ont une chaîne latérale de longueur variable, respectivement de 7, 10, 12, 14 ou 16 carbones (Gigon, 2012 ;Ok et Jeong, 2012) ; ils sont accompagnés de gingédiols et de paradols (Gigon, 2012). Le zingérone et le shogaol sont des produits de la dégradation du gingérol sous l'action de la chaleur (Gigon, 2012). L'odeur et la saveur caractéristique du gingembre sont dues aux huiles volatiles essentiellement riches en gingérols et shogaols (Prasad et Tyagi, 2015).

Le gingembre est essentiellement riche en minéraux comme le manganèse, le phosphore et le magnésium (RANAIVOSOA E. F., 2003), mais il contient aussi du calcium, du sodium, et du fer (Ali, et *al*., 2008). Il contient de petites quantités de vitamines B1, B2, mais surtout de la vitamine B3. Le gingembre frais contient de la vitamine C, mais une fois séché, cette vitamine disparait complètement (Prasad et Tyagi., 2015).

I.2.2.2. Activités biologiques du gingembre

Des recherches accumulées ont démontré que le gingembre possède de multiples activités biologiques notamment :

- Antimicrobiennes (Kumaret *al*., 2014) ;
- Activités antioxydantes (Nile, S.H. ; Park S.W., 2015);
- Anti-inflammatoires (Zhang M. et *al*., 2016 ; Beristain-Bauza, 2019) ;
- Anticancéreuses (Citronberg J. et *al*., 2013; Blumenthal, 1997);

- Potentiel de prévenir et de gérer plusieurs maladies, telles que : les maladies neurodégénératives (Ho S., Chang K., Lin C., 2013), les maladies cardiovasculaires (Akinyemi A.J. et *al*., 2015), l'obésité (Suk S. et *al*., 2017), le diabète sucré (Wei, C. 2017), les nausées induites par la chimiothérapie et les vomissements (Walstab, et *al*., 2013), et troubles respiratoires (Townsend E.A. et *al*., 2013; Verbois S., 2015) et digestifs (Charles, 2013 et Ding et *al*., 2012) ;
- Aromate dans la cuisine (Monette, 1989).

I.2.2.3. Activité antimicrobienne de gingembre

En Sciences et technologie des Aliments, Le gingembre possède de multiples fonctions. Soit il est comme conservant de certains produits (Okonta et *al*., 2008), soit un aromate pour la fabrication de boissons telles que la bière, la liqueur.

Les études menées sur le potentiel antibactérien des composés phénoliques de gingembre les ont confirmés comme agents antibactériens avec des spectres d'activité différents sur le *Salmonella enterica, Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* (Tepe et *al*., 2005 ; Beristain-Bauza, 2019), les bactéries à Gram négatif dont fait partie : *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 25852 (Sabulal et *al*., 2006).et les bactéries à Gram positifs dont fait partie : *Bacillus cereus* ATCC 10876 et *Staphylococcus aureus* ATCC 43300(Candan et *al*., 2003 ; Sokmen et *al*., 2004).

Les extraits méthanoliques et ceux de l'acétate d'éthyle de Zingiber myoga, une espèce du gingembre, produisent une grande zone d'inhibition chez *Bacillus cereus* (Abe et *al*., 2004). Le 10-gingérol isolé à partir de l'extrait du gingembre à l'aide d'hexane diminue fortement le développement des entérocoques (Nagoshi et *al*., 2006).

Pour le gingembre, le Comité Mixte d'Experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA) JECFA a attribué une DJA de 6.2 mg/kg /jour.

I.2.3. Extrait de Romarin (*Rosmarinus officinalis)*

Le Romarin est l'une des plantes les plus populaires en Algérie, puisqu'on la trouve dans tous les jardins et les parcs en bordure odorante (Zermane A., 2010). Le romarin est un arbrisseau de la famille des labiées (Zeghad N., 2009) de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé (Makhloufi A. 2010). Les feuilles sont coriaces, persistantes, sessiles, linéaires, entières, enroulées sur les bords, vertes et ponctuées dessus,

blanches tomenteuses à la face inférieure (Rameau J.C. et Dumé G. ; 2008). Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement odorante et tenace (Makhloufi A., 2010). Les médecins arabes utilisaient beaucoup le romarin et ce sont eux qui réussirent les premiers à en extraire l'huile essentielle (FuinelG., 2003 ; Botineau M., 2010).



Figure 2 : Romarin (Rosmarinus officinalis) (Panda H., 2005).

I.2.3.1. Composition chimique de l'HE de Romarin

Pour avoir des HE dont la composition chimique est fiable et stable, la provenance devrait toujours être la même pour un chémotypique donné. "Ces différences chémotypiques sont déterminées chromosomiquement" (Staub H., Bayer L. 2013).

Le Romarin originaire de Provence (et d'Espagne) fournit une HE où le camphre prédomine (CT camphre). Lorsqu'il est originaire du Maroc et de Tunisie, c'est le 1,8 cinéole qui est prédominant (CT 1,8 cinéole). D'après la Pharmacopée Européenne, la feuille entière séchée de *Rosmarinus officinalis L.* doit avoir une teneur minimale de :

- 3% de dérivés hydroxycinnamiques totaux, exprimés en acide rosmarinique ;
- 12 ml/kg d'HE (DEQM, 2013).

Le Romarin cultivé en Corse quant à lui, contient de la verbénone et de l'acétate de bornyle (Figure 5), en majorité (CT verbénone).

Tableau 1: Composition de l'HE de Rosmarinus officinalis verbenoriferum : synthèse de plusieurs articles scientifiques.

Famille ou classe de molécules	**Molécules**	**Quantité(Baudoux D., 2001 ; Baudoux D., Zhiri A., 2003)**	**Quantité(Baudoux D., et al., 2006 ;Baudoux D., 2006 ; Baudoux D, Miles E., 2008)**	**Quantité(Raynaud J., Blanchet J-M. 2006)**	**Quantité(Faucon M., 2012)**	**moyenne**
Monoterpènes	α-pinène	27,33%	27,27%	30-40% (majoritaire)	34%	26,94-33,80%
	β-pinène	1,75%	2,85%		3%	2,53%
	Camphène	5,81%	6,91%		11%	8,43%
	β-myrcène	2,56%	2,31%		2%	2,29%
	Terpinolène	1,03%				1,03%
	Limonène	4,10%	3,81%			3,96%
	α-terpinène	0,56%	0,56%			0,56%
	p-cymène		1,11%		2%	1,56%
Sesquiterpène	β-caryophyllène	1,91%	0,39%		traces	traces
Ester monoterpénique	Acétate de bornyle	10,83%	11,24%	10-15%	10%	11,01-11,85%
Oxyde monoterpénique	1,8-cinéole	9,36%	7,23%	≈10%	12%	6,37-12,66%
Cétones	Camphre	4,31%	10,03%	3-7%	7%	4,39-9,72%
	Verbénone	7,34%	6,78%	4-7%	5-30%	8,16-20,02%
Monoterpénols	Bornéol	5,28%	3,60%		6%	2,98-5,78%
	Linalol	2,71%	1,98%		2%	2,23%
	α-terpinéol	1,81%	0,98%		<1%	0,93-1,26%

I.2.3.2. Activités biologiques de Romarin

Dans le domaine thérapeutique, le romarin joue un rôle important en :

- En Phytothérapie par voie orale, il est utilisé dans le traitement symptomatique de troubles digestifs tels que : ballonnement épigastrique, lenteur à la digestion (Bruneton J., Pharmacognosie, phytochimie, 2009 ; Wichtl M., Anton R., Lassechere-Bernard M., 2003 ; Bruneton J., Pharmacognosie, phytochimie, 2009) ;
- Usage sur la sphère abdominale : il élimine la formation de gaz intestinaux et stimule des sécrétions gastriques et stimule l'appétit (Wichtl M., Anton R., Lassechere-Bernard M., 2003; Laïs E., 2014 ; Debuigne G. et *al* 2009). Elles ont aussi un effet diurétique en augmentant le volume des urines et en facilitant l'évacuation des toxines par les reins (Escuder O., 2007) ;
- Usage dans le traitement des blessures (Maver T. et *al*., 2015 ; Debuigne G. et *al*., 2009 ; Mahyari S., Mahyari B., Emami S. A. et *al*., 2016) ;
- Usage dans les pathologies rhumatismales : Les feuilles de Romarin sont utilisées, par voie externe, sous forme d'huile, de pommade, comme additif de bain, en tant que traitement complémentaire des pathologies rhumatismales. (Wichtl M., Anton R., Lassechere-Bernard M., 2003) ;
- Usage en tant que stimulant cérébral et psychique : Il soulage les migraines (Larousse, 2013) et il a des propriétés stimulantes et légèrement antidépressives ce qui explique qu'il soit apprécié par les personnes fatiguées et surmenées (Larousse, 2013) ;
- Usage dans l'insuffisance circulatoire (Larousse, 2013), chez les personnes anémiées, fatiguées ou hypotendues de façon chronique (Escuder O., 2007; Grünwald J. et *al*., 2006 ; Minich D.M. et *al*., 2007) ;
- Usage comme antioxydant : les flavonoïdes et les diterpènes du Romarin lui confèrent des propriétés antioxydantes ce qui lui permet de réduire l'action des radicaux libres (Debuigne G., 2009 ; Balderas C. et *al*., 2010) ;
- Utilisation sur la sphère ORL : L'HE de Romarin est indiquée dans les infections respiratoires comme bronchite, sinusite, etc (Faucon M., 2012 ; Staub H., Bayer L. 2013).

I.2.3.3. Activités antibactériennes, antifongiques de Romarin

I.2.3.3.1. Activité antibactérienne

Le Romarin a été testé sous différentes formes contre différentes bactéries à Gram positif ou négatif responsables de différents types de pathologies (Jiang et *al*., 2011).

a. Dans la mozzarella râpée (Han J. H., et *al*., 2014)

Un sachet antimicrobien contenant de la mousse d'amidon microcellulaire imprégné d'huile de Romarin et d'huile de Thym a été développé pour réduire la croissance bactérienne dans la mozzarella râpé. L'efficacité des composés volatiles des huiles à différentes concentrations dans la réduction de la croissance de *Listeria monocytogenes* ainsi que la libération des huiles du sachet ont également été déterminées dans cette étude.

Les substances volatiles d'huile de Romarin et de Thym dégagées du sachet ont limité la croissance de *L. monocytogenes*. Les huiles volatiles ont également montré des effets inhibiteurs sur la croissance des BLA (bactéries lactiques) et des BAT (bactéries aérobie totale). Néanmoins, le traitement par sachet a produit une odeur distincte, défavorablement perçue par les panélistes.

Les résultats suggèrent que ce système sachet présente un potentiel pour la réduction de la croissance de L. monocytogenes, de LAB et de TAB dans les produits alimentaires.

b. Dans des ailes de poulet fraîches marinées (Zakarienė G. et *al*., 2015)

L'effet antimicrobien des marinades à base d'épices contre Campylobacter jejuni sur des ailes de poulet fraîches marinées inoculées a été étudié. Quatre marinades expérimentales étaient composées pour l'étude et contenaient des épices (Thym, Romarin, Basilic, Marjolaine, etc...) et différentes combinaisons de composés bioactifs. Deux marinades étaient commercialisées et contenaient des épices (poivre noir, poivron rouge, etc...) et des additifs chimiques (glutamate monosodique, diacétate de sodium, lactate de calcium), 1 marinade commerciale était enrichie de composés bioactifs (linalol, cinnamaldéhyde, acide lactique). Le nombre total de bactéries aérobies a été examiné pour estimer l'effet possible des marinades testées sur la durée de conservation des ailes de poulet marinées.

L'étude a révélé que la marinade à base de Thym et celle à base de Romarin étaient les plus efficaces contre le développement de C. jejuni sur les ailes de poulet marinées. De plus, elles sont plus efficaces contre C. jejuni que la marinade commerciale. Les marinades expérimentales et commerciales ont eu un effet très similaire sur le nombre total de bactéries aérobies. Bien que les marinades expérimentales et commerciales aient eu un effet différent sur le pH des ailes de poulet marinées, ce paramètre n'a pas eu d'impact majeur sur l'effet antimicrobien des marinades testées.

Les marinades expérimentales à base de Thym et de Romarin peuvent réduire le risque pour la santé publique d'acquérir la campylobactériose (gastro-entérite causée par Campylobacter) en mangeant de la viande de poulet marinée et satisfaire la demande des consommateurs pour des produits plus naturels.

c. Etude de l'activité sur *Helicobacter pylori* (Mahady G. B., (2005)

La bactérie Gram négative, *Helicobacter pylori* (HP), identifiée en 1982, est actuellement reconnue comme l'agent étiologique principal associé au développement de la gastrite et de l'ulcère gastro-duodénal (UGD). De surcroît, il a été montré que les infections à HP pouvaient aussi être associées à une gastrite chronique, à un carcinome gastrique.

Pendant des siècles, les plantes médicinales ont été utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter un large éventail de maladies, y compris les troubles gastro-intestinaux comme la dyspepsie, la gastrite et l'UGD.

Une étude a évalué la sensibilité in vitro de 15 souches de HP à divers extraits végétaux, utilisés traditionnellement dans le traitement des troubles gastro-intestinaux. L'extrait méthanolique de *Rosmarinus officinalis* (feuille de Romarin) est parmi les trois extraits les plus actifs in vitro sur HP, et ceci pourrait ainsi expliquer son activité contre l'UGD. Son efficacité est en grande partie due à l'acide rosmarinique.

d. Etude de l'activité sur Listeria monocytogenes (De Azerêdo G. A., 2012 ; Bozin et al. 2007)

Listeria monocytogenes (bacille Gram positif) est un pathogène d'origine alimentaire dont la présence est particulièrement préoccupante dans les produits cuisinés en raison de ses capacités à survivre et à croître à des températures de réfrigération.

Le risque associé à *L. monocytogenes* a conduit à des études sur le développement de nouvelles technologies pour contrôler cette contamination. Dans ce contexte, les HE ont suscité un intérêt particulier pour leur potentiel pour maîtriser *L. monocytogenes* dans ces aliments.

En 2012, De Azerêdo et *al*. ont publié les résultats d'une étude visant à évaluer les activités antimicrobiennes des HE de *Rosmarinus officinalis L*. et *Origanum vulgare L*., à la fois individuellement et en combinaison à des concentrations subinhibitrices sur *Listeria monocytogenes.* Utilisées séparément ou mélangées, les HE ont conduit à une diminution significative de la viabilité cellulaire. Les HE d'*Origanum vulgare L*. et *Rosmarinus officinalis L*. combinées à des concentrations subinhibitrices pourraient donc rationnellement être utilisées pour inhiber la croissance de *L. monocytogenes* dans les produits alimentaires.

e. Etude de l'activité sur *Staphylococcus aureus* (Oluwatuyi M., Kaatz G.W., Gibbons S., 2004 ; Yesil Celiktas O. et *al*., 2007)

Les staphylocoques sont des bactéries (Gram positif) commensales de l'Homme. Staphylococcus aureus est responsable de nombreuses infections nosocomiales et communautaires représentant un problème de santé publique.

Le SARM (Staphyloccocus aureus résistant à la méthicilline) fait partie des bactéries les plus difficiles à traiter chez les patients et à éradiquer en milieu hospitalier. Le nombre de décès imputable aux SARM a considérablement augmenté. Une étude de 2004 a évalué les principaux constituants (acide carnosique et carnosol) d'un extrait chloroformique des parties aériennes de Rosmarinus officinalis pour leur activité antibactérienne contre les souches de *S. aureus* possédant des mécanismes de résistance.

L'acide carnosique inhibe modestement l'efflux de bromure d'éthidium (substrat pour de nombreuses pompes multi-drogue), mais cette activité est susceptible d'être liée à l'inhibition de pompe(s) autre que NorA. Depuis que l'imperméabilité de la membrane bactérienne est considérée comme un mécanisme de résistance, il est clair que compromettre cette barrière par sa perméabilisation serait une approche efficace pour la lutte contre la résistance aux antimicrobiens.

I.2.3.3.2. Activité antifongique

Les auteurs concluent que les HE pourraient être utilisés comme agents de conservation de certains types d'aliments pour prévenir le développement d'espèces fongiques toxigènes.
D'après les études qui ont été réalisées, le Romarin possède une activité antifongique efficace sur :

- *aspergillus* notamment aflatoxine B1 (Rasooli I.; 2008 ; Shin, 2003 ; Van Vuuren S., Viljoen A., 2011) ;
- *Candida albicans* (Bozin B. et *al*., 2007; Jiang Y. *et al.*, 2011 ;Van Vuuren S.F., Suliman S., Viljoen A.M., 2009 ; Soares I. H. *et al.*, 2015) ;
- les dermatophytes qui sont des champignons microscopiques filamenteux appartenant aux genres Epidermophyton, Microsporum et Trichophyton. Ils sont responsables de mycoses des cheveux, des ongles et de la peau [kératine] chez l'Homme (ou l'animal) (Ouraïni D., *et al.*, 2005 ; Ouraïni D. *et al.* 2007;Bozin B. et *al*., 2007) ;
- *Penicillium* notamment *Penicillium brevicompactum* et*Penicillium citrinum, Penicillium crustosum, Penicillium expansum* et *Penicillium griseofulvum*.(Felšöciová S. *et al.,* 2015) ;
- Les champignons phytopathogènes notamment *Sclerotinia sclerotiorum (*Ojaghian M.R. *et al.,* 2014).

I.2.4. Extrait de curcuma (*Curcuma longa*)

Le curcuma (*Curcuma longa*) est une plante herbacée rhizomateuse vivace du genre Curcuma de la famille des Zingibéracées originaire sud-Asie (Jean Guillaume, 2010).

Le curcuma est particulièrement présent dans la vie socioculturelle du sous-continent indien, où il est considéré comme une plante exceptionnelle en regard de ses nombreuses propriétés (épice, conservateur de nourriture, agent colorant, cosmétique et médicinal) (Delaveau P., 1987), S'il est répandu dans le sud-est de l'Asie depuis l'antiquité, le curcuma est également l'objet de nombreuses études scientifiques dans le monde entier, afin de mieux cerner ses propriétés alimentaires (P. N. Ravindran, K. 2007 ; Delaveau P., 1987 ;Perry M.-C., 2008 ;Perry M.-C. 2008).



Figure 3 : Rhizome, tranches et poudre de curcuma (Jean Guillaume, 2010).

I.2.4.1. Composition chimique de l'HE de curcuma

L'HE de Curcuma est constituée chimiquement de fraction volatile (Lucie, 2010 ; Shahide N., 2016).

Par distillation à la vapeur d'eau, les rhizomes produisent 2 à 7% d'huile essentielle, qui est rouge orangé et légèrement fluorescente (Jansen P. C. M., Grubben G. J. H., Cardon D., 2005) Ses constituants principaux sont un Sesquiterpène, zingiberène (25%) et ses dérivés cétoniques : la turmérone (35%) et l'arturmérone (dehydroturmérone) (12%) (dohare et *al*., 2008). L'huile essentielle de curcuma se compose également en petites quantités de monoterpènes Oxygènes, associes à de petites quantités de sesquiterpènes hydrocarbonées et de monoterpènes hydrocarbonées (Jansen et *al*., 2005; Christelle, 2010).

I.2.4.2. Activité biologique de curcuma

a. Utilisation médicinale

Le *Curcuma longa* a fait l'objet de préparations thérapeutiques en vertu de ces propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires rapportées à travers les siècles dans différentes parties du monde. On lui attribue même des effets thérapeutiques semblables aux classes de médicaments (Delaveau P., 1987).

b. Utilisation cosmétique (Joshi LS, Pawar H.A., 2015)

Le Curcuma a été utilisé comme un produit de beauté depuis des siècles. Il est un moyen peu coûteux et naturel de traiter plusieurs problèmes de peau, et de cheveux, il est aussi bien utilisé dans les recettes de grands-mères que dans le commerce sous forme de crèmes, masques, savons, huiles et shampooings. Il a l'avantage d'être un colorant naturel, et ne provoque aucun effet secondaire. En soin du visage, le curcuma donne un joli teint à la peau.

Étant concentré en vitamine C, il maintient l'élasticité de la peau et son hydratation. Les peaux sèches apprécieront donc ses vertus hydratantes.

c. Utilisation alimentaire

Dans l'industrie agroalimentaire, l'intérêt du Curcuma porte sur ses propriétés aromatiques, colorant alimentaire jaune industrie E.100, et de conservation (Delaveau P., 1987).

En 1980 , la direction de la concurrence , de la consommation et de la répression des fraudes en France a autorisé la coloration artificielle par la curcumine des articles suivants : « moutardes, beurre, Fromages, laits aromatisés, huiles, graisses (à l'exception des margarines), bouillons et potages, condiments, sauces, produits de charcuterie et salaisons, confitures, gelées, sucreries, pastillages, bonbons, glaces, pâtes de fruits, caviar, crevettes, sirops, croûtes de fromages… » (Delaveau P., 1987).

I.2.4.3. Activité antimicrobienne et antifongique de curcuma

I.2.4.3.1. Activité antimicrobienne

Parmi les constituants de curcuma, on trouve la curcumine qui est un composé bioactif connu pour ses propriétés antimicrobiennes (Shlar I. et *al.*, 2015).

Les curcuminoïdes sont les principaux constituants de la curcumine qui présentent des effets inhibant des bactéries, même celles résistantes aux antibiotiques (Hatcher et *al.*, 2008 ; Han S. ; Yang, Y., 2005). La curcumine s'est avérée efficace contre les micro-organismes responsables des infections chirurgicales et des infections osseuses liées aux implants, principalement Staphylococcus aureus et Escherichia coli. L'efficacité de la curcumine contre *Helicobacter pylori* et *Mycobacterium tuberculosis*, seule ou en association avec d'autres antibiotiques classiques, est l'un de ses effets antibactériens les plus prometteurs (Wang et *al*., 2011 ; Rai, D. et *al*., 2008).

En Industrie Alimentaire, Les repas sont souvent vulnérables à contamination et croissance subséquente par des agents pathogènes d'origine alimentaire (*Salmonella Enteritidis, Staphylococcus aureus, Campylobacter jejuni, Listeria monocytogenes*) au cours de leur préparation. Il y a un grand souci d'augmenter l'antibiotique résistance de ces pathogènes (Meng et *al*. 1998; Perreten et *al*. 1998 ; Stermitz et *al*. 2000).

Utilisation de composés antibactériens naturels tels que des extraits d'épices et d'herbes, etc., pour l'alimentation la préservation suscite un immense intérêt parmi les chercheurs (Smid et Gorris 1999 ; Estevez et *al*. 2007 ; Pezeshk et *al*., 2011).

Pour examiner les potentiels antimicrobiens et conservateurs des extraits de curcuma, Des extraits de curcuma préparés dans du n-hexane, de l'eau, du chloroforme et de l'éthanol ont été appliqués aux repas (Poulet et pomme de terre) comme conservateurs et agent antibactérien. Les échantillons ont été évalués microbiologiquement (nombre total de bactéries, de champignons totaux et de coliformes totaux) et organoleptique (couleur, odeur, goût) au jour zéro et après des intervalles de 15 jours. Repas autoclavé pendant une durée plus courte (5 min) et traités avec une combinaison d'extrait de curcuma à 1 % ou 2 % conservé pendant une période plus longue. Ces résultats étaient comparables à des échantillons autoclavés pendant une période plus longue (15 min) sans extrait de curcuma. Les activités antibactériennes de différents extraits de curcuma ont également été testées contre Escherichia coli, Staphylococcus aureus, *Salmonella typhi* et *Candida albicans* par la méthode de diffusion sur disque (Gul P., Bakht J., 2015).

Des échantillons de curcuma extraits à l'eau conservés à température ambiante ont inhibé la croissance d'Escherichia coli et de Salmonella typhi tandis que l'extrait aqueux autoclavé à 121 ° C pendant 30 min a réduit la croissance d'Escherichia coli et de Staphylococcus aureus. Les échantillons extraits au méthanol stockés à température ambiante ou autoclavés à 121 ° C ont été efficaces pour contrôler la croissance de tous les microbes à l'étude. Les extraits de chloroforme et de n-hexane (conservés à température ambiante) ont montré une faible activité contre tous les microbes testés (Gul P., Bakht J., 2015).

Une autre étude effectuée sur le pigment jaune de curcuma ajouté au filets de poitrine de poulet, les résultats ont montré que le ratio de 3 % de le pigment jaune soluble dans l'eau a réduit le nombre total de bactéries, les bactéries psychrophiles, les bactéries lactiques, entérobactéries, moisissures et levures totales, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococccus faecalis* et *Salmonella spp*. De plus, les durées de conservation ont été augmentées jusqu'à 39 jours pour échantillons de filets de poitrine de poulet traités par 3 % de pigments jaunes solubles dans l'eau et rayonnement gamma au niveau de dose de 5 kGy. Ainsi, ces résultats illustrent que le pigment jaune extrait des rhizomes de curcuma présente un fort pouvoir antioxydant et les activités antimicrobiennes.

Par conséquent, l'utilisation de ces extraits de pigments jaunes dans les aliments est recommandée pour supprimer l'oxydation des lipides et peut être utile comme colorant et conservateur alimentaire naturel et comme alternative aux colorants synthétiques qui sont nocifs pour la santé (Abdeldaiem M. H., 2014).

I.2.4.3.2. Activité antifongique

La curcumine est connue pour avoir une action antifongique contre de nombreux champignons responsables de diverses infections, dont la dermatophytose. Il a également été signalé que la candidémie et les candidoses causées par des espèces de Candida étaient traitées à l'aide de curcumine. Les maladies et infections potentiellement mortelles causées par des virus peuvent être combattues par la curcumine, reconnaissant son potentiel antiviral (Kaur, S., 2010).

Concernant la dose journalière de consommation de curcuma, En 2004 le Comité mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA) JECFA a attribué une DJA de 0 à 3 mg/kg /jour (Anses, 2022).

I.2.5. Extrait de Clou de girofle (*Syzyguim aromaticum)*

Depuis des décennies, le clou de girofle est utilisé dans la cuisine, en médicine et en Industries alimentaire comme aromate et conservant (kozam, 1977; Ohkubo et *al*., 1997; François, 1936; Razafimamonjison et *al*., 2014; Ranoarisoa, 2012 ; Mazerolles, 2008; Sophie, 2015).



Figure 4 : Buttons de clou de girofle (Anonyme, 2011)

I.2.5.1. La composition chimique de l'huile essentielle de clou de girofle

Syzyguim aromaticum représente l'une des principales sources végétales de composés phénoliques, tels que les flavonoïdes, les acides hydroxybenzoïques, les acides hydroxycinnamique et hydroxyphényl propénes, ainsi que les terpénoïdes (Bao *et al* ., 2012 ; Cortés-Rojas *et al* .,2014).

L'eugénol est le composé principalement responsable de l'arôme du clou de girofle et constitue 72 à 90% de l'huile essentielle de girofle soit 17g/100g (Kamatou *et al*., 2012). Les autres constituants courants de l'huile essentielle comprennent l'acétate d'eugényle, le β-caryophyllée, le salicylate de méthyle, le pinéne, la vanilline et l'α-humuléne (Kuete, 2017).

Les H E sont constituées principalement de composés odorants divisés en deux groupes (El haib, 2011) :

- les terpènoïdes (Belkhiri, 2020) ;
- les composés aromatiques dérivés du phénylpropane(Atmani et *al*., 2015) ;
- des autres composés résultants de la dégradation d'acide gras ceux issus de la dégradation de terpènes, des homologues de phénylpropanes, des composés azotés ou soufrés, des hydrocarbures saturés, des hétérosides de substances volatiles... (Bruneton, 2009 ; Belkhiri, 2020.)

I.2.5.2. Activité biologique du clou de girofle

Le clou de girofle est recherché dans les industries pharmaceutiques, des parfums, des arômes, des cosmétiques et diverses autres. Sa vaste gamme d'activités pharmacologiques a fait l'objet de nombreuses recherches et comprend des activités antimicrobiennes (Tariq *et al.,* 2019 ; Dobler *et al., 2020*), anti-inflammatoires, analgésiques(Bouacida, 2021), antioxydantes et anticancéreuses(Zheng *et al*., 1992 ; Diniz do Nascimento L. *et al*., 2020).

En outre, il est largement utilisé dans les applications agricoles pour protéger les aliments contre les micro-organismes pendant le stockage (RakotoatimananaLi. et *al*., 1999).

I.2.5.3. Activité antibactérienne et antifongique

I.2.5.3.1. Activité antibactérienne

Le girofle est composé de 70 % à 90 % d'eugénol et de plus de 15 % d'huile essentielle.il est composé antiseptique, antibactérien, antifongique et possédant entre 9 à 15 % d'acétate d'eugénol, qui se caractérise par des propriétés antibactériennes (Rakotoatimanana et *al*. 1999). Les solutions ayant de hautes concentrations en eugénol ont un effet bactéricide dû au groupement phénol (Dobler et *al*., 2020).

L'eugénol provoque une lyse bactérienne chez plusieurs souches. Elle est plus importante pour les bactéries à Gram négatif. Le groupe hydroxyle du phénol interagit avec la membrane cellulaire provoquant une fuite des composés cytoplasmiques. Cette réaction induit aussi une modification de structure des acides gras et des phospholipides et une perturbation de la synthèse du matériel génétique. Comme pour les composés phénoliques, le site d'action des terpènes est la membrane cellulaire. Ils la traversent par diffusion provoquant un gonflement et une inhibition des enzymes respiratoires. Chez *Escherichia coli* surtout la présence de l'eugénol dans le cytoplasme bactérien augmente la concentration des acides gras saturés et baisse celle des acides gras insaturés. Il se produit alors une altération de la morphologie bactérienne. L'eugénol inhibe l'action de plusieurs protéines ou composés bactériens (Bouacida, 2021).

En Industrie Alimentaire, le clou de girofle est beaucoup utilisé dans les aliments et les boissons en raison de leur contenu polyvalent en composés antimicrobiens, elles possèdent un potentiel en tant qu'agents naturels pour la conservation des aliments (Conner, 1993).

Une étude menée sur Vingt-huit extraits des végétaux, le clou de girofle est l'un parmi les meilleurs possédant des propriétés antibactériennes, contre quatre bactéries pathogènes notamment : Escherichia coliO157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium* et Staphylococcus aureus. Une dose de 0,01% était suffisante pour inhiber la croissance de ces bactéries. Dans la présente enquête, l'activité antibactérienne de deux conservateurs naturels, le cinnamaldeyde et l'extrait de girofle seuls ou en combinaisons, a été étudiée, et leur potentiel en tant que conservateur alimentaire dans des systèmes alimentaires modèles et le jus de pastèque a été évalué. L'huile essentielle de cinnamaldéhyde et de clou de girofle a montré une concentration minimale inhibitrice (CMI) égale ou inférieure à 5000 mg/l, et des études d'inhibition fractionnée utilisant les deux huiles ont montré un effet synergique (Siddiqua, S. et *al*., 2014).

Dans le système alimentaire modèle d'orge inoculé artificiellement et le système alimentaire modèle de chou, une petite quantité d'huiles ont pu réduire la croissance des bactéries testées (plus de 5 log) pendant 4 semaines de stockage à 37 °C, et une réduction similaire a également été observée lorsque des combinaisons des huiles ont été utilisées contre *Bacillus cereus* et *Yersinia enterocolitica*, et contre Staphylococcus aureus et Escherichia coli. Les contaminants naturels du jus de pastèque ont également été réduits par la combinaison des huiles. Ces résultats peuvent être utiles pour des applications alimentaires, mais leur effet sur la qualité sensorielle de divers aliments doit être étudié (Siddiqua S. et *al*., 2014).

L'étude qui a été effectuée sur la conservation de jus d'ananas par des conservateurs naturels a indiqué des efforts pertinents de la nisine de l'huile de thym et de l'eugénol de clou de girofle de manière synergique dans la conservation de ce jus. Sur la base des résultats obtenus, on a pu conclure que le jus d'ananas pouvait être conservé avec l'incorporation de conservateurs naturels et parmi les combinaisons d'études, 0,1 ml d'huile de girofle avec 200 ppm de nisine s'est avérée supérieure (Pandhare GR., 2018).

I.2.5.3.2. Activité antifongique

Le clou de girofle possède une puissante activité antifongique contre les pathogènes fongiques opportunistes, comme le *Candida albicans*, le *Cryptococcus neoformans* ou *l'Aspergillus fumigatus*. Elle a été particulièrement efficace sur un modèle expérimental de vaginite murine sur un modèle animal (Goetz *et al*., 2010 ; Adli, 2015).*Candida albicans* est l'agent pathogène causal le plus fréquemment isolé de la candidose. L'eugénol (le principal composant phénolique de l'huile essentielle de clou de girofle) possède une activité antifongique importante pendant le temps d'adhérence initial et selon la concentration de ce monoterpène. Ce monoterpène a donc un potentiel thérapeutique important pour les infections à candidose (Belarmino *et al.,* 2016).

L'usage abusif du clou de girofle peut devenir toxique. De grandes quantités doivent être évitées pendant la grossesse. Le clou de girofle peut être irritant pour les voies gastro intestinales et devrait être évité chez des personnes ayant des ulcères gastriques ou le syndrome du côlon irritable. Dans les surdoses, les clous de girofle peuvent causer des nausées, des vomissements, des diarrhées et de fortes hémorragies digestives (Fichi G., F. et *al*., 2007; Dernani et *al*., 2018).

Conclusion de la revue de la littérature

Vu que les hautes températures ont des répercussions négatives sur la valeur nutritionnelle de la tomate, et que les extraits des végétaux peuvent inhiber le développement des microorganismes, la combinaison des faibles températures et des extraits des végétaux devient une alternative pour pouvoir stabiliser la purée de tomate et la conservée longtemps sans toutefois altérer sa qualité nutritionnelle.

CHAP II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Préparation des extraits des végétaux

II.1.1. Matériel utilisé

II.1.1.1. Choix du matériel végétal

Dans notre expérimentation, Quatre espèces végétales ont été étudiées. Il s'agit, le Gingembre, le Curcuma, le Romarin et le Clou de girofle, espèces caractéristiques du bassin méditerranéen connues pour leurs propriétés odoriférantes et leurs richesses en principes actifs qui ont une action déterminante sur le ralentissement des phénomènes d'oxydation des lipides et une action antimicrobienne et antifongique efficaces.

- **Gingembre** :

Le premier produit végétal utilisé dans notre étude était le gingembre connu sous la nomenclature scientifique « *Zingiber officinale* » pour sa teneur élevée en agents actifs notamment le 6-gingérol ,8- gingérol, 10- gingérol et 6- shogaol qui ont une action déterminante sur les microorganismes.

- **Curcuma** :

Le deuxième produit végétal utilisé dans la réalisation de notre étude était le Curcuma connu sous la nomenclature scientifique « *Curcuma longa* » pour sa teneur élevée en agents actifs notamment la curcumine, la déméthoxycurcumine et la bisdéméthoxycurcumine qui ont une action déterminante sur les microorganismes.

- **Romarin** :

Le troisième produit végétal utilisé dans la réalisation de notre étude était le romarin connu sous la nomenclature scientifique « *Rosmarinus officinalis* » pour sa teneur élevée en agents actifs notamment l'acide carnosique, le carnosol, le carnosate de méthyl , le camphre, le bornéol, la verbénone, ferruginol et la cinéole qui ont une action déterminante sur les microorganismes.

- **Clou de girofle** :

Le quatrième produit végétal utilisé dans la réalisation de notre étude était le Clou de girofle connu sous la nomenclature scientifique « *Syzgium aromaticum* » pour sa teneur élevée en agents actifs notamment l'eugénol qui a une activité déterminante sur la destruction et l'inhibition des microorganismes.

Échantillonnage des espèces végétales :

Les échantillons des quatre espèces végétales (Gingembre, Curcuma, Romarin et Clou de girofle) ont été achetés au marché de SION se trouvant dans la zone Ntahangwa en mairie de Bujumbura à l'état frais durant le mois de novembre 2022. Ils ont été récupérés et transportés au laboratoire de Chimie analytique dans la Faculté des Sciences pour être traités.

II.1.1.2. Matériels de l'obtention de l'huile essentielle

Le matériel utilisé dans la préparation des extraits est constitué par :

- des sceaux en plastique pour le lavage des Rhizomes de curcuma, de gingembre, de feuilles de romarin et le clou de girofle ;
- des couteaux pour couper les rhizomes de gingembre et de curcuma en petits morceaux pour faciliter le séchage ;
- de l'étuve pour le séchage ;
- des mortiers pour piler le gingembre, curcuma, romarin et clous de girofle bien séchés ;
- balance pour peser la quantité utilisée ;
- bêcher en verre ;
- distillateur pour extraire les huiles essentielles.

II.1.2. Méthode utilisée

La préparation des extraits des végétaux a été effectuée comme suit :

Les Rhizomes de gingembre et de curcuma, les feuilles de romarin et les boutons de clou de girofle ont été pesés pour savoir la quantité utilisée puis triés pour enlever ceux qui sont pourries.

Après le pesage et le triage, on a fait le lavage; il était une étape de lavage manuel dans des bassins avec de l'eau propre, l'opération a demandé un temps de lavage en fonction du degré de la saleté pour enlever les poussières, sables, cailloux et les feuilles mortes. Un lavage préalable de tout le matériel végétal avec de l'eau propre a permis d'enlever les souillures.

Les Rhizomes de gingembre et de curcuma ont été coupés en petits morceaux avec de couteaux pour faciliter le séchage.



Figure 5 : Rhizomes de curcuma et de gingembre découpés

Les rhizomes de gingembre et de curcuma bien morcelés, les graines de clou de girofle et le romarin ont été séchés dans l'étuve à une température de 60^0C pendant 48 heures pour ne pas détruire la qualité nutritionnelle.

Les extraits bien séchés sont pilés dans un mortier manuel par un pilot jusqu'à l'obtention de la poudre.



Figure 6 : Opération de mouture pour obtenir la poudre



Figure 7 : Poudre de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle

Après l'obtention de la poudre de tous les végétaux étudiés nous avons passé à l'hydro distillation de chaque végétal.

Pour obtenir l'huile essentielle :

Une quantité de 50 g soit de gingembre, de curcuma, de romarin ou de clou de girofle (poudre) a été introduite dans un ballon de 500 ml, contenant 400 ml de l'eau distillée puis on a chauffé le mélange à l'ébullition à une température de 100 ^{0}C. La vapeur d'eau ainsi restée de ces essences est envoyée dans un compartiment pour refroidir. La vapeur redevient donc liquide et les huiles flottent à la surface. Les huiles ont été récupérées par décantation. Pour chaque extraction nous avons suivi le même mode opératoire et nous avons répété l'opération plusieurs fois pour obtenir une quantité suffisante de l'huile essentielle.



Figure 8 : Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation

L'obtention de l'huile essentielle de curcuma, de gingembre, de romarin et de clou de girofle a été facilitée par le diagramme ci-dessous.

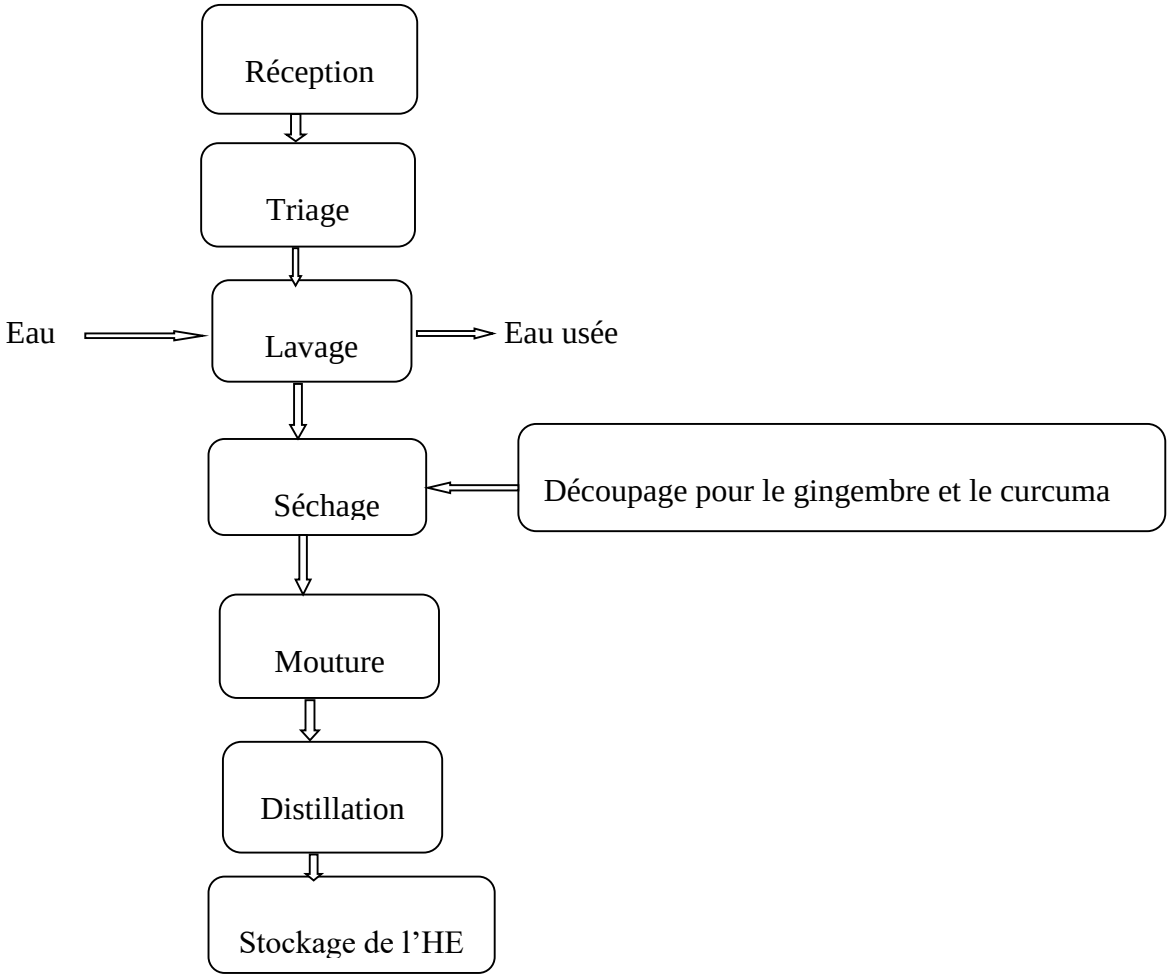


Figure 9 : Diagramme de l'obtention de l'HE de gingembre, curcuma, romarin ou de clou de girofle

Le rendement d'extraction a été calculé par la formule suivante :

$$R\% = \frac{M'}{M} \times 100$$

R% : le rendement de l'huile essentielle en pourcentage

M' : la masse de l'huile essentielle obtenue en g

M : la masse de matière végétale en g

II.2. Production de Purée de Tomate

II.2.1. Matériel utilisé

II.2.1.1. Choix du matériel végétal

L'étude a porté sur la tomate la plus consommée parmi les tomates cultivées au Burundi (TENGERI) sous la nomenclature scientifique « *Lycopersicon esculentum* ». Les échantillons ont été achetés au marché de COTEBU se trouvant dans la zone Ntahangwa en mairie de Bujumbura.



Figure 10 : Les Tomates utilisées

II.2.1.2. Matériel de l'obtention de la purée

Le matériel utilisé dans la production de purée de tomate est constitué par :

- broyeur épépineuse motorisée. Cet équipement a été mis au point au niveau du Programme de Formation professionnel au Burundi. Il permet la mouture de la tomate en y enlevant la peau et les pépins. La peau et les pépins constituent les sous-produits ; seul le moût est utilisé dans la chaîne de production de la purée ;
- balance basculée pour peser la quantité des tomates utilisée ;
- les bassins en plastique pour le lavage ;
- cuisinière électrique pour assurer la cuisson de la purée ;
- les casseroles pour la récupération de purée ;
- les cannettes pour le transport de l'eau et lubrifier la machine ;
- marmites avec couvercle pour la cuisson et l'appertisation de purée de tomate ;
- thermomètre pour mesurer la température lors de l'appertisation;
- les Bocaux en verre de 30 cl pour le conditionnement ;
- cuillère pour le mélange des extraits des végétaux et la purée de tomate ;
- balance de précision pour mesurer la quantité des extraits utilisée.

II.2.2. Méthodes utilisées

Les tomates crues (30 kg) ont été triées pour éliminer les tomates pourries puis lavées trois fois à l'eau claire.

Les tomates triées et lavées ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique pour séparer la peau et les pépins de la pulpe. A ce stade, 24 kg de tomates concassées ont été obtenus.

Le moût obtenu après la mouture de la tomate a été directement cuit à une cuisinière électrique à une température de 65 ^{0}C pendant 20 min pour l'obtention de la purée de tomate consistante jusqu' à 14%.

Après la cuisson, la purée a été mise dans des bocaux en verre stérilisés (traités à une température de 121^{o}C pendant 30 min) puis mélangés aux extraits des végétaux préparés. Plusieurs échantillons ont été produits.

Tableau 2 : Types des échantillons

Echantillons	**Quantité d'extraits ajoutée en %**
Echantillon témoin	0
purées stabilisées avec un seul extrait soit le gingembre, le curcuma, le romarin ou le clou de girofle	0,1 à 0,6 pour chacun
purées stabilisée avec 2 extraits. Soit mélanger le gingembre et le romarin ou le curcuma et le romarin	0,05 à 0,3 pour chacun
purées stabilisées avec 3 extraits : soit mélanger le gingembre, le romarin et le clou de girofle ou le gingembre, le romarin et le clou de girofle	0,05 à 0,3 pour le gingembre ; 0,03 à 0,18 pour le romarin ; 0,02 à 0,12 pour clou de girofle et de 0,05 à 0,3 pour le curcuma
purée stabilisée avec 4 extraits; C'est-à-dire mélanger le gingembre, le curcuma, le romarin et le clou de girofle	0,03 à 0,18 pour le gingembre et le curcuma et 0,02 à 0,1 pour le romarin et le clou de girofle

Les différentes variations de quantité d'extraits utilisés ont été choisies pour identifier la dose suffisante selon le type d'extrait utilisé pour stabiliser la purée de tomate.

Les bocaux remplis des purées ont été soumis à une appertisation sur une température de 80, 85 et 90 ^{0}C pour garantir la qualité hygiénique du produit fini.

Les purées de tomates appertisées ont été conservées à température ambiante.



Figure 11 : Purées des tomates finies

La transformation de la tomate en purée a été facilitée par le diagramme ci-dessous :

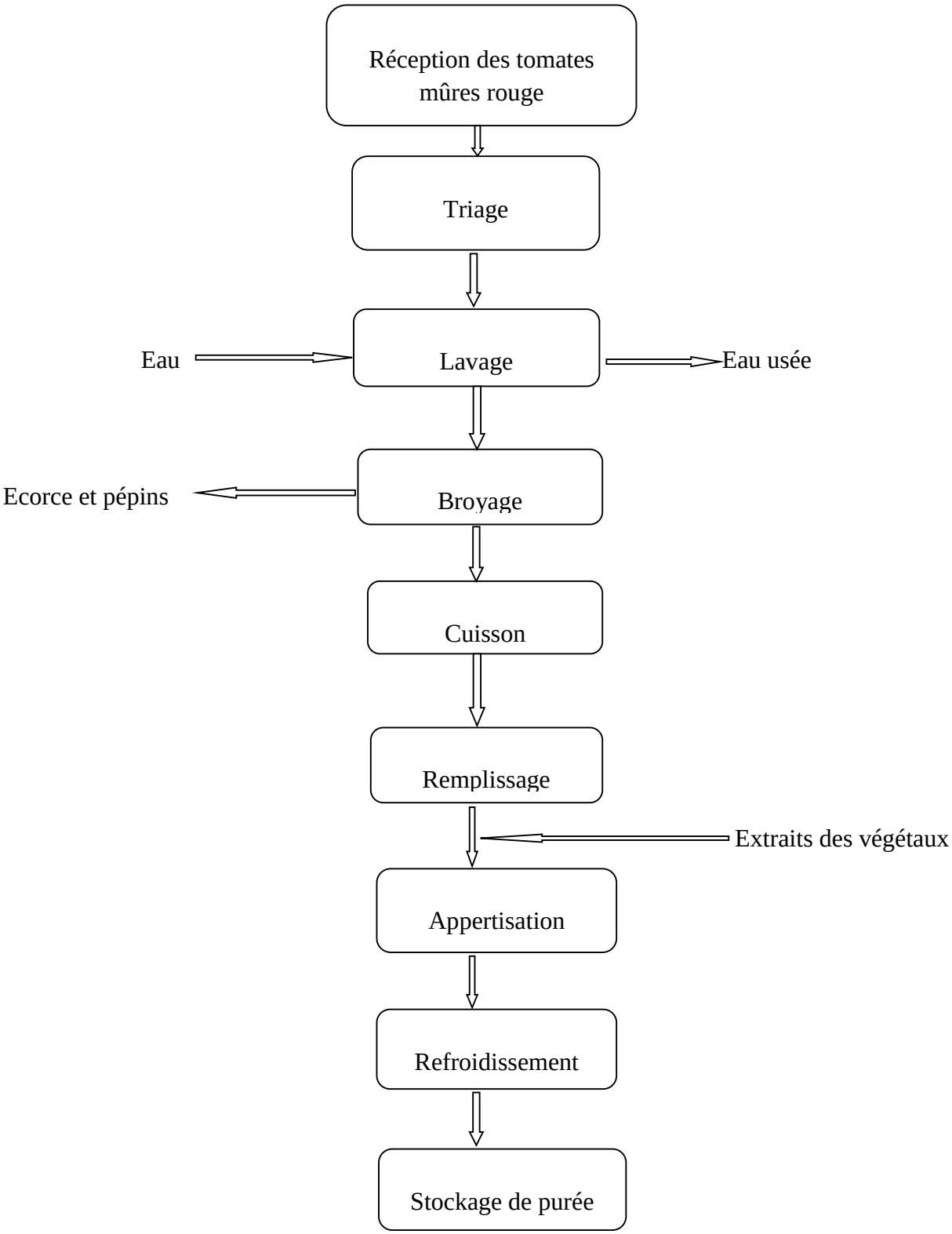


Figure 12 : Diagramme de fabrication de purée de tomate

II.2.3. Analyses Microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont été faites après une journée de conservation et après 6 mois de conservation à une température ambiante. Toutes les échantillons ont été analysés selon les exigences microbiologiques recommandées par l'union Européenne (Règlement 178/2002/CE ; mise à jour le 24/05/2007).

Il comprend la flore aérobie mésophile totale, *Staphylococcus aureus*, levures et moisissures, Coliforme totaux, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Lactobacillus*, Streptocoques fécaux et des germes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR). Le protocole d'analyse microbiologique comporte, le traitement des échantillons, la recherche des germes et le dénombrement des colonies. Tous les échantillons ont été analysés au laboratoire de microbiologie de Centre National de Technologie Alimentaire (CNTA).

II.2.3.1. Matériels de laboratoire utilisés

Le matériel utilisé lors des analyses est constitué de :

- Incubateur : pour incuber les microorganismes selon la température de croissance optimale propre à chacun ;
- Boîtes de pétri : boîtes en verre dans lesquelles les milieux de cultures ont été répartis selon les microorganismes à analyser ;
- Agitateur magnétique chauffant : pour chauffer et homogénéiser les milieux de cultures pendant la préparation ;
- Autoclave : appareil servant à stériliser les milieux de cultures à 121^0C et 1,5 atmosphère pendant 15 minutes. L'autoclave sert à stériliser les autres matériels souvent utilisés au laboratoire ;
- Balance analytique : sert à peser avec précision les quantités voulues d'échantillons et de milieux de culture ;
- Bistouri : pour couper des morceaux de 5g de produit carné par échantillon à analyser ;
- Compteur de colonies : pour le dénombrement des colonies bactériennes ;
- Erlenmeyers : bocaux en verre pour préparer et autoclaver les milieux de culture et l'eau peptonée ;
- Homogénéisateur vortex : permet, lors des dilutions successives, d'homogénéiser les suspensions diluées avant l'ensemencement ;

- Hotte à flux laminaire: appareil qui crée en son sein une zone aseptique où on effectue diverses manipulations exigeant des conditions aseptiques ;
- Marqueur : pour le marquage des échantillons, des dilutions successives, des boîtes de pétri et le dénombrement des colonies ;
- Spatule : ustensile en forme de cuillère servant à prélever les milieux de culture pendant les pesées ;
- Tubes à essais : pour contenir l'eau peptonée et différentes dilutions ;
- Téflon : Servant à homogénéiser les solutions préparées lors de leur passage sur l'agitateur magnétique chauffant.

II.2.3.2. Produits de laboratoire utilisés

- Eau distillée : elle sert à dissoudre les milieux de culture en poudre ou granules et préparer le diluant de concentration déterminée ;
- Alcool dénaturé : est un désinfectant pour éviter la contamination par les manipulateurs et/ou par le matériel ;
- Eau peptonée : utilisée pour diluer les échantillons au cours des analyses et pour effectuer les dilutions décimales.

II.2.3.3. Des dilutions décimales

Le produit analysé était un produit liquide. Pour les dilutions décimales les procédures suivantes ont été suivies :

- 1 ml de la solution mère a été introduit aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de diluant. Cette dilution est alors au 1/10 ou 10^{-1} ;
- 1ml de la dilution 10^{-1} a été introduit aseptiquement par la suite dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant ; cette dilution est alors au 1/100 ou 10^{-2}.

Ces solutions ainsi préparées sont ensuite ensemencées dans des milieux de cultures appropries suivant les microorganismes à analyser.

II.2.3.4. Dénombrement des germes dans la purée de tomate

a. Dénombrement des flores aérobies mésophiles totaux (ISO 4833, 2003)

Indicateur sanitaire, il s'agit de l'ensemble des microorganismes capable de se multiplier en aérobiose à des températures comprises entre 20°C et 45°C.

1 ml de chacune des dilutions ainsi que de la suspension mère (10^0 10^{-1} $10^{-2)}$ a été introduite dans les différentes boîtes de Pétri stériles. Ensuite, environ 15ml de la gélose PCA (Plate Count Agar) est coulé sur le contenu des boîtes de Pétri. L'ensemble est homogénéisé délicatement de sorte à incorporer l'inoculum à la gélose. Après solidification, environ 5 ml de la gélose blanche ont été coulé à nouveau pour faire une seconde couche. L'incubation a été faite à 30°C pendant 72h. Toutes les colonies ont été comptées. Le nombre des microorganismes par gramme ou par millilitre de purée de tomate comme échantillon à tester a été calculé à partir du nombre de colonies obtenues dans les boîtes contenant au moins 300 colonies (ISO 4833-1, 2003).
Le nombre des germes est calculé selon la formule suivante :

$$N=\Sigma\mathbf{Colonies}/\mathbf{Vml}\times(\mathbf{n1}+\mathbf{0.1n2})\times\mathbf{d1}$$

N : nombre d'UFC par programme ou par ml de produit initial $\Sigma\mathbf{Colonies}$: somme des colonies retenues sur les boîtes interprétables.

Vml: volume de solution déposée (1ml).
n1: nombre de boîtes retenues dans la première dilution.
n2: nombre de boîtes retenues dans la deuxième dilution.
d1: facteur de la première dilution retenue.

b. Dénombrement des staphylocoques (ISO 6888-2, 1999)

Le milieu de culture utilisé pour la recherche de *S. aureus* est la gélose Chapman Ston Agar (CMA). L'ensemencement a été fait en surface avec quelques gouttes de la dilution sur la gélose. Dans ce travail, les S. aureus ont été recherchés à partir des dilutions 100, 10-1 et 10-2 auquel nous allons ensemencer dans les boîtes de Pétri. L'incubation se fait pendant 24 heures à 37°C (ISO 6888-2, 1999). Après cette période d'incubation la lecture des résultats a été faite par un comptage des colonies.

c. Dénombrement des Levures et moisissures (ISO 21527, 2008)

Certaines levures sont cultivées industriellement et commercialisées pour leurs propriétés bénéfiques particulières de fermentation des sucres de boissons en alcool et en gaz.

Ils ne provoquent donc pas des dangers à la sante mais certaines altèrent les aliments en les rendant impropre à la consommation alors que les moisissures provoquent des maladies chez l'homme par biais des toxines qu'elles produisent.

Elles sont capables de modifier l'aspect, la texture, le goût, l'odeur, etc. des produits (FAO, 2007). Les échantillons ont été ensemencés dans la gélose Sabouraud Chloramphénicol pour leur recherche. Les boites sont incubées à 30°C pendant 24-72h. Les colonies des levures sont d'aspect laiteux alors que celles des moisissures, filamenteux (ISO 21527, 2008).

d. Dénombrement des Coliformes totaux (ISO 4832, 1991)

Les coliformes totaux regroupent l'ensemble des bactéries à coloration de Gram négative, aérobies ou anaérobies facultatives, non sporulant et donnant une réponse négative au test. On les retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères dont les êtres humains. Le dénombrement est fait suivant la NF ISO 4832 de Juillet 1991.

Les coliformes totaux sont des bactéries indicatrices de contamination fécales. Elles forment des colonies caractéristiques de couleur rouge violacée de diamètre 0,5mm et plus. Le milieu utilisé est le VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar) ; gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre.

Les boites de recherche des coliformes totaux sont incubées pendant 24h à 30°C. Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement est Mac Conkey Agar comme milieu de culture spécifique à l'isolement des coliformes totaux. Après cette période d'incubation nous avons fait la lecture des résultats par un compteur des colonies.

e. Dénombrement des Salmonelles (ISO 6579, 2002)

Le dénombrement des salmonelles, en milieu solide a été effectué par le SSA. Nous avons réalisé un ensemencement à la surface de la gélose SSA et incubé les boîtes pétries ensemencées à 37°C pendant 24 heures. Lors de la lecture les salmonelles apparaissent sous forme de colonies flou incolores à jaune pâle avec ou sans centre noir.

f. Dénombrement des Lactobacilles (Corry J. E. L. et *al*., 2003)

1 ml d'échantillon a été dilué dans des boîtes de Pétri stériles, et ajouter la gélose MRS **(**15 - 20 ml) fondue à 45°C, puis on a mélangé soigneusement. Après solidification, on a ajouté dans les 15 minutes, une nouvelle couche de gélose MRS (15 ml), non ensemencée, à la surface et on a laissé solidifier.

Après l'incubation dans 3 jours à 25°C sous atmosphère enrichie de 5% de CO2, les *lactobacilles* apparaissent sous forme de grandes colonies blanches incrustées dans ou sur de la gélose MRS.

g. dénombrement Streptocoques fécaux (ISO 4832)

Ce test a été fait en 2 étapes ; une présomptive (bouillon Rothe ensemencé et incubé à 37°C pour 24h) et une confirmative (bouillon Eva-litsky inoculé à partir de Rothe et incubé à 37°C 24h). Cette flore est recherchée dans la purée de tomate.

Lecture : la présence d'un trouble indique que la bactérie est présente.

h. dénombrement des germes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) (ISO, 2005)

Il s'agit d'un groupe de bactéries (Clostridium) se développant uniquement en l'absence d'oxygène. Le milieu Tryptone Sulfite Néomycine (TSN) a été utilisé pour leur recherche. Un millilitre de l'échantillon est introduit dans 20 ml du milieu en surfusion dans un tube. Les tubes sont incubés à 44°C pendant 24-48h. La présence de ces bactéries ou leur spore se traduit par l'observation de colonies noires dans les tubes avec ou sans production de gaz.

II.2.4. Analyse de la qualité Organoleptique

Un test hédonique a été utilisé pour apprécier la couleur, la consistance, la saveur et l'arôme des échantillons étudiés. Le test avait consisté à demander à un panel de 10 dégustateurs leur préférence par rapport aux différents attributs. Une échelle de notes allant de 1 à 5 a été choisie pour apprécier les différentes purées de tomates stabilisées par des extraits des végétaux à des doses différentes.

II.3. Analyse des données

Les analyses statistiques des résultats obtenus ont été effectuées à l'aide des logiciels STATA 15.5, la statistique 21 d'IBM SPSS et Excel. Une analyse de la régression linéaire multiple a été effectuée, pour calculer le degré d'influence des facteurs : dose des extraits appliquée, température d'appertisation, temps de stockage sur la variation des microorganismes dans la purée. La régression linéaire multiple a été complétée par le test de corrélation pour identifier l'effet de l'augmentation de la dose sur l'évolution des microorganismes.

Le test de benferroni a été effectué pour identifier l'extrait le plus efficace sur les microorganismes et le test de comparaison multiple de Duncan, pour déceler les niveaux de différence de la dose des extraits des végétaux sur la qualité organoleptique des purées et pour faire la comparaison de la qualité microbiologique des purées stabilisées avec des extraits et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits. Les résultats ont été exprimés sous forme de valeurs moyennes ± erreur standard (SE).

CHAP III : PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Présentation du rendement en huiles essentielles

Le rendement des huiles essentielles extraites par hydro-distillation à l'échelle de laboratoire à partir de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle est exposé ci-dessous.

Tableau 3 : Rendement en huiles essentielles

Huiles essentielles étudiées	Rendement (%)	Norme AFNOR	
		Minimum	Maximum
Gingembre	0,4%	0, 2%	3,5%
Curcuma	8,7%	7%	20%
Romarin	0,5%	0,5%	4%
Clou de girofle	5,67%	5%	8%

Il s'avère que le rendement en huiles essentielles extraites par l'hydro-distillation à l'échelle du laboratoire à partir de gingembre était de 0,4% ; 8,7% pour le curcuma ; 0,5% pour le Romarin et 5,67% pour le clou de girofle.

Ces résultats sont proches des résultats obtenus par d'autres auteurs qui ont procédé la même technique de distillation. Pour le gingembre Racoti Anca (2017) a trouvé 0,3%, dans le curcuma Rana Pratap, Singh et Jainde D.A. (2011) ont trouvé 8,20%, dans le romarin Boutekedjiret C. et *al* (2003) ont trouvé 0,44% et pour le clou de girofle, Tunç, M. T. et Koca, İ. (2019) ont obtenu un résultat de 4 % en utilisant la même technique d'hydro-distillation ; Cette petite différence de rendement est probablement due à une perte d'huile dans la phase aqueuse du distillat et la simplicité de notre dispositif d'hydro-distillation. Le pourcentage obtenu pour le clou de girofle semble inférieur mais dans la pratique reste suffisant pour mener cette étude.

III.2. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons étudiés

Selon les exigences microbiologiques des purées de tomates recommandées par l'union Européenne (Règlement 178/2002/CE ; mise à jour le 24/05/2007), les microorganismes qui doivent être identifiés dans la purée de tomate comprennent la flore aérobie mésophile totale, *Staphylococcus aureus*, levures et moisissures, Coliforme totaux, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Lactobacillus*, Streptocoques fécaux et des germes anaérobies sulfito-réducteurs et tous ont été identifiés dans cette étude ; mais Parmi tous ces microorganismes, nous avons trouvé les deux seulement ; les FAMT et les levures et moisissures d'où l'activité antimicrobienne des extraits étudiés se rapporte sur les deux trouvés.

De façon générale, les facteurs étudiés qui ont influencé l'augmentation ou la diminution des microorganismes étaient : la dose des extraits appliquée, la température d'appertisation, le temps de stockage. Les résultats ont montré que la contribution conjointe de ces facteurs influencent à 58% la variation des FAMT dans le produit. Tous ces facteurs considérés étaient significatifs.

- Les purées conservées pendant 6 mois avaient 7,46 fois plus de risques d'augmenter le nombre de FAMT par rapport aux purées conservées pendant 1 jr. Cela aussi a été déterminé par l'étude de Guran H. et *al* (2016) et Oğuzhan Yildiz, Pinar (2015). Ils ont signalé que les microorganismes augmentent avec le temps de conservation ;
- Si la dose des extraits introduit dans la purée augmente d'une unité, les chances de diminuer le nombre de FAMT était de 17,5 fois par rapport aux purées dont la dose est diminuée d'une unité. Cela permet d'authentifier que plus la dose augmente, plus les FAMT diminuent. Ces résultats sont en accord avec ceux de Lambert et *al*. 2001 ; Burt, 2004. Ils ont trouvé que plus on augmente la dose des huiles essentielles de romarin et de thym dans un produit à conserver, la flore aérobie mésophile totale diminue ;
- Si la température augmente d'un degré Celsius, les chances de diminuer les FAMT étaient de 0,64 fois par rapport aux purées qui ont une température inférieure d'un degré Celsius. Cela a été aussi confirmé par Lorient (1998). Branger Coor. et *al*., (2007) et Dewanto (2002) en disant que l'augmentation de la température entraine la diminution des microorganismes.

Pour les levures et moisissures, généralement les résultats ont montré que la contribution conjointe de ces facteurs influencent à 26% la variation des levures et moisissures dans le produit et tous ces facteurs considérés étaient significatifs.

- Les purées conservées pendant 6 mois avaient 0,39 fois plus de risques d'augmenter le nombre des levures et moisissures par rapport aux purées conservées pendant 1 jr. Selon Oğuzhan Yildiz et Pinar (2015) les levures et moisissures augmentent avec le temps ;
- Si la dose augmente d'une unité, les chances de diminuer le nombre de levures et moisissures dans les purées était de 1,17 fois par rapport aux purées dont la dose est diminuée d'une unité. Ce constat a été aussi tiré par Fatma B. et *al* (2022) ;
- Il a révélé que la concentration des H.E a une relation avec les zones d'inhibitions des microorganismes. Ainsi, il a signalé que plus la concentration de l'huile essentielle dans le produit est élevée dans le produit, plus la zone d'inhibition n'est grande ;

- Si la température augmente d'un degré Celsius, les chances de diminuer les levures et moisissures étaient de 0,05 fois par rapport aux purées qui ont la température derrière d'un degré. C'est un bon résultat trouvait aussi par Celsius Devsaren et *al* (2012) *;* ils ont signalé que l'augmentation de la température du traitement thermique peut inactiver avec succès les bactéries qui causent la détérioration des aliments.

III.2.1. Présentation des résultats microbiologiques après une journée de conservation

Après le refroidissement des échantillons traités à 80, 85, et 90^{0}C pendant 20 min, ils ont été conservés à température ambiante. Après une journée de conservation, des analyses microbiologiques ont été effectuées pour évaluer leurs qualités microbiologiques.

III.2.1.1. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 80 ^{0}C

Les résultats obtenus pour les échantillons témoins traités à 80^{0}C (sans extraits des végétaux) après une journée de stockage à température ambiante ne dépassent pas les valeurs seuils indiquées par la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne.

Tableau 4 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 80^{0}C (échantillons témoins)

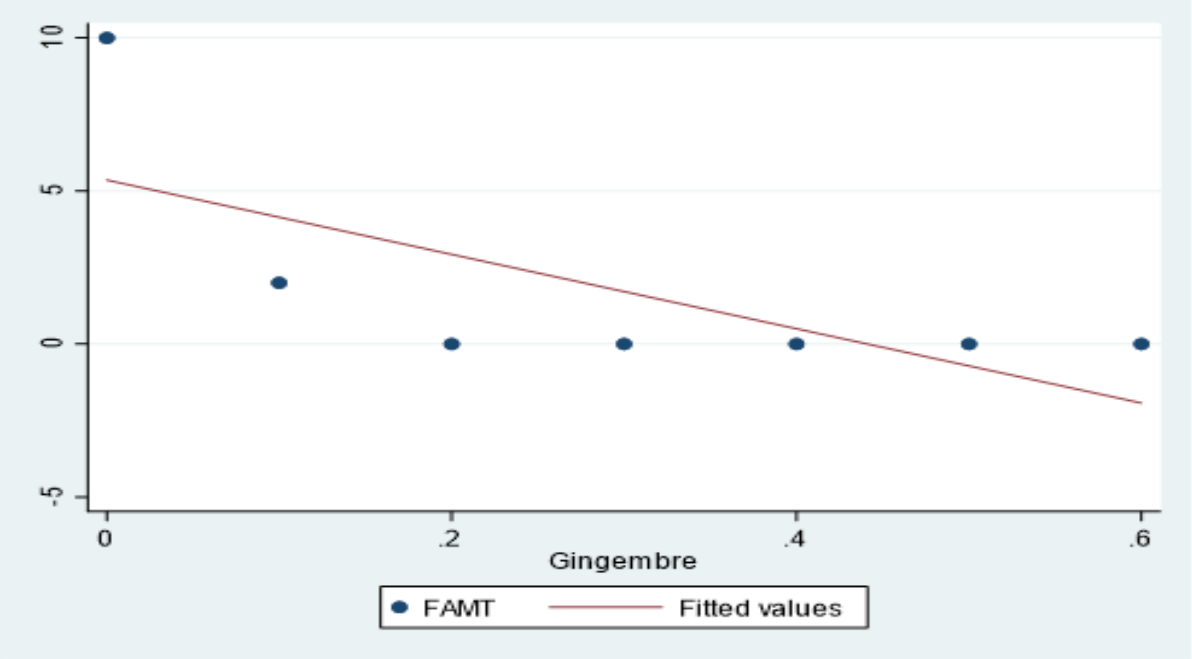
Microorganismes	**Germes obtenus en UFC**
Flores aérobies mésophiles totaux	10
Staphylococcus aureus	0
Levures et moisissures	0
Coliforme totaux	0
Escherichia coli	0
Salmonella	0
Lactobacillus	0
Streptocoques fécaux	0
Germes anaérobies sulfito-réducteurs	0

L'analyse des flores aérobies mésophiles totaux a révélé 10 colonies alors que le standard de la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne tolère 10 par gramme de purée.

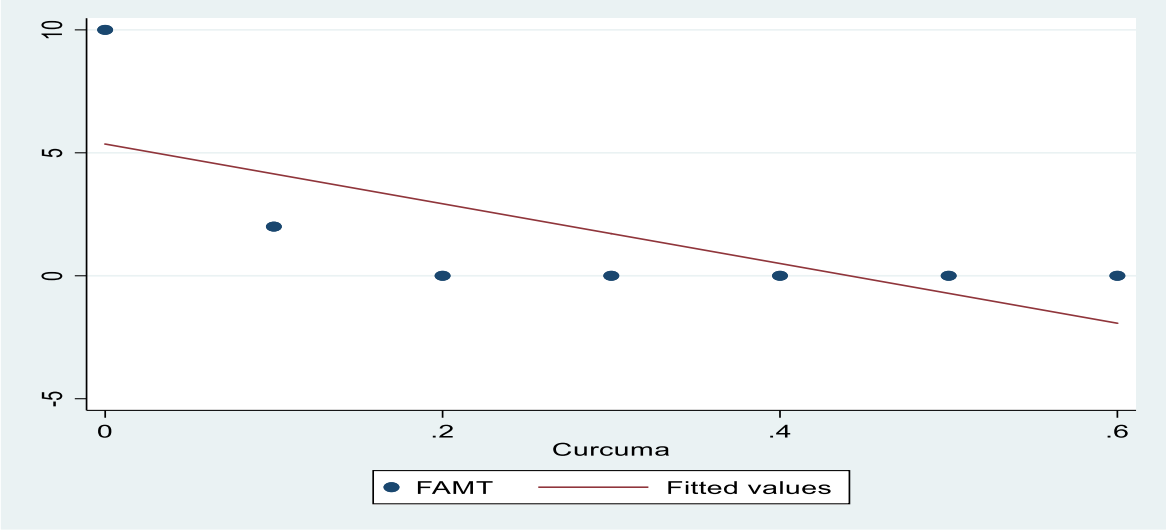
Quant aux levures et moisissures, Escherichia Coli, Staphylococcus aureus, Salmonella, Lactobacilles, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et les germes anaérobies sulfito-réducteurs, les analyses n'ont montré aucune colonie sachant que la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne ne tolère aucune colonie par gramme de purée parmi ces microorganismes précédemment cités.

Ces résultats montrent un bon niveau de contrôle des paramètres appliqués pour le traitement d'appertisation avant même l'introduction des extraits des végétaux.

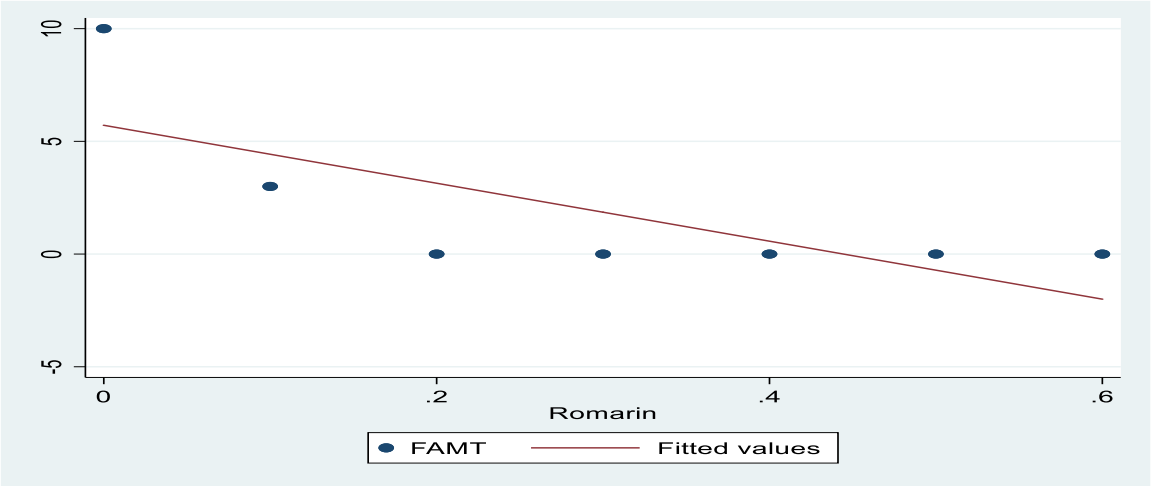
Dans une journée de conservation, l'analyse microbiologique de tous échantillons qui ont été appertisés à 80^0C **(**que ça soit avec ou sans extrait) a signalé seulement l'apparition des FAMTs parmi les microorganismes analysésés d'où nous n'avons éffectué que la corrélation entre l'évolution des FAMT et la dose appliquée. Ces résultats sont semblables à ceux trouvés par Goka M. G. *al* (2001).



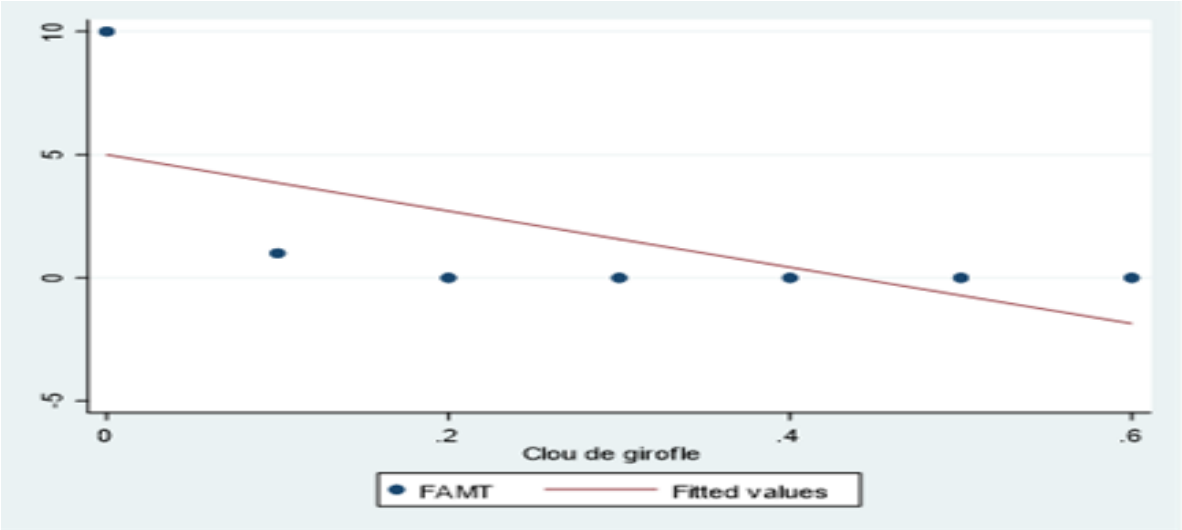
R=0.7035



R=0.7035



R= -0.7385



R= -0.6610

Les résultats montrent que d'une manière générale, il y a une corrélation moyenne (R= -0,6) ou forte (R= -0,7) négative entre l'évolution des FAMT et l'augmentation de la dose.

En effet, il a été observé que peu importe le type d'extrait l'augmentation de la dose implique une diminution des FAMT dans le produit. Seulement pour les extraits les plus inhibiteurs des FAMT, une seule dose suffise pour détruire la totalité de ce dernier. C'est normale parce que Beloud (2003) dans son étude effectuée sur les extraits des végétaux, il a trouvé que l'augmentation de la dose de l'HE dans le produit augmente aussi l'activité inhibitrice ou bactériostatique des micro-organismes.

III.2.1.2. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 85 ^{0}C

Les résultats obtenus pour l'échantillon témoin traité à 85 ^{0}C (avec ou sans extraits des végétaux) après une journée de stockage à température ambiante ne dépassent pas les valeurs seuils indiquées par la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne.

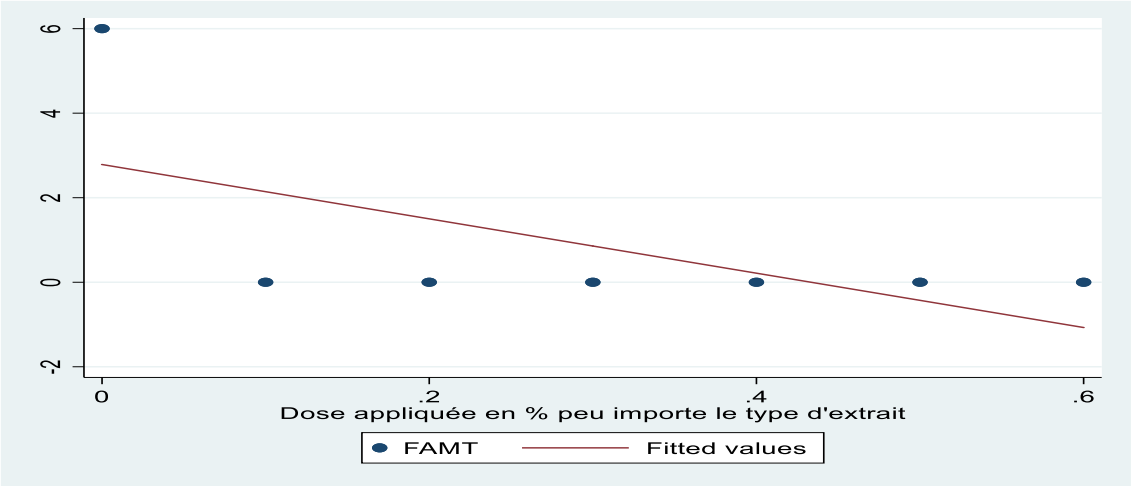
Tableau 5 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 85^{0}C (échantillons témoins)

Microorganismes	**Germes obtenus en UFC**
Flores aérobies mésophiles totaux	6
Staphylococcus aureus	0
Levures et moisissures	0
Coliforme totaux	0
Escherichia coli	0
Salmonella	0
Lactobacillus	0
Streptocoques fécaux	0
Germes anaérobies sulfito-réducteurs	0

L'analyse des flores aérobies mésophiles totaux a révélé 6 colonies alors que le standard de la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne tolère 10 par gramme de purée.

Pour les levures et moisissures, Escherichia Coli, Staphylococcus aureus, Salmonella, Lactobacilles, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et les germes anaérobies sulfito-réducteurs, les analyses n'ont montré aucune colonie sachant que la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne ne tolère aucune colonie par gramme de purée parmi ces microorganismes ci-haut cités. Ces résultats ont montré un bon niveau de contrôle des paramètres appliqués pour le traitement d'appertisation avant même l'introduction des extraits des végétaux.

Le test de corrélation nous a indiqué qu'il y a une corrélation moyenne négative (R= -0,6) entre l'évolution des FAMT et la dose appliquée.



R=-0.6124

Dans une seule journée de conservation, Peu importe le type d'extrait utilisé la dose de 0,1% suffise pour stabiliser le produit. Cela implique qu'à cette température, l'augmentation de la dose au-delà de 0,1% n'a aucune influence sur les FAMT.

III.2.1.3. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 90 ^{0}C

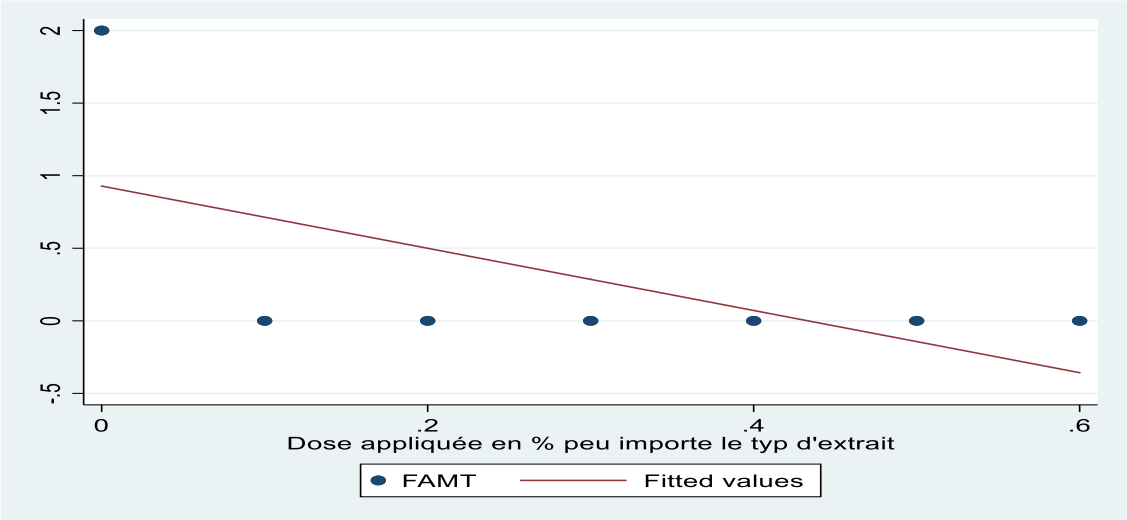
Les résultats obtenus pour l'échantillon témoin traité à 90 ^{0}C (sans ou avec extraits des végétaux) après une journée de stockage à température ambiante ne dépassent pas les valeurs seuils indiquées par la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union Européenne.

Tableau 6 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 90^{0}C (échantillons témoins)

Microorganismes	**Germes obtenus en UFC**
Flores aérobies mésophiles totaux	2
Staphylococcus aureus	0
Levures et moisissures	0
Coliforme totaux	0
Escherichia coli	0
Salmonella	0
Lactobacillus	0
Streptocoques fécaux	0
Germes anaérobies sulfito-réducteurs	0

L'analyse des flores aérobies mésophiles totaux a révélé 2 colonies alors que le standard de la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne tolère 10 par gramme de purée.

Pour les levures et moisissures, Escherichia Coli, Staphylococcus aureus, Salmonella, Lactobacilles, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et les germes anaérobies sulfito-réducteurs, les analyses n'ont montré aucune colonie. Comme signalé Kannan A., Gourisankar Sandaka P. Ch. (2008) et Ansari I. A., Datta A. K. (2003) dans ses études, l'augmentation de la température diminue la charge microbienne dans les aliments. Alors les FAMT ont été diminués par l'effet de la température.



R=-0.6124

Les résultats ont montré qu'il y avait une correlation moyenne (R=-0.6124) negative entre l'augmentation de la dose et l'évolution des FAMTs.

En effet, il a été observé que plus la dose augmente, plus il y a une dimunition des FAMTs dans le produit Peu importe le type d'extrait utilisé mais comme les FAMTs sont en petite quantité l'utilisation de dose de départ pouu chacun des extraits étudiés c'est-à-dire 0,1%, était suffisante pour stabiliser le produit.

III.2.2. Présentation des résultats microbiologiques après 6 mois de conservation

Après 6 mois de conservation à température ambiante, des échantillons traités à 80, 85, et 90^{0}C pendant 20 min, ont été analysés pour évaluer leurs qualités microbiologiques.

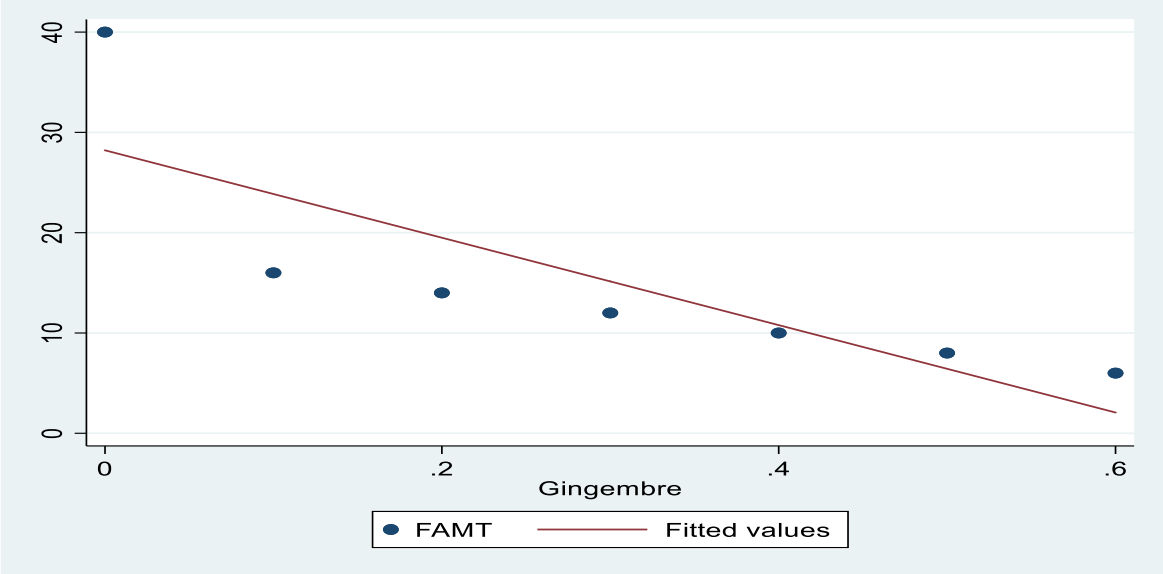
III.2.2.1. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 80 ^{0}C

Les résultats obtenus nous ont montré que l'échantillon témoin a dépassé les limites de la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne.

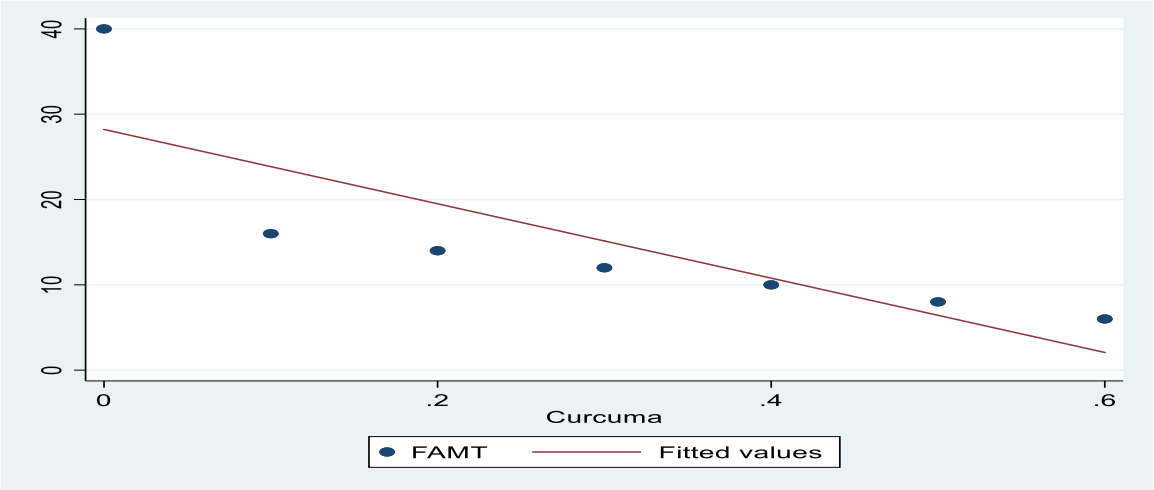
Tableau 7 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 80^{0}C (échantillons témoins)

Microorganismes	**Germes obtenus en UFC**
Flores aérobies mésophiles totaux	40
Staphylococcus aureus	0
Levures et moisissures	4
Coliforme totaux	0
Escherichia coli	0
Salmonella	0
Lactobacillus	0
Streptocoques fécaux	0
Germes anaérobies sulfito-réducteurs	0

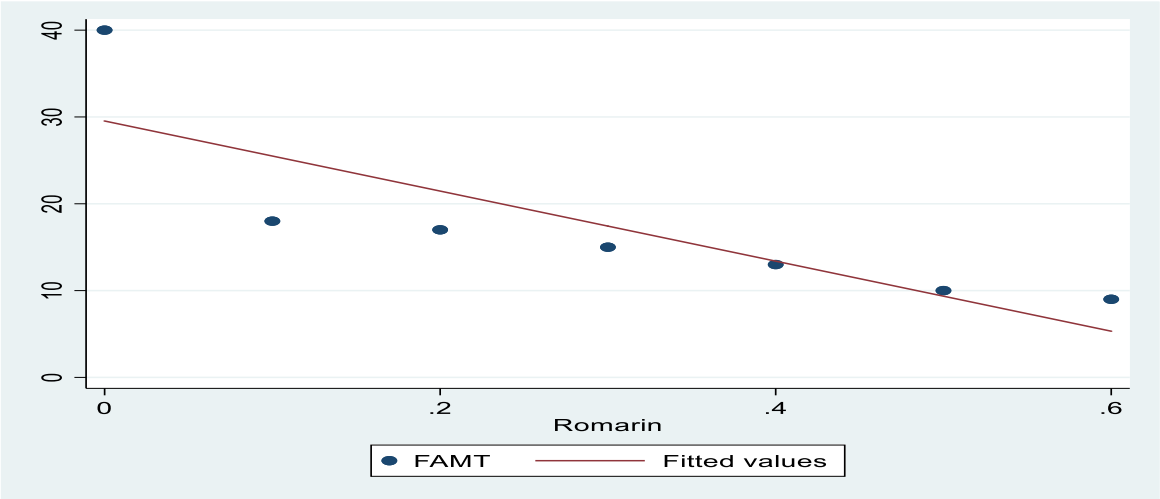
Cela veut dire que avec le temps les microorganismes augmentent. Les FAMT qui étaient à 10 colonies pour le premier jour de conservation ont été augmentés jusqu'à 40 colonies dans 6mois et les lévures qui étaient à 0 ont été augmentés jusqu'à 4 colonies.



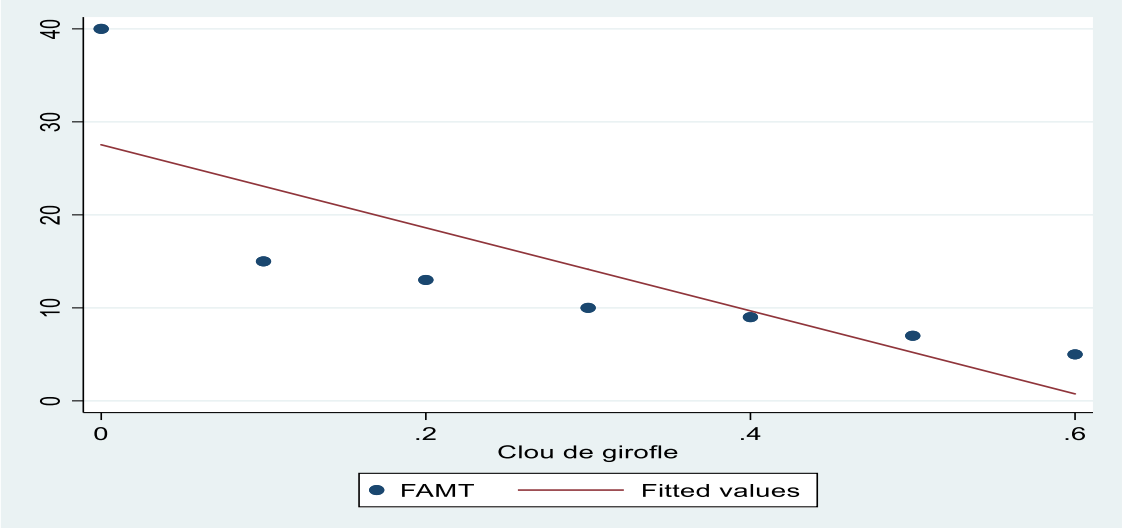
R=-0.8198



R= -0.8198

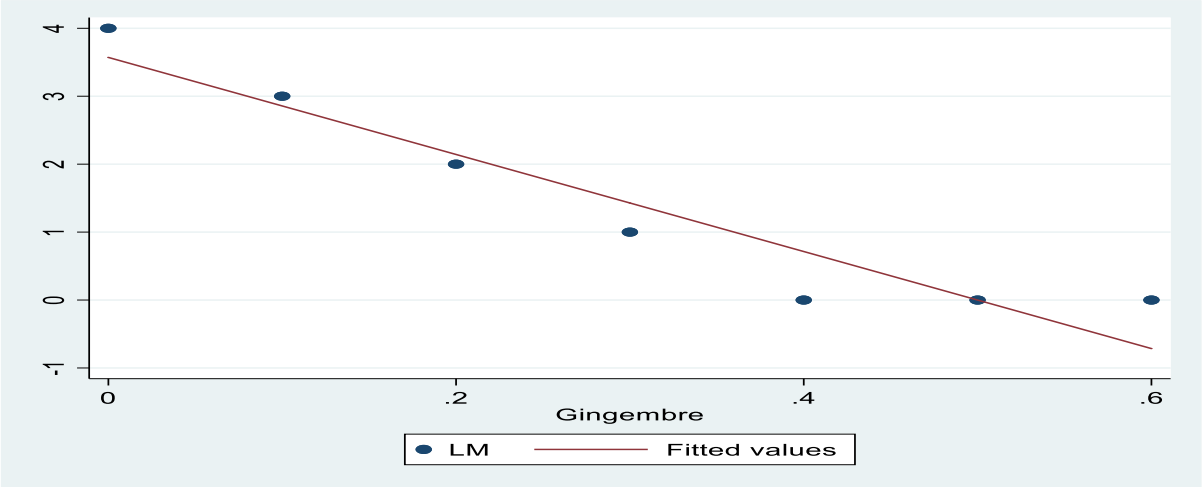


R= - 0.8302

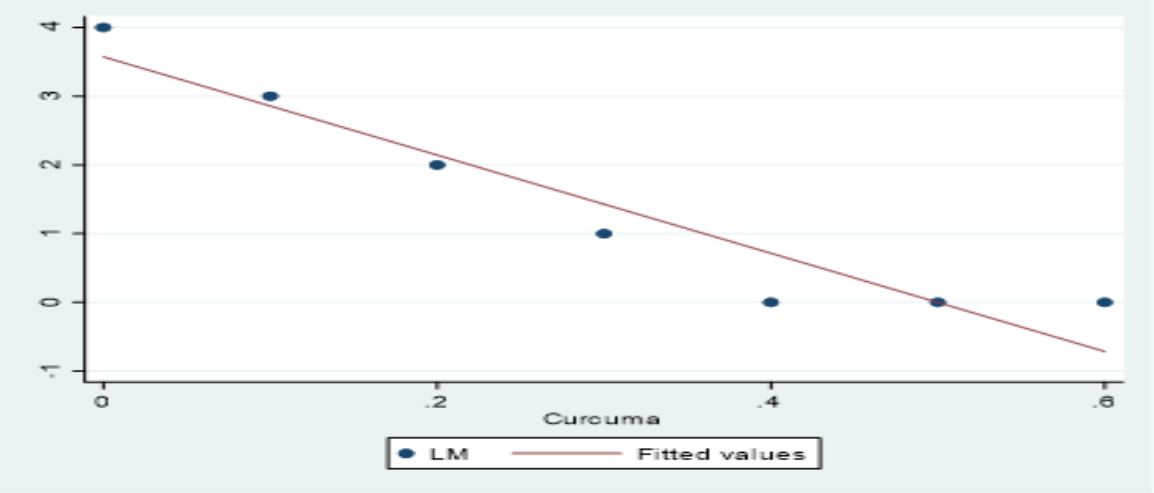


R= - 0.8108

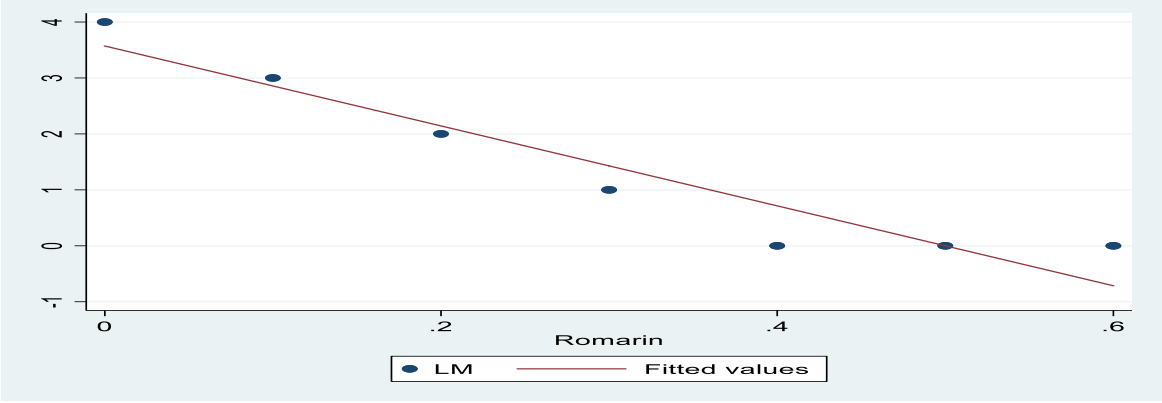
Tout comme dans les échantillons conservés une seule journée, meme après 6 mois la correlation a indiqué que plus la dose augmente, plus le nombre des FAMT ou des lévures et moisissures diminuent.



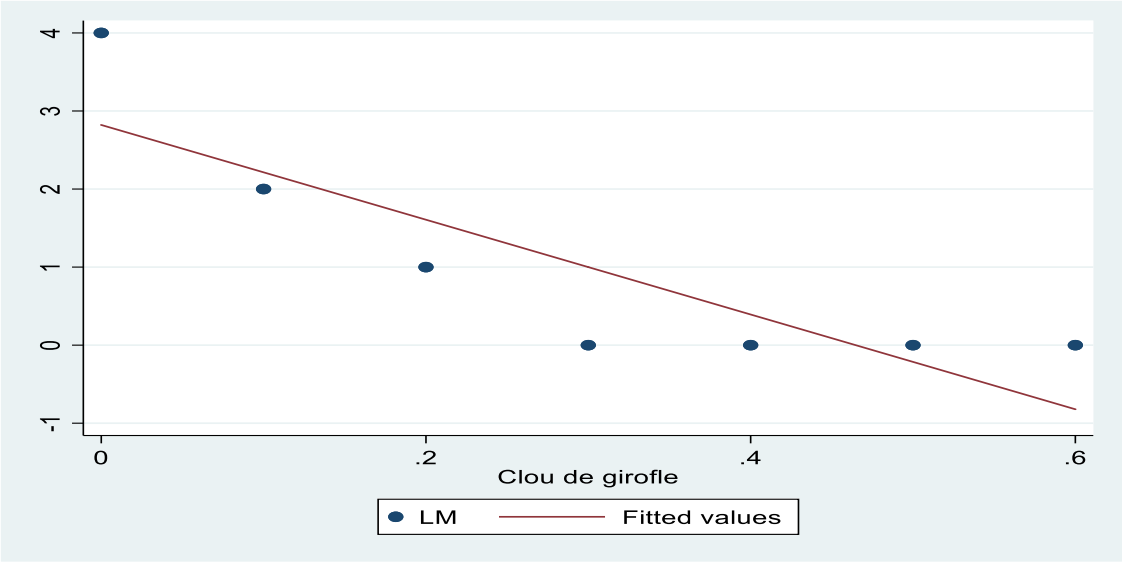
R=-0.9535



R= -0.9535



R=-0.9535



R=-0.8586

III.2.2.2. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 85 ^{0}C

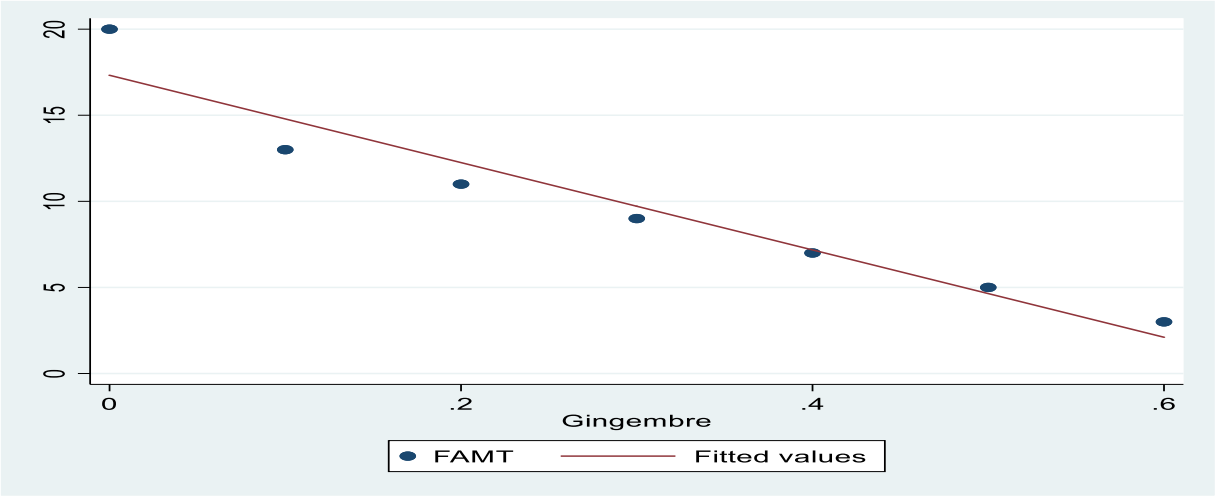
Les résultats obtenus nous ont montré que même si les FAMT et les levures et moisissures ont été diminués par l'élévation de la température. L'échantillon témoin reste hors des limites de la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne.

Tableau 8 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 85^{0}C (échantillons témoins)

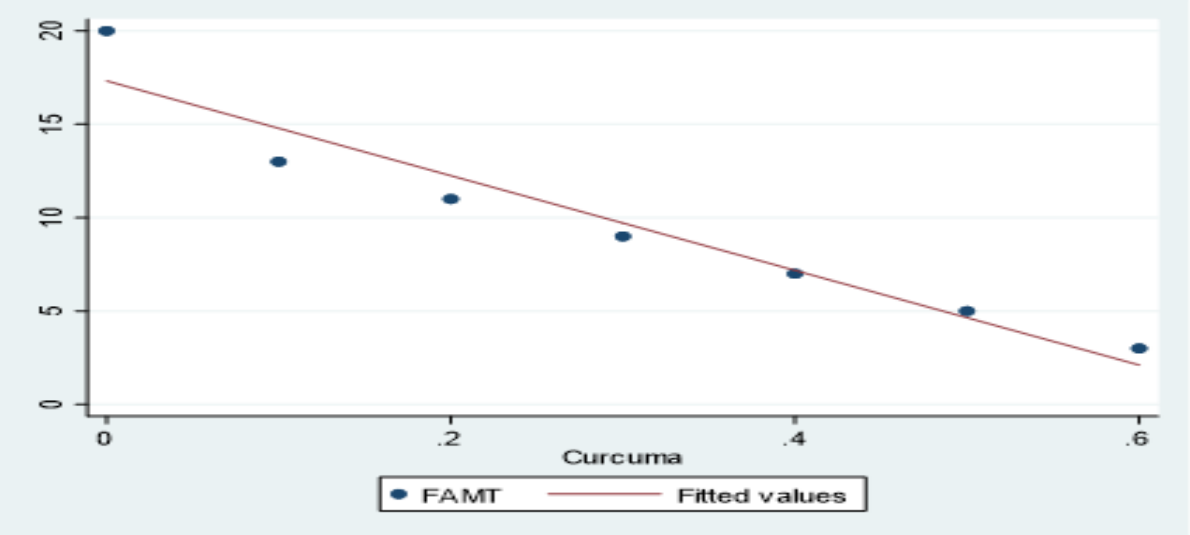
Microorganismes	**Germes obtenus en UFC**
Flores aérobies mésophiles totaux	20
Staphylococcus aureus	0
Levures et moisissures	1
Coliforme totaux	0
Escherichia coli	0
Salmonella	0
Lactobacillus	0
Streptocoques fécaux	0
Germes anaérobies sulfito-réducteurs	0

Les FAMT qui étaient à 40 colonies pour le traitement termique de 80 ^{0}C ont été diminues jusqu'à 20 colonies et les lévures et moisissures qui étaient à 4 ont été diminues jusqu'à une seule colonie.

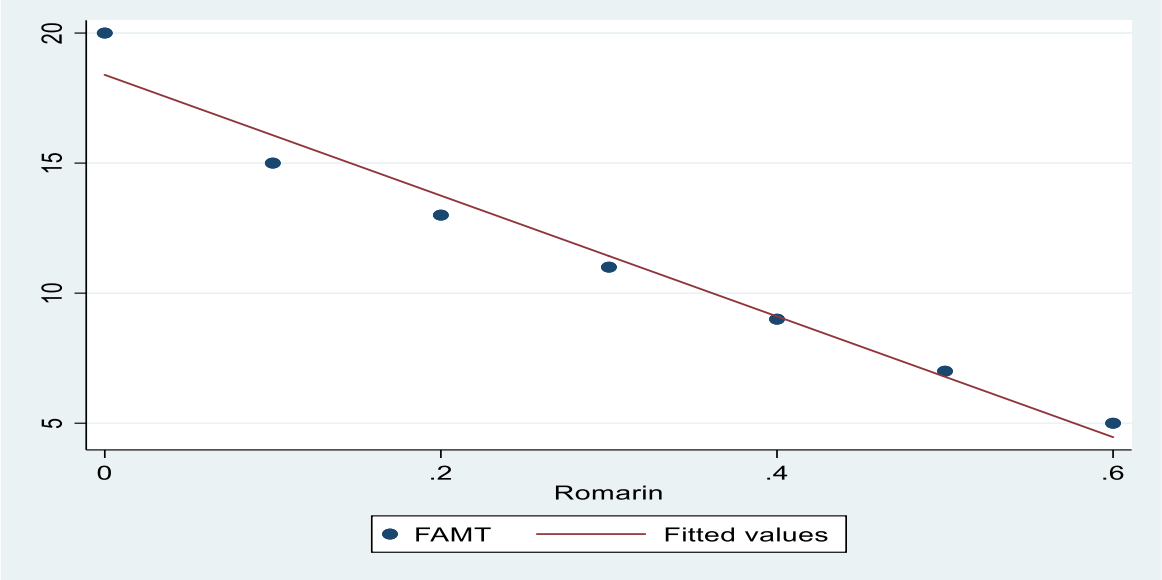
Les résultats nous a indiqué que pour tous les extraits il y a une corrélation forte négative (**R= -0.9)** entre l'augmentation de la dose et l'évolution des FAMTs.



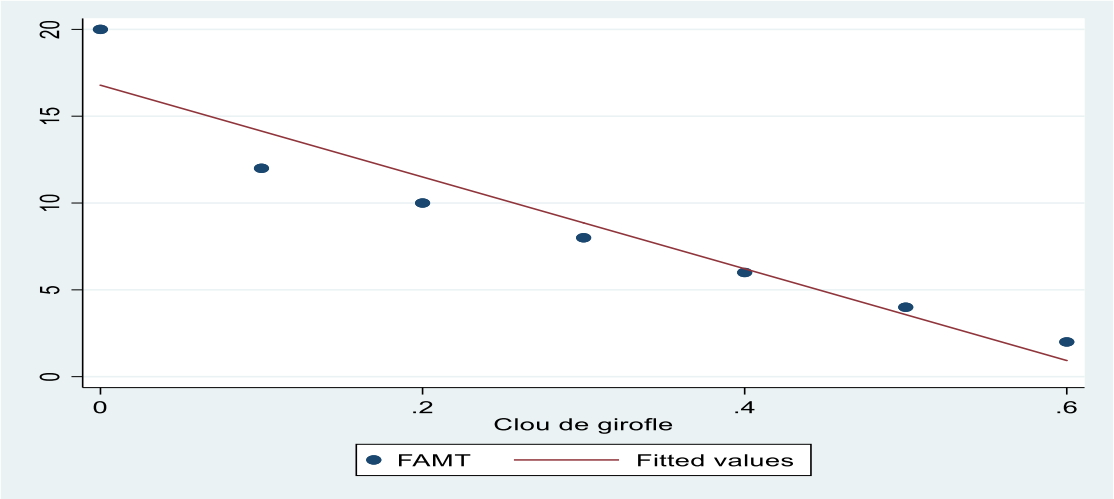
R=-0.9648



R= -0.9648



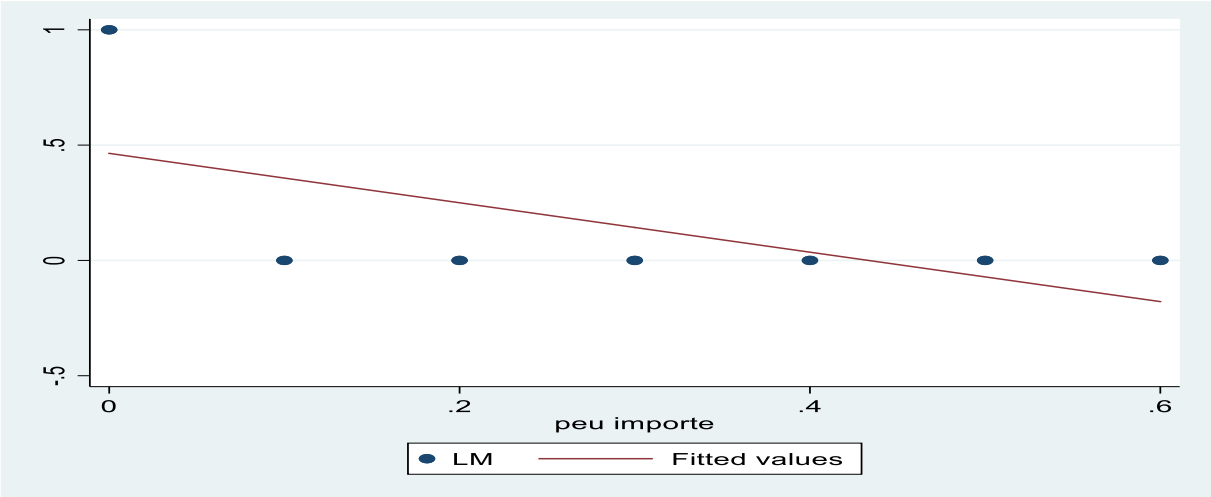
R = -0.9844



R= -0.9541

Peu importe le type d'extrait, l'augmentation de la dose a entrainé une diminution des FAMT.

Pour les levures et moisissures, il a été observé qu'il y a la corrélation moyenne négative entre l'évolution des levures et moisissures et l'augmentation de la dose.



R= -0.6124

Peu importe le type d'extrait utilisé, la dose de 0,1% a été suffisante pour éliminer la totalité des levures et moisissures.

III.2.2.3. Présentation des résultats microbiologiques des échantillons traités à 90 ^{0}C

Les résultats obtenus ont montré que les échantillons traités à cette température ne dépassent pas les limites microbiologiques de la réglementation relative aux critères microbiologiques de l'Union européenne.

Tableau 9 : Caractéristiques microbiologiques des purées de tomates traitées à 90 ^{0}C (échantillons témoins)

Microorganismes	**Germes obtenus en UFC**
Flores aérobies mésophiles totaux	10
Staphylococcus aureus	0
Levures et moisissures	0
Coliforme totaux	0
Escherichia coli	0
Salmonella	0
Lactobacillus	0
Streptocoques fécaux	0
Germes anaérobies sulfito-réducteurs	0

Les 10 colonies de FAMT trouvés sont tolérables par le standard de la réglementation des purées. Dissou et *al* (2007) ont obtenu les résultats similaires. Dans leurs études, l'analyse des FAMT dans la purée n'a révélés que les germes inférieurs à 10/g de purée pendant 4 mois.

III.3. Evaluation de l'efficacité des extraits sur les FAMT, les levures et moisissures

Les résultats sont la moyenne de trois répétitions avec Ecart types (moyenne ± E.T) des FAMT et les levures et moisissures observés pour tous les extraits à une dose de 0,2% après 6 mois de conservation. Les FAMT varient de 17,3±0,5 à 9± 1 et les levures et moisissures de 2,6±0 à 0.

Les moyennes avec les mêmes lettres en exposant ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$). Les moyennes avec des lettres différentes en exposant diffèrent significativement.

Tableau 10 : Comparaison des FAMT observés selon le type d'extrait utilisé

Type d'extrait	**FAMTs observés**
Gingembre	$14,6\pm 0,5^{b}$
Curcuma	$14,3\pm 1,5^{b}$
Romarin	$17,3\pm0,5^{a}$
Clou de girofle	$12,3\pm0,5^{bc}$
Gingembre + Romarin	$12,3\pm1,1^{bc}$
Curcuma + Romarin	$12,3\pm2^{bc}$
Gingembre + romarin + Clou de girofle	$9,3\pm0,5^{c}$
Curcuma + Romarin + Clou de girofle	10 ± 1^{c}
Gingembre + Curcuma + Romarin + Clou de girofle	9 ± 1^{c}

Un nombre significativement plus grand des FAMT ($P< 0,05$) a été retrouvé dans la purée de tomate stabilisé avec l'extrait de romarin. Cela signifie que le romarin possède une activité bactériostatique inférieure à celles des autres étudiées.

Les résultats ont montré aussi que les purées stabilisés avec les extraits de gingembre, de curcuma, de clou de girofle, Gingembre + romarin et Curcuma + romarin ne sont pas significativement différente mais pour les purées stabilisées avec l'extraits de Clou de girofle, Curcuma + Romarin et Gingembre + Romarin, il a été constaté une légère diminution des FAMT par rapport aux purées présentant la plus basse quantité des FAMT. En fin, la quantité des FAMT la plus basse a été retrouvée pour les purées stabilisées avec gingembre + romarin + Clou de girofle, Curcuma + Romarin + Clou de girofle et gingembre + Curcuma + Romarin + Clou de girofle.

D'après les résultats l'extrait le moins efficace pour les FAMT a été l'extrait de romarin (17,3±0,5 environ 17 colonies) tandis que l'extrait le plus efficace a été l'extrait du clou de girofle (12,3±0,5 environ 12 colonies des FAMT). Ces résultats sont concordants à ceux de Rhayour (2016). Dans son étude, il a montré que l'huile essentielle de girofle exerce son activité bactéricide principalement grâce à son constituant majoritaire qui est l'eugénol qui appartient à la famille des phénols. L'activité bactéricide de clou de girofle débuterait par une fixation de ces molécules sur les membranes bactériennes provoquant des altérations de structure et de perméabilité, conduisant à la perte de constituants cellulaires due à une lyse importante des cellules bactériennes.

Dans les échantillons stabilisés avec des extraits mélangés, le mélange le moins efficace sur les FAMT était le mélange de deux extraits (12,3±2 environ 12 colonies) tandis que le plus efficace était celui composé de trois ou quatre extraits (10±1 et 9± 1 colonies).

Pour les levures et moisissures, Un nombre significativement plus grand (P< 0,05) a été retrouvé dans les purées de tomate stabilisées avec l'extrait de romarin, de gingembre et de curcuma parce que ses moyennes retrouvés ne sont pas significativement différentes (P<0,05) et le plus bas a été retrouvé dans les purées stabilisées avec l'extrait de clou de girofle. Ces résultants sont en concordance avec celles de conner (1993) ; Didry, Dubreuil et pinkas (1993) ; Karapinar et Aklung (1987). Ils ont comparé l'activité microbienne de l'eugénol par rapport aux autres principes actifs et ils ont trouvé que l'eugénol est plus efficace par rapport aux autres.

Tableau 11 : Comparaison des levures et moisissures observés selon le type d'extrait utilisé

Type d'extrait	**Levures et Moisissures observés**
Gingembre	$2,3\pm 0,5^{a}$
Curcuma	$2,3\pm 0,5^{a}$
Romarin	$2,6\pm0,5^{a}$
Clou de girofle	$1,3\pm0,5^{ab}$
Gingembre + Romarin	$0,6\pm0,5^{b}$
Curcuma + Romarin	$0,6\pm0,5^{b}$
Gingembre + romarin + Clou de girofle	0^{b}
Curcuma + Romarin + Clou de girofle	0^{b}
Gingembre + Curcuma + Romarin + Clou de girofle	0^{b}

Des échantillons stabilisés avec des extraits mélangés, le mélange le moins efficace sur les levures et moisissures était le mélange de deux extraits (0,6±0,5 environ une seule colonie) tandis que le plus efficace était celui qui était composé par trois ou quatre extraits (0 colonie).

Cela permet d'authentifier que le mélange de 4, 6, 8, 10 et 12 gingérols, 6 chagaol, curcumine, Campre, 1,8 cinéole et l'eugénol augmentent l'activité antimicrobienne dans le produit. Ces résultats sont en accord avec ceux de Sonam et Guleria (2017). Ils ont signalé que la combinaison des extraits semble efficace parce que c'est un effet synergique qui a la capacité d'affecter plusieurs cibles.

III.4. Evaluation de la qualité organoleptique de la purée

Les résultats ont montré qu'il y avait de différences significatives au niveau des moyennes des notes attribuées aux purées selon les doses des extraits utilisées (P<0,05) et elles variaient de 5±0,5 à 0,5±0,5.

Tableau 12 : effet de dose sur la qualité organoleptique de purée

Doses	**Notes**
0	$4,3\pm0,4^{b}$
0,1	$4,3\pm0,4^{ab}$
0,2	$5\pm0,5^{a}$
0,3	$3\pm0,8^{c}$
0,4	$1,8\pm0,6^{d}$
0,5	$1,3\pm0,4^{e}$
0,6	$0,5\pm0,5^{f}$

Les moyennes des notes attribuées aux échantillons stabilisés avec des extraits à une dose de 0,2% étaient supérieures aux moyennes des autres échantillons (5±0,5). Les notes les plus basses ont été attribuées aux échantillons stabilisés à une dose de 0,6%.

Cela a permis de conclure que l'ajout des huiles essentielles dans un produit augmente la qualité organoleptique mais une augmentation de dose d'extraits supérieures à 0,2% la diminue. Ces résultats sont en accord avec ceux de Lambert et *al* (2001). Ils ont signalé que les huiles essentielles possèdent une activité antimicrobienne efficace mais leur utilisation est souvent limitée par le fait qu'ils affectent la qualité organoleptique du produit. Pour cette raison, il sera nécessaire de déterminer la concentration minimale nécessaire pour inhiber la croissance des bactéries pathogènes sans affecter la qualité sensorielle de l'aliment.

Les résultats sont la moyenne des notes données par 10 individus qui ont évalué le produit selon les différentes doses d'extraits utilisés avec Ecart types (moyenne ± E.T). Les moyennes avec les mêmes lettres en exposant ne sont pas significativement différentes (P < 0,05). Les moyennes avec des lettres différentes en exposant diffèrent significativement par le test de Duncan (n=3).

III.5. Analyse de la comparaison de la qualité microbiologique des purées stabilisées avec des extraits et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits

Les résultats sont la moyenne des échantillons stabilisés avec un extrait, deux, trois et quatre extraits à des doses de 0,1, 0,2 et 0,3% et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits avec Ecart type (moyenne ± E.T).

Les moyennes avec les mêmes lettres en exposant ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$). Les moyennes avec des lettres différentes en exposant diffèrent significativement ($P< 0,05$) par le test Duncan (n=3).

Tableau 13 : comparaison des purées stabilisées avec des extraits et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits selon les FAMT observées

	Température d'appertisation			
	80 ^{0}C			**90 ^{0}C**
Nombre d'extraits	**Nombre des FAMT selon la dose**			
	0,1%	0,2%	0,3%	10^{de}
1 extrait	16, 25± 1,25^{a}	14,5±1,7^{abc}	12,25±2^{cd}	
2 extraits	15^{ab}	13^{bc}	10de	
3 extraits	13$_{bc}$	10de	9^{ef}	
4 extraits	10de	9^{ef}	7^{f}	

Les purées appertisés à 80 ^{0}C pendant 20 min et stabilisées avec un seul extrait à une dose de 0,1 et 0,2%, celles stabilisées avec 2 extrait à une dose de 0,1% avait des FAMT qui n'était pas significativement différentes ($P< 0,05$).

La quantité des FAMT la plus élevée a été retrouvée dans les purées stabilisées avec un seul extrait à une dose de 0,1% et la quantité des FAMT la moins élevée a été retrouvée dans les purées stabilisées avec 3 à une dose de 0,3 et 4 extraits à une dose de 0,2 et 0,3%. Les purées stabilisées avec 2 extraits à une de 0,3%, celles stabilisées avec 3 extraits à une doses de 0,2 et 0,3% et celles stabilisées avec 4 extraits à une dose de 0,1, 0,2% se sont comportées de la même manière que les purées traitées à 90 ^{0}C pendant 20 min sans extraits ajoutés.

Cela signifie que la quantité des levures et moisissures retrouvée dans les purées traitées à 90 ^{0}C et à 80 ^{0}C se sont comportées de la même manière mais cela a été possible si les purées traités à 80 ^{0}C ont été mélangées avec certains extraits à des certaines doses.

Tableau 14 : comparaison des purées stabilisées avec des extraits et traitées à 80 ^{0}C et celles traitées à 90 ^{0}C sans ajout des extraits selon les levures et moisissures observés

	Température d'appertisation			
	80 ^{0}C			**90 ^{0}C**
Nombre d'extraits	**Nombre de levures et moisissures selon la dose**			0^d
	0,1	0,2	0,3	
1 extrait	$2{,}75\pm05^a$	$1{,}75\pm0{,}5^b$	$0{,}75\pm0{,}5^{cd}$	
2 extraits	2 ± 0^b	1^c	0^d	
3 extraits	1 ± 0^c	0^d	0^d	
4 extraits	0^d	0^d	0^d	

Les résultats ont montré que la quantité des levures et moisissures la plus élevée a été retrouvée dans les purées stabilisées avec un seul extrait à une dose de 0,1% (2,75±05 environ 3 colonies).

Les purées appertisés à 80 ^{0}C pendant 20 min et stabilisées avec un seul extrait à une dose de 0,3%, celles stabilisées avec 2 extraits à une dose de 0,3%, celles stabilisées avec 3 extraits à une dose de 0,2 et 0,3% et ceux stabilisées avec 4 extraits à une dose de 0,1, 0,2 et 0,3% se sont comportées de la même manière que les purées traitées à 90 ^{0}C pendant 20 min sans extraits ajoutés. C'est-à-dire qu'elles avaient des moyennes des levures et moisissures qui n'étaient pas significativement différentes ($P< 0{,}05$). Tous avaient présentés des colonies des levures et moisissures égale à 0 colonie. C'est-à-dire qu'elles étaient dans le standard de la réglementation microbiologique Européenne des purées.

Comme nous avons vu que la perte de la qualité de la purée de tomate avait commencé à une dose de 0,3%, selon les résultats nous pouvons conclure que introduire une combinaison de 3 extraits à une dose de 0,2% et une autre de 4 extraits à une dose de 0,1 et 0,2% et les appertisées à 80 ^{0}C peuvent donner des meilleurs résultats du coté microbiologique ou organoleptique que les purées traitées à 90 ^{0}C sans ajouter les extraits. Ces résultats sont concordants avec ceux de Hadj Saadoun J. et *al*. (2022). Dans leur études, Ils ont diminué la température de pasteurisation et ajouté à une doses de 1% des antimicrobiens naturels. Les échantillons reçu des antimicrobiens ont été trouvés avec peu de flore microbiens que les autres échantillons.

CONCLUSION GENERALE, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Le traitement thermique s'avère l'un des moyens de conservation permettant d'allonger la durée de conservation de la purée des tomates. Cependant, l'appertisation à des températures supérieures ou égales à 90 ^{0}C peut diminuer la qualité nutritionnelle de la purée.

En effet, une combinaison d'une appertisation à 80 ^{0}C et d'une introduction des extraits des végétaux possédant l'activité antimicrobienne intervient comme un moyen efficace pour prolonger la durée de conservation de la purée, de préserver sa qualité nutritionnelle.

D'après cette étude, les rendements en huiles obtenus étaient assez satisfaisants. Par ailleurs, les caractères des huiles essentielles étudiées répondent aux critères établis par les normes AFNOR ce qui rassure sur le procédé d'extraction utilisé.

Dans cette étude, les huiles essentielles de gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle possèdent tous l'effet antimicrobien mais les extraits de clou de girofle se démarquent par une activité antimicrobienne la plus élevée sur les FAMT, les levures et moisissures par rapport aux autres.

Les résultats obtenus ont démontré que la combinaison des huiles essentielles étudiées va créer un effet synergique pour la prolongation de durée de conservation de la purée de tomate. Les principes actifs dérivés de ces huiles essentielles ont pu donc se compléter harmonieusement afin de servir comme base de lutte microbienne.

Il reste à une fois de plus justifier qu'un traitement thermique impacte sur la valeur nutritionnelle des aliments, et de constater que la combinaison apporter sur le traitement de la tomate a permis de réduire de 10 ^{0}C les températures de traitement tout en gardant la même durée de conservation

A la lumière des résultats obtenus, des suggestions ont été formulés :

Aux chercheurs :

- Mener une étude approfondie sur l'efficacité de chaque principe actif des huiles essentiels du gingembre, de curcuma, de romarin et de clou de girofle, afin d'en déterminer les doses optimales et leur efficacité pour diverses types de microorganismes ;
- Mettre en évidence la pertinence adaptée à la consommation de ces huiles essentiels et surtout déterminer les doses normatifs indispensables et ne pouvant pas nuire à la santé humaine ;
- Justifier la productivité selon la biodiversité de ces substrats disponibles au Burundi.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abdeldaiem M. H. (2014).** Use of Yellow Pigment Extracted from Turmeric (Curcuma Longa) Rhizomes Powder as Natural Food Preservative. *American Journal of Food Science and Technology*, vol. 2, no. 1: 36-47. doi: 10.12691/ajfst-2-1-6.
2. **Abe M., Ozawa Y., Uda Y., Yamada F., Morimitsu Y., Nukamura Y., Osawa T. (2004)**. Antimicrobial activities of diterpene dialdehydes, constituents from myoga (Zingiber mioga roscoe), and their quantitative analysis. Biosci Biotechnol Biochem, 68: 1601- 1604.
3. **Adeyeye, S. A. O. (2017)**. The role of food processing and appropriate storage technologies in ensuring food security and food availability in Africa, *Nutrition & Food Science*, Vol. 47 No. 1, pp. 122-139. https://doi.org/10.1108/NFS-03-2016-0037.
4. **Adli D. (2015)**. Effets prophylactique de l'administration d'un extrait de Syzygium Aromaticum (Clou de girofle) chez les rats wister en croissance intoxiqués au plomb et au manganése. Étude biochimique, histologique et neurocomportementale. Thèse de Doctorat : Biochimie, département de biologie, Université d'Oran, 16 pp.
5. **Akinyemi, A.J. (2015)**; Thome, G.R.; Morsch, V.M.; Stefanello, N.; Goularte, J.F.; Bello-Klein, A.; Oboh, G.; Chitolina Schetinger, M.R. Effect of dietary supplementation of ginger and turmeric rhizomes on angiotensin-1 converting enzyme (ACE) and arginase activities in L-NAME induced hypertensive rats. J. Funct. Foods, 17, 792–801. [Google Scholar] [CrossRef].
6. **Ali BH, Blunden G, Tanira MO, Nemmar A. Some phytochemical208)**. Pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinal Roscoe*): a review of recent research. *Food Chem Toxicol*, 2008; 46(2): 409-20.
7. **Alshami, A. M., Sabouni, A. R. and Bushlaibi, A. H., (1993)**. Influence of Set Retarding Superplasticizer and Microsilica on Setting Time of Pastes at Various Temperatures, Cement and Concrete Research, V. 23, pp. 562-598.
8. **Ansari I. A., Datta A. K. (2003)**. An Overview of Sterilization Methods for Packaging Materials Used in Aseptic Packaging Systems. 81(1), 5765. Doi:10.1205/096030803765208670.
9. **Anses (2022)**. Évaluation des risques liés à la consommation de compléments alimentaires contenant du curcuma. Maisons-Alfor.Saisine n° 2019-SA-0111.

10. **Arah, I. K., Ahorbo, G. K., Anku, E. K., Kumah, E. K., & Amaglo, H. (2016)**. Postharvest Handling Practices and Treatment Methods for Tomato Handlers in Developing Countries: A Mini Review. Advances in Agriculture, 2016, 1–8. doi:10.1155/2016/6436945 10.1155/2016/6436945.
11. **Balderas C., Villaseñor A., García A. et al. (2010)**. Metabolomic approach to the nutraceutical effect of rosemary extract plus ω-3 PUFAs in diabetic children with capillary electrophoresis. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis; 53; 1298-304.
12. **Bao, L. M., Nozaki, A., Takahashi, E., Okamoto, K., Ito, H., & Hatano, T. (2012)**. Biological effects of essential oils**.**
13. **Baudoux D, Miles E. (2008)** Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française. Vol.6, Réflexologies. Luxembourg : Éd. Inspir, 324p. (Collection: L'Aromathérapie professionnellement, vol.6).
14. **Baudoux D. (2001)**. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française. Vol.1, Pédiatrie. Luxembourg : Éd. Inspir, 304p. (Collection: L'Aromathérapie professionnellement, vol.1).
15. **Baudoux D. (2006)**. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française. Vol.5, Grossesse. Luxembourg : Éd. Inspir, 316p. (Collection: L'Aromathérapie professionnellement, vol.5).
16. **Baudoux D., Blanchard J-M., Malotaux A-F. (2006)**. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française. Vol.4, Soins Palliatifs. Luxembourg : Éd. Inspir, 317p. (Collection: L'Aromathérapie professionnellement, vol.4).
17. **Baudoux D., Zhiri A. (2003)**.Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française. Vol.2, Dermatologie. Luxembourg : Éd. Inspir, 292p. (Collection: L'Aromathérapie professionnellement, vol.2).
18. **Belarmino de Souza,T. Oliveira Brito,K. M. et Chaves Silva,N. (2016)**. New EugenolGlucoside-based Derivative Shows Fungistatic and Fungicidal Activity against.
19. **Bensebia, O., Barth, D., Bensebia, B., Dahmani, A. (2009)**. Supercritical CO2 extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling. The Journal of Supercritical Fluids, 49, pp 161-166.
20. **Beristain-Bauza, Silvia Del Carmen; Hernández-Carranza, Paola; Cid-Pérez, Teresa Soledad; Ávila-Sosa, Raúl; Ruiz-López, Irving Israel; Ochoa-Velasco, Carlos Enrique, (2019)**. Antimicrobial Activity of Ginger (Zingiber Officinale) and Its

Application in Food Products. Food Reviews International, (), 1–20. doi:10.1080/87559129.2019.1573829.

21. **Blumenthal I. (1997)**. Popular herbs in the U.S. market: therapeutic monographs. American botanical association.p.19.
22. **Botineau.M. (2010)**. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs; Edition Lavoisier ; pp1025-1026,1028.
23. **Bouacida k. (2021)**. Étude de l'effet de l'eugénol extrait de la plante *Syzygium aromaticum* sur le biofilm dentaire, Mémoire de Mastère : Biotechnologie végétale, Département de biologie, Université de SFAX, 64.
24. **Boumendjel, M., houhamdi, M., samar, M. f., sabeg, H., boutebba, A., & soltane, M. (2012)**. Effect of canning heat treatments on the biochemical, nutritional and technological quality of single, double and triple concentrated tomatoes. Science & technology. C,Biotechnology , (36), 51–59. Retrieved from. http://revue.umc.edu.dz/index.php/c/article/view/88.
25. **Boutekedjiret C., Bentahar F., Belabbes R., Bessiere J. M. (2003)**. Extraction of rosemary essential oil by steam distillation and hydrodistillation. , 18(6), 481–484. doi:10.1002/ffj.1226.
26. **Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I. et al. (2007)**. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (Rosmarinus officinalis L. and Salvia officinalis L., Lamiaceae) essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry; 55; 7879-85.
27. **Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I. *et al.*, (2007)**. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 55 ; 7879-85.
28. **Brandt, K., Christensen, L.P., Hansen-Møller, J., Hansen, S.L., Haraldsdottir, J., Jespersen, L., Purup, S., Kharazmi, A., Barkholt, V., Frøkiær, H., Kobæk-Larsen, M. (2004)**. Health promoting compounds in vegetables and fruits: A systematic approach for identifying plant components with impact on human health. Trends in Food Science & Technology,NFIF part 2 15, 384–393. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.12.003.
29. **Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie (2009)**, plantes médicinales. 4e édition revue et augmentée. Paris : Éd. Tec & doc, 1269p.
30. **Brunetton, J. (1999)**. Pharmacognocise, phytochimie, plantes médicinales. Paris: Lavoisier-techniques et Documentation. 1120 p.

31. **BURT, S. (2004).** Huiles essentielles : Leurs propriétés antibactériennes et applications potentielles dans les aliments : *Une revue. Int. J. Microbiol Alimentaire. 94, 223–253.*
32. **Burt, S. A., & Reinders, R. D. (2003)**. Antimicrobial activity selected plant essential oils against Escherichia coli O157:H7. Letters in Applied Microbiology, 36, 162–167.
33. **Candan F., Unlu M., Tepe B., Dferera D., Polissiou M., Sokmen A., Akpulat H. A., (2003)**. Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of Achillea millfoliumsubsp. Millefolium Afan. (Asteraceae). J Ethnopharmacol, 87: 216- 220.
34. **Cetin-Karaca H.; Newman M. C. (2018)**.Antimicrobial Efficacy of Phytochemicals against Bacillus Cereus in Reconstituted Infant Rice Cereal. *Food Microbiol*.69, 189–195. doi: 10.1016/j.fm.2017.08.011.
35. **Chakraborty B.; Nath A.; Saikia H.; Sengupta, M. (2014)**. Bactericidal Activity of Selected Medicinal Plants against Multidrug Resistant Bacterial Strains from Clinical Isolates. Asian Pac. J. Trop. 7, S435–S441. doi: 10.1016/S1995-7645(14)60271-6.
36. **Charles D. J. (2013)**. Antioxidant properties of spices, herbs and other sources in ginger, *Journal of food chemistry* 235- 245 p.
37. **Charles, D. J. (2013)**. Antioxidant properties of spices, herbs and other sources: Springer *Science &Business Media*.
38. **Christelle H. (2010)**. le curcuma de l'épice au médicament. Thèse doctorat université Henri Poincare Nancy: 17.18.
39. **Citronberg, J.; Bostick, R.; Ahearn, T.; Turgeon, D.K.; Ruffin, M.T.; Djuric, Z.; Sen, A.; Brenner, D.E.; Zick, S. M. (2013)**. Effects of ginger supplementation on cell-cycle biomarkers in the normal-appearing colonic mucosa of patients at increased risk for colorectal cancer: Results from a pilot, randomized, and controlled trial. *Cancer Prev*. Res. 6, 271–281. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
40. **Conner, D.E (1993)**. Naturally occuring compounds.In P.Davidson et Branen A. L. (Eds.), Antimicrobials in foods (pp.441-468). New York: Marcel Dekker, Inc…
41. **Conner, DE (1993)**. Composés naturels. Dans P. Davidson & AL Branen (Eds.), Les antimicrobiens dans les aliments (pp. 441–468). New York : Marcel Dekker, Inc.Constantine. P 8.
42. **Coor. Guilland J.C., Herbeth B., & Le Moel G. (2007)**. Cahier de formation Biologie médicale N°38, Les vitamines. EGOPRIM, Paris. ISBN : 2-913633-49-8. pp : 29-36 ; 49-60 ; 176-181 ; 200-201.

43. **Coordination Branger A., Richer M-M., et Roustel S. (2007)**. Alimentation et processus technologiques éd : Educ agri éditions, Dijon ISBN : 987-2-8444-599-9. pp : 103-116 ; 186-194.
44. **Corry J.E.L. et *al.* (2003)**. Handbook of Culture Media for Food Microbiology: Hektoen Enteric (HE) agar.
45. **Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F., & Oliveira, W. P. (2014)**. Clove (*Syzygium aromaticum*): aprecious spice. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(2), 90-96. - Cowan, M. (1999).Plant products as antimicrobial agents. Clin. Microbiol. Reviews, 12, 564-582.
46. **Cox, S. D., Mann, C. M., Markham, J. L., Bell, H. C., Gustafson, J. E., Warmington, J. R., et al. (2000)**. The mode of antimicrobial action of the essential oil of Malaleuca alternifolia (tea tree oil). Journal of Applied Microbiology, 88, 170–175.
47. **Daglia, M., (2012)**. Polyphenols as antimicrobial agents. Curr. Opin. Biotechnol., 23(2): 174- 81.
48. **De Azerêdo G.A., De Figueiredo R.C.B.Q., De Souza E.L. et al. (2012)**. Changes in Listeria monocytogenes induced by Origanum vulgare L. and Rosmarinus officinalis L. essential oils alone and combined at subinhibitory amounts. *Journal of Food Safety*, ; 32 ; 226-35.
49. **Debuigne G., Couplan F., Vignes P., Vignes D. (2009)** Petit Larousse des plantes médicinales. Paris : Larousse, 383p.
50. **Delaquis, P. J., Stanich, K., Girard, B., & Mazza, G. (2002)**. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74, 101–109.
51. **Delaveau P. (1987)**. Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates Et condiments.Paris : Albin Michel, p.130-136.
52. **Delaveau P. (1987)**. Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates Et condiments.Paris : Albin Michel, p.130-136.
53. **Didry, N., Dubreuil, L., et Pinkas, M. (1993)**. Activité microbienne du thymol, du carvacrol et de l'aldehyde sinnamique seul ou associés. Pharmazi, 48, 301-308.
54. **Ding S. H., An K. J., Zhao C. P . Li Y., Guo Y. H., Wang Z. F., (2012)**. Effects of drying methods on volatiles of Chinese ginger (Zingiber officinale Roscoe), *Journal of Food and bio products processing*, 90, 515-524 p.

55. **Diniz do Nascimento,L. et al.,(2020)**. Bioactive Natural Compounds and Antioxidant Activityof Essential Oils from Spice Plants: *New Findings and Potential Applications* , Biomolecules, vol. 10, no 7, p. 988, juill. 2020, doi: 10.3390/biom10070988.
56. **Direction Européenne de la qualité du médicament et soins de santé DEQM(2013)**. Pharmacopée Européenne 8.0. Tome I. 8è édition. Strasbourg : Conseil de l'Europe, 1568p.
57. **Dobler,D. ; Runkel, F. et Schmidts,T. (2020)**. Effect of essential oils on oral halitosis.
58. **Dohare P., Garg U. (2008)**. Neuroprotective efficacy and therapeutic window of curcuma oil: in rat embolic stroke model. BMC Complement Altern Med: 8-55.
59. **Dossou J. Soulé I. Montcho M. (2007)**. Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la tomate locale produite à partite échelle au Bénin pp. 119-125.
60. **Duhan, A. B. M., Chauhan, D., & Kapoor, A. C. (1989)**. Phytic acid contents of chickpea and black gram. Varietal difference and effect of domestic processing and cooking methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49, 449–455.
61. **El-Chaghaby GA., Ahmad AF., Ramis ES. (2014)**. Evaluation des propriétés antioxydantes et antibactériennes de différents extraits solvants de feuilles d'Annona squamosa L. *Journal arabe de chimie*, 7, 227233.
62. **Elhaib, A. (2011)**. Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformation catalytique [thèse] Toulouse : Université de Toulouse.
63. **Escuder O. (2007)**. Plantes médicinales mode d'emploi. Paris : Ulmer, 255p.
64. **Estevez M, Ramirez R, Ventanas S, Cava R (2007)**. Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pate. LWT-Food Sci Technol 40:58–65.
65. **Faivre Cl., Lejeune R., Staub H., Goetz P. (2006) :** Zingiber officinal Roscoe, Phytotherapie, Saunders Company Limited 16 th. Edition, London. Monographie médicalisée 2, 99-102 p.
66. **FAO (2007)**. Les bonnes pratiques d'hygiène dans la préparation et la vente des aliments de rue en Afrique : Outils pour la formation. Repéré.
67. **Fatma B., Hanadi Z. et Esma H. (2022)**. Etude des activités antimicrobiennes de l'huile essentielle de la plante Syzygium aromaticum. Université Frères Mentouri Constantine I.

68. **Faucon M. (2012)**. Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements & aide à la prescription : monographies : huiles essentielles, huiles végétales, hydrolats aromatiques. Paris : Sang de la Terre et Médical, 879p.
69. **Faucon M. (2012)**. Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements & aide à la prescription : monographies : huiles essentielles, huiles végétales, hydrolats aromatiques. Paris : Sang de la Terre et Médical, 879p.
70. **Fichi G., Giovanelli F. ; Otranto D. & S. Perrucci, (2007)**. Efficacy of an essential oil of Eugenia caryophyllata against Psoroptes cuniculi. Exp. Parasitol., 115, 168-172.
71. **Fuinel G. (2002)**. Plantes de vie. Du corps et de l'esprit ; Edition Fernand Lanore ; pp32-34.
72. **Gagnon A-C., Groleau P., Korsia-Meffre S. *et al. (*2010)**. Le guide des plantes qui soignent. Issy-les-Moulineaux : Vidal ; 465p.
73. **Gigon F. (2012)**. Le gingembre, une épice contre la nausée, Phytothérapie, 10, 87–91 p. Ginseng. Copyright: All right reserved 85p.
74. **Goetz P. And Le Jeune R. (2010)**. *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (*Myrtaceae*) Giroflier. Phytothérapie 8:37-43
75. **Grünwald J., Jänicke C., Wobst B. et al. (2006)**. Guide de la phytothérapie. Paris : Marabout, 2006, 416p.
76. **Gul, P., & Bakht, J. (2013)**. Antimicrobial activity of turmeric extract and its potential use in food industry. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 2272–2279. doi:10.1007/s13197-013-1195-4.
77. **Gul, P., Bakht, J. (2015)**. Antimicrobial activity of turmeric extract and its potential use in food industry. J Food Sci Technol 52, 2272–2279. Https://doi.org/10.1007/s13197-013-1195
78. **Gupta, R., Balasubramaniam, V. M., Schwartz, S. J., & Francis, D. M. (2010)**. Storage Stability of Lycopene in Tomato Juice Subjected to Combined Pressure−Heat Treatments. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(14), 8305–8313. Doi: 10.1021/jf101180c.
79. **Guran H., Oksuztepe S., Coban G., et Incili O. E. (2016)**. Influence of different essential oils on refrigerated fish patties produced from bonito fish (Sarda sarda Bloch, 1793). *Czech Journal of Food Sciences*, 33(No. 1), 37–44. doi:10.17221/188/2014-cjfs.

80. **Gutiérrez-del-Río I.; Fernández, J.; Lombó, F. (2018)**. Plant Nutraceuticals as Antimicrobial Agents in Food Preservation: Terpenoids, Polyphenols and Thiols. Int. J. Antimicro. Ag.52, 309–315. In press. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2018.04.024.
81. **Hadj Saadoun J.; Levante A.; Marrella M.; Bernini V.; Neviani E.; Lazzi, C. (2022)**. Influence of Processing Parameters and Natural Antimicrobial on Alicyclobacillus acidoterrestris and Clostridium pasteurianum Using Response Surface Methodology. Foods, 11, 1063. https://doi.org/10.3390/ foods11071063.
82. **Han J.H., Patel D., Kim J.E. et al. (2014)**. Retardation of Listeria Monocytogenes Growth in Mozzarella Cheese Using Antimicrobial Sachets Containing Rosemary Oil and Thyme Oil. *Journal of Food Science*; 79(11); 2272-8.
83. **Han, S.; Yang, Y. (2005)**. (Antimicrobial activity of wool fabric treated with curcumin. Dyes Pigm, 64, 157–161. [CrossRef].
84. **Hatcher, H.; Planalp, R.; Cho, J.; Torti, F.; Torti, S. (2008)**. Curcumin: From ancient medicine to current clinical trials. Cell. Mol. Life Sci, 65, 1631–1652. [CrossRef].
85. **Helander, I. M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., et *al*. (1998)**. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3590–3595.
86. **Ho, S.; Chang, K.; Lin, C. (2013)**. Anti-neuroinflammatory capacity of fresh ginger is attributed mainly to 10-gingerol. Food Chem. 141, 3183–3191. [Google Scholar] [CrossRef].
87. **Huis in't Veld, J. H. J. (1996)**. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 1–18. doi:10.1016/0168-1605(96)01139-7 10.1016/0168-1605(96)01139-7.
88. **Irene Wainaina, Elizabeth Wafula, Daniel Sila, Clare Kyomugasho, Tara Grauwet, Ann Van Loey, Marc Hendrickx, (2021).** Thermal treatment of common beans (Phaseolus vulgarisL): Factors determining cooking time and its consequences for sensory and nutritional quality . Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, (), –. doi:10.1111/1541 4337.12770.
89. **James I. F. & Kuipers B. (2003)**. La conservation des fruits et légumes. Ed Agrobok 3. STOAS Digrafi, Wageningen, Pays Bas. ISBN: 90-77073-32-9. pp: 8-14; 20-24. Kambale Valimunzigha C. (2006). Étude du comportement physiologique et

agronomique de la tomate (Solanum lycopersicum L.) en réponse à un stress hydrique précoce. Ed. Presses universitaires de Louvain. ISBN : 978-2874-6304-53. pp : 31-34.

90. **Jansen P. C. M., Grubben G. J. H., Cardon D. (2005)**. Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 3. Colorants et tanins. Wageningen. Pays-Bas : PROTA : 238.
91. **Jean Guillaume (2010)**. Ils ont domestiqué plantes et animaux : Prélude à la civilisation, Éditions Quæ, 456 p.
92. **Jean Guillaume (2010)**. Ils ont domestiqué plantes et animaux : Prélude à la civilisation, Éditions, 456 p.
93. **Jiang Y., Wu N., Fu Y-J. et *al.* (2011)**. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 32; 63-8 216.
94. **Kamatou, G. P., Vermaak, I., & Viljoen, A. M. (2012)**. Eugenol from the remote Maluku Islands to the international market place: a review of a remarkable and versatile molecule. Molecules, 17(6), 6953-6981.
95. **Karapinar, M., et Aktung, S. E. (1987)**. Inhibution of foodborne pathogens. *Journal of food microbiology*, 4. 161-166.
96. **Karuppiah P.; Rajaram, S. (2012)**. Antibacterial Effect of Allium Sativum Cloves and Zingiber Officinale Rhizomes against Multiple-Drug Resistant Clinical Pathogens. Asian Pac. J. Trop. Biomed.8, 597–601. DOI: 10.1016/S2221-1691(12)60104-X.
97. **Kaur, S.; Modi, N.H.; Panda, D.; Roy, N. (2010)**. Probing the binding site of curcumin in Escherichia coli and Bacillus subtilis FtsZ–a structural insight to unveil antibacterial activity of curcumin. Eur. J. Med. Chem, 45, 4209–4214. [CrossRef]
98. **Khellaf, Nour el houda (2011)**. Effet des propriétés physicochimiques et du pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de Zingiber officinale « Formes Fraiche et Séchée ».
99. **Kim, J., Marshall, M. R., & Vei, C. (1995)**. Antimicrobial activity of some essential oil components against Wve foodborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 2839–2845.
100. **Kuete, V., (2017)**. Chapter 29 *Syzygium aromaticum* Medicinal Spices and Vegetables from Africa (pp. 611-625): Academic Press.
101. **Kumar, N. V.; Murthy, P. S.; Manjunatha, J. R.; Bettadaiah, B. K.(2014)**. Synthesis and quorum sensing inhibitory activity of key phenolic compounds of ginger and their derivatives. Food Chem. 159, 451–457. [Google Scholar] [CrossRef].

102. **Lambert R. I., Skandamis, Coote P. N., et Nychas, G. JE. (2001)**. Une étude de la concentration minimale inhibitrice et du mode d'action de l'huile essentielle d'origan, du thymol et du carvacrol. *J. Appl. Microbiol. 91, 453–462.*

103. **Larousse (2013)**. des plantes médicinales. Paris : Larousse, 335p.

104. **Lathrop, P. J.; Leung, H. K. (1980)**. Rates of ascorbic acid degradation during thermal processing of canned peas. *J. Food Sci*., 45, 152-153.

105. **Lorient D. (1998)**. Modifications biochimiques des constituants alimentaires. Techniques de l'ingénieur. F3400.ISTRA IN. Paris. 20 p.

106. **Ma, T. J., & Lan, W. S. (2015)**. Effects of non-thermal plasma sterilization on volatile components of tomato juice. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(12), 3767–3772. doi:10.1007/s13762-015-0796-z 10.1007/s13762-015-0796-z.

107. **Mahady G.B., Pendland S.L., Stoia A. et al. (2005)**. In vitro susceptibility of Helicobacter pylori to botanical extracts used traditionally for the treatment of gastrointestinal disorders. Phytotherapy Research; 19 ; 988-91 [76].

108. **Maheshwari, R.K., Singh, A.K., Gaddipati, J., Srimal, R.C. (2006)**. Multiple biological activities of curcumin: A short review. Life Sciences, natureceuticals (natural products), nutraceuticals, herbal botanicals, and psychoactives: drug discovery and drug-drug interactions 78, 2081–2087. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2005.12.007.

109. **Mahyari S., Mahyari B., Emami S. A. et *al*. (2016)**. Evaluation of the efficacy of a polyherbal mouthwash containing Zingiber officinale, Rosmarinus officinalis and Calendula officinalis extracts in patients with gingivitis: A randomized double-blind placebo-controlled trial. Complementary Therapies in Clinical Practice; 22 ; 93- 8.

110. **Makhloufi A. (2010)**. Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (matricaria pubescens (desf.) Et Rosmarinus officinalis l) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru ; thèse de doctorat ; université d'Aboubaker belkaid.

111. **Mawuena Gott'liee Goka, Marie Dufrechou,Pierre picouet et Yaovi Ameapoh (2021)**. Evaluation des caractéristiques microbiologiques et phytochimiques de la purée de tomatelocale'Solanum lycopersicum'produite à petite échelle au

Togo.Vol. 15(8) pp. 304-3112. *Doi :* 10.5897/*AJFS2019*.1862.56F620067475. ISSN : 1996-0794Copyright©2021.

112. **Mazerolles, C. (2008)**. Giroflier.http://www.labohevea.com/fiche_produit.php langue =FR&id=GIR001.

113. **Mejholm, O., & Dalgaard, P. (2002)**. Antimicrobial eVects of essential oils on the seafood spoilage microorganism Photobacterium phosphoreum in liquid media and Wsh products. Letters in Applied Microbiology, 34, 27–31.

114. **Meng Z., Doyle SH., Joseph SW., (1998)**. Antibiotic resistance of Escherichia coli O157: H7 and O157: NM isolated from animals, food, and humans. *J Food Protect 61:1511–1514*.

115. **Minich D. M., Bland J. S., Katke J. et *al*. (2007)**. Clinical safety and efficacy of NG440 a novel combination of rho iso-alpha acids from hops, rosemary, and oleanolic acid for inflammatory conditions. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 85; 872-83.

116. **Monette S. (1989)**. Dictionnaire Encyclopédique des aliments, CollectionSanté Dictionnaire, Editions Québec, Amérique, p.233.

117. **Mounia Oussalah, Stéphane Caillet, Linda Saucier, Monique Lacroix (2007)**. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E. coli O157:H7, Salmonella Typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. , 18(5), 0–420. doi:10.1016/j.foodcont.2005.11.009.

118. **Muhialdin, Belal J., Kadum, Hana, Fathallah, Salahaldin, Meor Hussin, Anis Shobirin (2020)**. Metabolomics profiling and antibacterial activity of fermented ginger paste extends the shelf life of chicken meat. LWT, (), 109897–. doi:10.1016/j.lwt.2020.109897.

119. **Mulholland, B. J., Edmondson, R. N., Fussell, M., Basham, J., & Ho, L. C. (2003)**. Effects of high temperature on tomato summer fruit quality. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 78(3), 365374.* doi:10.1080/14620316.2003.1151163310.1080/14620316.11511633

120. **Murcia, M. A., Lopez-Ayerra, B., Martinez-Tome, M., Vera, A. M., Garcia-Carmona, F., (2000)**. Evolution of ascorbic acid and peroxidase during industrial processing of broccoli. J. Sci Food Agric., 80, 1882-1886.

121. **Nagoshi C., Shiota S., Kuroda T., Hatano T., Yoshida T., Kariama R., Tsuchya T. (2006)**. Synergistic effect of 10-gingerol and aminoglycosides against vancomycinresistant enterococci (VRE). Biol Pharm Bull, 29(3): 443-447.

122. **Nandkangre, H., Ouedraogo, M., & Sawadogo, M. (2015)**. Caractérisation du système de production du gingembre (Zingiber officinal Rosc.) au Burkina Faso : Potentialités, contraintes et perspectives. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2), 861. doi:10.4314/ijbcs.v9i2.25.

123. **Nielsen, P. V., & Rios, R. (2000)**. Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *International Journal of Food Microbiology*, 60, 219–229.

124. **Nile, S.H.; Park, S.W., (2000)** Chromatographic analysis, antioxidant, anti-inflammatory, and xanthine oxidase inhibitory activities of ginger extracts and its reference compounds. Ind. Crop. Prod.70, 238–244. [Google Scholar] [CrossRef].

125. **Niyukuria J., Sindayikengeraa S., Nteziryayoa V., Karikurubua J. F., Muvunyi R., Hafashimana A. (December 5, 2022)**. Potential of indigenous plants seed extracts of Anisophyllea boehmii and Aframomum sanguineum from Burundi to protect against oil oxidation. *Journal brésilien de biologie*, vol. 82, e268209 p6.

126. **Nout R., Hounhouigan J. D., & Van Boekel T. (2003)**. Les aliments : Transformation, Conservation et Qualité. Backhuys Publishers CTA, printed in Germany. ISBN : 90-5782-124-9. pp : 3-9 ; 15-22 ; 50 ; 90 ; 141-184.

127. **Oğuzhan Yildiz, Pinar (2015)**. Effect of Essential Oils and Packaging on Hot Smoked Rainbow Trout during Storage. *Journal of Food Processing and Preservation, 39(6), 806–815. doi:10.1111/jfpp.12291*.

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

129. **Ok S., Jeong W.S. (2012)**. Optimization of Extraction Conditions for the 6-Shogaol-rich extract from Ginger (Zingiber officinal Roscoe), *Previsional and Nutritional Food Sciences*, 17, 166-171 p.

130. **Okonta JM, Uboh M, Obonga WO. (2008)**. Herb-drug interaction: A case study of effect of ginger on the pharmacokinetic of metronidazole in rabbit. Indian. Pharm. Sci., 70: 230- 242.

131. **Olsen S. J., MacKinnon L.C., Goulding J. S., Bean, N.H. et Slutsker L. (2000)**. Surveillance des éclosions de maladies d'origine alimentaire-États-Unis 1993–1997. MMWR CDC Surveillance Summaries, 49 (n° SS-1), 1–64.

132. **Oluwatuyi M., Kaatz G.W., Gibbons S. (2004)**. Antibacterial and resistance modifying activity of Rosmarinus officinalis. Phytochemistry; 65 ; 3249-54 [79].

133. **Orr, Martha Louise; Watt, Bernice K. (1972)**. Losses of vitamins and trace minerals resulting from processing and preservation of foods. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 25(7), 647–648. doi:10.1093/ajcn/25.7.647a.

134. **Ravindran P. N., Nirmal Babu K., Sivaraman K., Turmeric (2007)**.The genus Curcuma, CRC Press, (lire en ligne [archive]), p. In Sounakeeya Atharva Veda Samhita (an ancient treatise on Ayurveda), turmeric powder is proposed for dry massage in Hridroga (cardiac complaints).

135. **Panda H. (2005)**. Aromatic Plants Cultivation, Processing And Uses, Asia Pacific Business Press.

136. **Pandhare GR, Satwase AN, Jaju RH and Awalgaonkar GS (2018)**. Effect of natural preservatives on pineapple juice. *J Pharmacogn Phytochem*;7(4):746-750.

137. **Perreten V. G., Schuler-schmid N. U., Teuber M. (1998)**. Antibiotic resistance genes in coagulase-negative Staphylococci isolated from food. Syst Appl Microbiol 21:113–120.

138. **Perry M. C. (2008)**. Evaluation de la curcumine comme agent anti-cancéreux dans le Traitement des tumeurs cérébrales. Mémoire : Chimie : Montréal.

139. **Petit, J. Y., Kamal H., et Wirquin E., (2008)** Methodology to Couple Time-Temperature Effects on Rheology of Mortar, Title no. 105-M39.

140. **Pezeshk S., Rezaei M., Hosseini H. (2011)**. Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuumpackaged rainbow trout stored at 4 ± 1 °C. *J Food Sci 76*:387–39.

141. **Pisoschi A. M., Pop A.; Georgescu, C.; Turcuș, V.; Olah, N. K.; Mathe, E. (2018)**. An Overview of Natural Antimicrobials Role in Food. *Eur. J. Med*. Chem. 143, 922–935. DOI: 10.1016/ j.ejmech.2017.11.095.

142. **Prasad S., Tyagi A. K., (2015)**. Ginger and Its Constituents: Role in Prevention and Treatment of Gastro intestinal Cancer, Gastroenterology Research and Practice, 1-11p.

143. **Racoti, Anca, Buttress, Adam J., Binner, Eleanor, Dodds, Chris, Trifan, Adrian, Calinescu, Ioan (2017)**. Microwave assisted hydro-distillation of essential oils from fresh ginger root (Zingiber officinale Roscoe). *Journal of Essential Oil Research*, (), 1–10. doi:10.1080/10412905.2017.1360216.

144. **Rai, D.; Singh, J.K.; Roy, N.; Panda, D. (2008)**. Curcumin inhibits Fts assembly: An attractive mechanism for its antibacterial activity. Biochem. J., 410, 147–155. [CrossRef] [PubMed]

145. **Rameau. J.C et Dumé G. (2008)**. Flore forestière française: Région méditerranéenne ; Edition Forêt privée française ; pp 897.

146. **Rana Pratap Singh et Jain D.A. (2011)**. Evaluation of Antimicrobial activity of Volatile Oil and total Curcuminoids extracted from *Turmeric.Institute of Pharmaceutical Science & Research Center*, Bhagwant University, Ajmer (Rajasthan)-305004, India.Vol. 3, No.3, pp 1172-1178.

147. **Ranaivosoa E. F., (Novembre 2003)**. Essais de culture de Gingembre dans la région de Sambirano et mise en place d'un procédé industriel d'extraction de son oléorésine par différents types de solvants azéotropiques : Cas de la société BIOLANDES MADAGASCAR, Mémoire de fin d'étude, ESSA, département Industries Agricoles, Novembre 2003, 133 pages.

148. **Ranoarisoa, K. M. (2012)**. Evolution historique et Etat des lieux de la filière girofle à Madagascar.

149. **Rasooli I., Fakoor M. H., Yadegarinia D. et *al*. (2008)**. Antimycotoxigenic characteristics of Rosmarinus officinalis and Trachyspermum copticum L. essential oils. *International Journal of Food Microbiology* ; 122 ; 135-9

150. **Raynaud J., Blanchet J-M. (2006)**. Prescription et conseil en aromathérapie. Paris : Tec & Doc, 247p.

151. **Reineke, Kai; Schottroff, Felix; Meneses, Nicolas; Knorr, Dietrich (2015)**. Sterilization of liquid foods by pulsed electric fieldsâ€"an innovative ultra-high temperature process. Frontiers in Microbiology, 6(), –. doi:10.3389/fmicb.2015.00400.

152. **Rejsek F. (2002)**. Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. Ed CRDP, Aquitaine. France. 358 p.

153. **Rhayour, K. (2016)**. Etude du mécanisme de l'action bactiricide des huiles essentielles sur *Esherichia coli*, *Bacillus subtiliset* sur *Mycobactirium phleiet, Mycobacterium fortuitum* thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat National.

154. **Sabulal A. B., Dan M. B., Anil John A. Ja., Kurup R. A., Pradeep N. S. C., Valsamma R. K. C., George V. (2006)**. Caryophyllene-rich rhizome oil of Zingiber nimmonii from South India: Chemical characterization and antimicrobial activity. Phytochem, 67: 2469–2473.

155. **Schwertner, H. A., & Rios, D. C. (2007)**. High-performance liquid chromatographic analysis of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, and 6-shogaol in ginger-containing dietary supplements, spices, teas, and beverages. Journal of Chromatography B, 856(1-2), 41–47. doi:10.1016/j.jchromb.2007.05.011 10.1016/j.jchromb.2007.05.011.

156. **Shahide N. (2016)**. Valeurs thérapeutique de curcuma. Laboratoire phytomisan France.

157. **Shin S. (2003)**. Anti-Aspergillus activities of plant essential oils and their combination effects with ketoconazole or amphotericin B. Archives of Pharmacal Research; 26(5) ; 389-93.

158. **Shlar I., Poverenov E., Vinokur Y., Horev B., Droby S., Rodov V., (2015).** High-throughput screening of nanoparticle-stabilizing ligands: Application to preparing antimicrobial curcumin nanoparticles by antisolvent precipitation. *Nanomicro Lett. 7*, 68–79. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]

159. **Siddiqua, S., Anusha, B. A., Ashwini, L. S., & Negi, P. S. (2014)**. Antibacterial activity of cinnamaldehyde and clove oil: effect on selected foodborne pathogens in model food systems and watermelon juice. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5834–5841. doi:10.1007/s13197-014-1642-x.

160. **Sivropoulou A., Papanikolaou E., Nikolanou C., Kokkini S., Lanaras T., & Arsenakis, M. (1996)**. Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44, 1202–1205.

161. **Smid E. J., Gorris LGM (1999)**. Natural antimicrobials for food preservation. *In: Rahman MS (ed) Handbook of food preservation*. Marcel Dekker, New York, pp 285–308.

162. **Soares I. H., Loreto É. S., Rossato L. *et al. (*2015).** In vitro activity of essential oils extracted from condiments against fluconazole-resistant and -sensitive *Candida glabrata*. *Journal de Mycologie Médicale*; 25; 213-7.

163. Sokmen A., Sokmen N., Daferera D., Polissiou M., Candan F., Unlu M., Akpulat A. (2004). The in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and

methanol extracts of Achillea biebersteini afan. (Asteraceae). Phytother Res, 18: 451-456.

164. **Sonam K. S., & Guleria S. (2017)**. Synergistic antioxidant activity of natural products. *Annals of Pharmacology and Pharmaceutics*, 2(8), 1086.

165. **Sophie, B. (2015)**. Le giroflier : Historique, description et Utilisation de La plante et de son huile essentielle. Diplôme d'Etat de docteur : Pharmacie .Université de Lorraine, 114.pages.

166. **Staub H., Bayer L. (2013)**. Traité approfondi de phyto-aromathérapie : avec présentation de 750 huiles essentielles connues. Paris : Grancher, 685p. (Collection: Le Corps et l'esprit (Paris. 1997).

167. **Staub H., Bayer L. (2013)**. Traité approfondi de phyto-aromathérapie : avec présentation de 750 huiles essentielles connues. Paris : Grancher, 685p. (Collection: Le Corps et l'esprit (Paris. 1997).

168. **Stermitz FR, Tawara JN, Lorenz P, Zenewicz LA, Lewis K (2000)** 5′-methoxyhydnocarpin-d and pheophorbide a: berberis species components that potentiate berberine growth inhibition of resistant *Staphylococcus aureus*. J Nat Prod 63:1146–1149.

169. **Suhag, R., Dhiman, A., Deswal, G., Thakur, D., Sharanagat, V. S., Kumar, K., & Kumar, V. (2021)**. Microwave processing: A way to reduce the anti-nutritional factors (ANFs) in food grains. LWT, 150, 111960. doi:10.1016/j.lwt.2021.111960.

170. **Suk S., Kwon G. T., Lee E. Jang W. J., Yang H., Kim J. H., Thimmegowda N. R., Chung M., Kwon, J. Y., Yang S., et *al*. (2017)**. Gingerenone A, a polyphenol present in ginger, suppresses obesity and adipose tissue inflammation in high-fat diet-fed mice. Mol. Nutr. Food Res. 61, 1700139. [Google Scholar] [CrossRef].

171. **Susan D. Richardson (2003)**. Disinfection by-products and other emerging contaminants in drinking water. , 22(10), 666–684. doi:10.1016/s0165-9936(03)01003-3.

172. **Tariq, S. (2019)**. A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant *microbial pathogens*, Microb. Pathog. vol. 134, p. 103580, sept. 2019, doi: 10.1016/j. micpath.2019.103580.

173. **Tepe B., Daferera D., Sokmen A., Sokmen M., Polissiou M. (2005)**. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of Salvia tomentosa Miller (Lamiaceae). *Food chem*, 90: 333-340.

174. **Todd, E. C. D. (1989)**. Estimations préliminaires des coûts des maladies d'origine alimentaire au Canada et des coûts de réduction de la salmonellose. *Journal of Food Protection*, 52, 586–594.

175. **Townsend E.A., Siviski M. E., Zhang, Y., Xu C., Hoonjan B., Emala C. W. (2013)**. Effects of ginger and its constituents on airway smooth muscle relaxation and calcium regulation. Am. J. Resp. Cell Mol. 48, 157–163. [Google Scholar] [CrossRef]

176. **Tunç, M. T., Koca, İ. (2019)**. Ohmic heating assisted hydrodistillation of clove essential oil. Industrial Crops and Products, 111763141. doi: 10.1016 / j. indcrop.2019.111763.

177. **Van der Poel A. F. B., Gravandecl S., & Boer H. (1991)**. Effect of different processing methods on the tannin content and protein digestibility of Faba bean. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 33, 49–58.

178. **Van Vuuren S., Viljoen A. (2011)**. Plant-based antimicrobial studies-methods and approaches to study the interaction between natural products. Planta Medica; 77 ; 1168-82 [84].

179. **Van Vuuren S.F., Suliman S., Viljoen A.M. (2009**). The antimicrobial activity of four commercial essential oils in combination with conventional antimicrobials. Letters in Applied Microbiology; 48(4); 440-6.

180. **Vegara Salud, Martí, Nuria, Mena, Pedro, Saura, Domingo, Valero, Manuel (2013)**. Effect of pasteurization process and storage on color and shelf-life of pomegranate juices. LWT - *Food Science and Technology*, 54(2), 592–596. doi:10.1016/j.lwt.2013.06.022

181. **Verbois S. (2015)**. La phytothérapie: Une synthèse de référence illustrée pour découvrir les vertus et profiter des bienfaits des plantes, Editions Eyrolles, 190 pages.

182. **Vierling E. (1998)**. Aliments et boissons : technologies et aspects réglementaires (dans la série : Science des aliments) éd : Doin éditeurs ISBN : 2-7040-0818-3. pp : 89-91 ; 107-108 ; 112-119.

183. **Walstab, J.; Krueger, D.; Stark, T.; Hofmann, T.; Demir, I.E.; Ceyhan, G.O.; Feistel, B.; Schemann, M.; Niesler, B. (2013)**. Ginger and its pungent constituents non-competitively inhibit activation of human recombinant and native 5-

HT3 receptors of enteric neurons. Neurogastroent. Motil. 25, 439–447. [Google Scholar] [CrossRef]

184. **Wang S., Tan M., Zhong Z., Chen M., Wang Y. (2011)**. Nanotechnologies for curcumin: An ancient puzzler meets modern solutions. *J. Nanomater*, 1–8. [CrossRef].

185. **Wei C., Tsai Y., Korinek M., Hung P., El-Shazly M., Cheng Y., Wu Y., Hsieh T., Chang F. (2017)**. 6-Paradol and 6-shogaol, the pungent compounds of ginger, promote glucose utilization in adipocytes and myotubes, and 6-paradol reduces blood glucose in high-fat diet-fed mice. Int. J. Mol. Sci. 18, 168. [Google Scholar] [CrossRef].

186. **Wichtl M., Anton R., Lassechere-Bernard M. (2003**). Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2e éd. française (4e éd. allemande). Paris : Tec [et] Doc, 2003, 692p.

187. **He X., Bernart M. W., Lian L., Lin L. J. (1998)**. Chromatogr. 796 327

188. **Yeh, G. Y., Eisenberg, D. M., Kaptchuk, T. J., Phillips, R. S. (2003)**. Systematic Review of Herbs and Dietary Supplements for Glycemic Control in Diabetes. Diabetes Care 26, 1277–1294. https://doi.org/10.2337/diacare.26.4.1277.

189. **Yesil Celiktas O., Hames Kocabas E.E., Bedir E. et *al*. (2007)**. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of Rosmarinus officinalis, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*; 100; 553-9.

190. **Zanoni B., Pagliarini E., Giovanelli G., & Lavelli V. (2003)**. Modelling the effects of thermal sterilization on the quality of tomato puree. *Journal of Food Engineering*, 56(2-3), 203–206. Doi:10.1016/s0260-8774(02)00251-0 10.1016/s0260-8774(02)00251-0.

191. **Zeghad N. (2009)**. Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne ; thèse de magistère, université de Mentouri.

192. **Zermane A. (2010)**. Etude de l'extraction supercritique Application aux systèmes agroalimentaires ; thèse de doctorat, université de Mentouri ; Constantine. p 20.

193. **Zhang M., Viennois E., Prasad, M., Zhang, Y., Wang L., Zhang Z., Han, M. K., Xiao B., Xu C., Srinivasan S., et *al* (2015)**. Edible ginger-derived nanoparticles: A novel therapeutic approach for the prevention and treatment of inflammatory bowel

disease and colitis-associated cancer. *Biomaterials* 2016, 101, 321–340. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version].

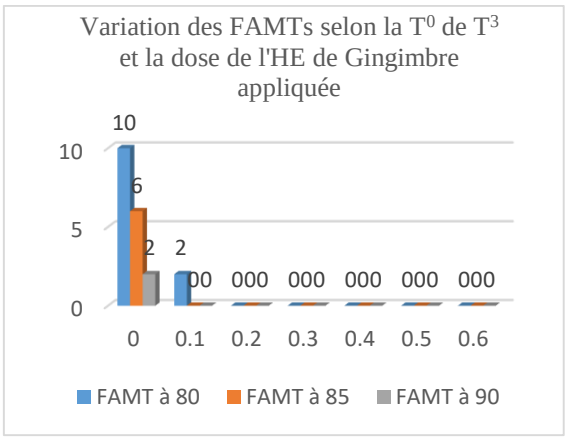
194. **Zhao P., Ndayambaje J. P., Liu, X. & Xia X. (2020).** Microbial Spoilage of Fruits: A Review on Causes and Prevention Methods. *Food Reviews International*, 122. doi:10.1080/87559129.2020.1858859 10.1080/87559129.2020.1858859downloaded on 2021-05-17.

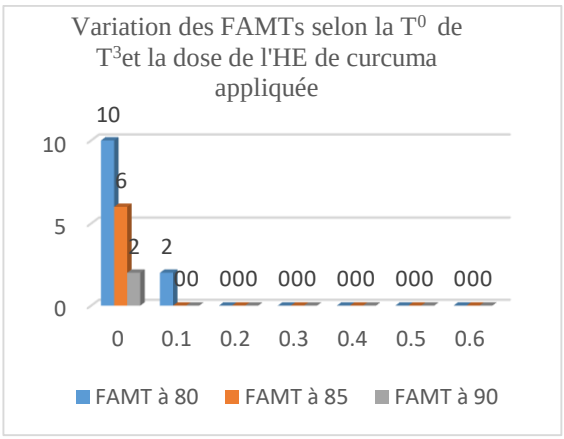
195. **Zheng Y., Liu Y., Ma M., Xu K. (2008)**. Increasing in vitro micro rhizome production of ginger (Zingiber officinale Roscoe). Acta Physiol. Plant, 30: 513- 519.

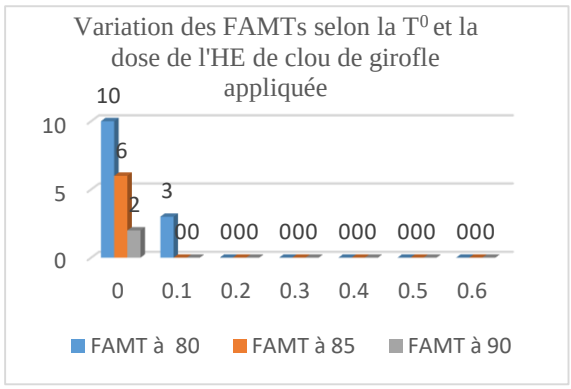
196. **Zia-ur Rehman; W.H. Shah (2005)**. Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. 91(2), 327 331. doi:10.1016/j.foodchem.2004.06.019.

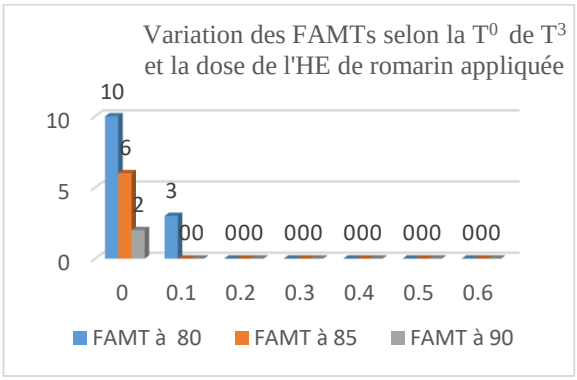
En Annexe

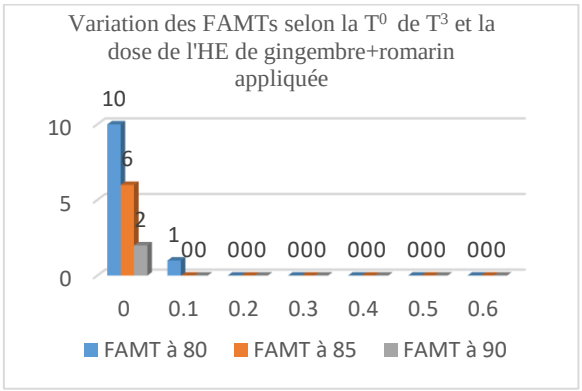
1. Variation des FAMT selon la température de traitement et le type d'extrait appliquée (1jour)

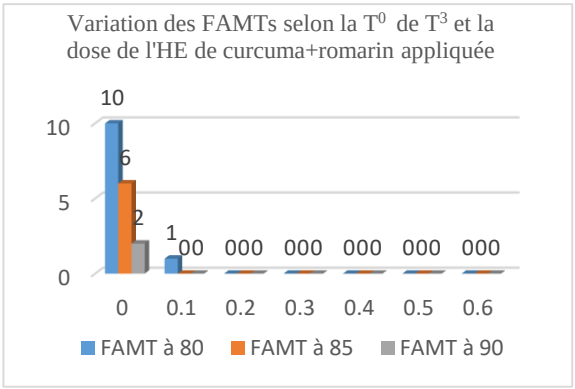

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de Gingimbre appliquée
10
10
5
0
6
2
2
00 000 000 000 000 000
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

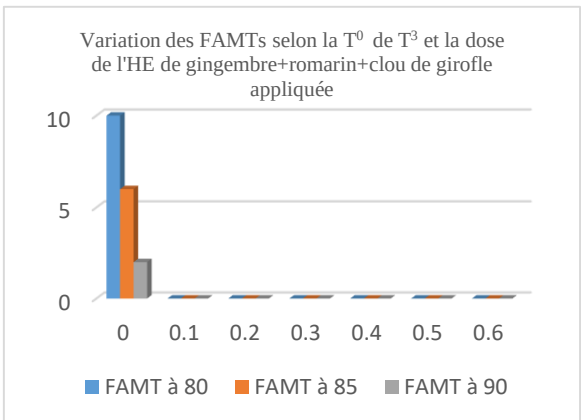

Variation des FAMTs selon la T0 de T3et la dose de l'HE de curcuma appliquée
10
10
5
0
6
2
2
00 000 000 000 000 000
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

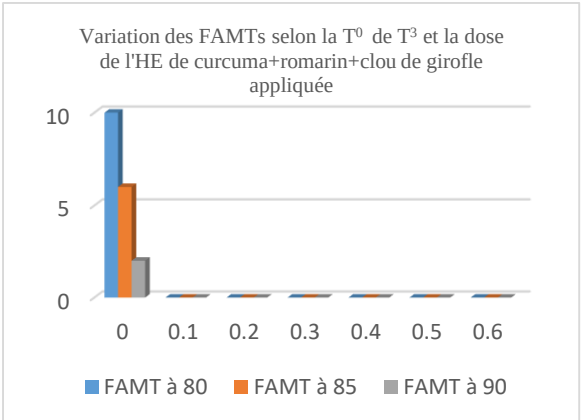

Variation des FAMTs selon la T0 et la dose de l'HE de clou de girofle appliquée
10
10
5
0
6
2
3
00 000 000 000 000 000
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

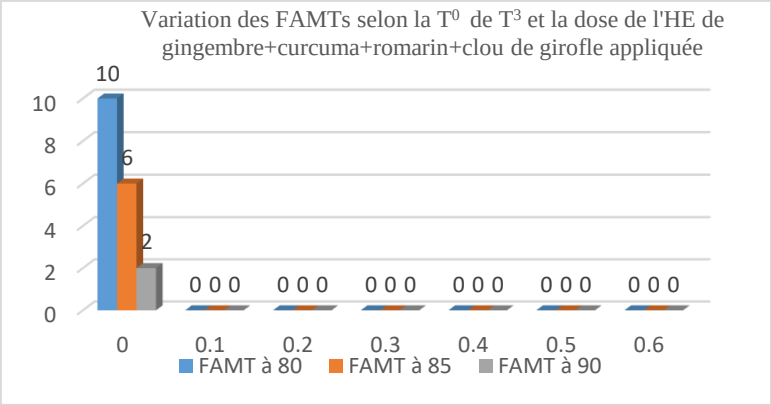

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de romarin appliquée
10
10
5
0
6
2
3
00 000 000 000 000 000
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90


Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de gingembre+romarin appliquée
10
10
5
0
6
2
1
00 000 000 000 000 000
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

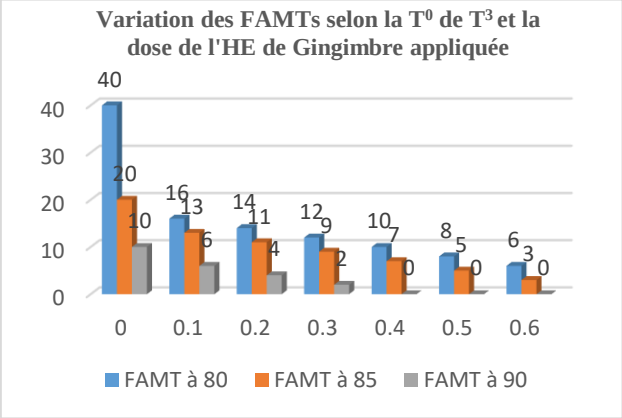

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de curcuma+romarin appliquée
10
10
5
0
6
2
1
00 000 000 000 000 000
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

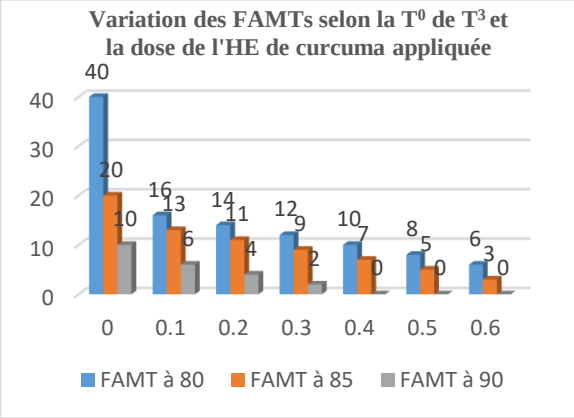

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de gingembre+romarin+clou de girofle appliquée
10
5
0
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

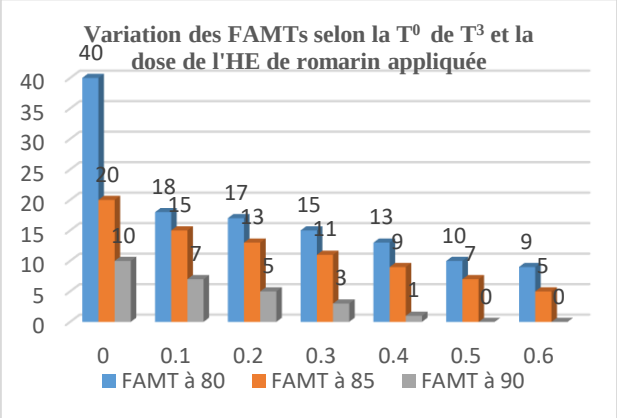

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de curcuma+romarin+clou de girofle appliquée
10
5
0
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

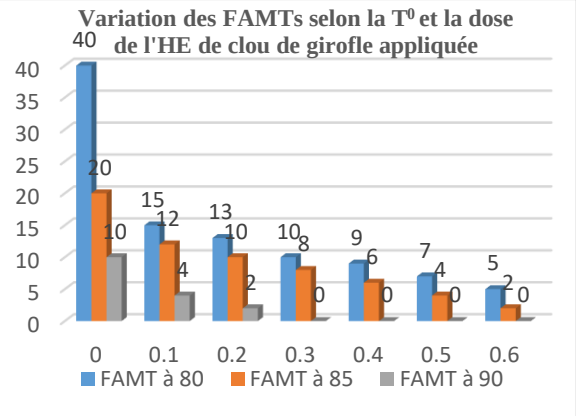

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de gingembre+curcuma+romarin+clou de girofle appliquée
10
6
2
0 0 0
0 0 0
0 0 0
0 0 0
0 0 0
0 0 0
10
8
6
4
2
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

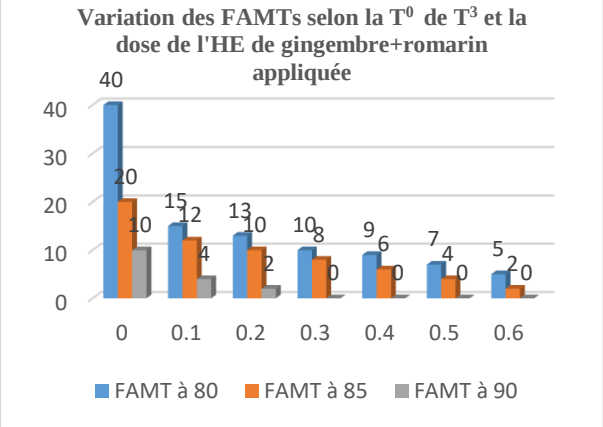
2. Variation des FAMT selon la température de traitement et le type d'extrait appliquée (6mois)

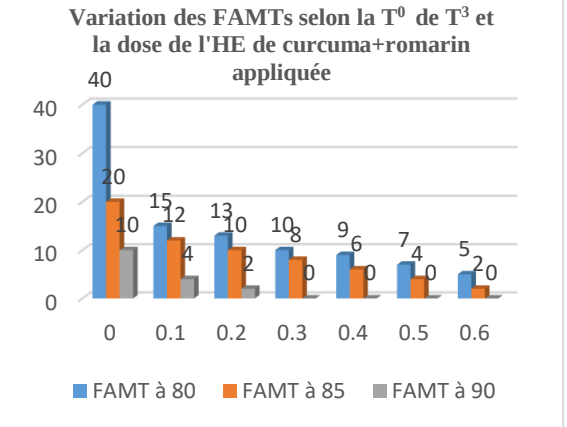


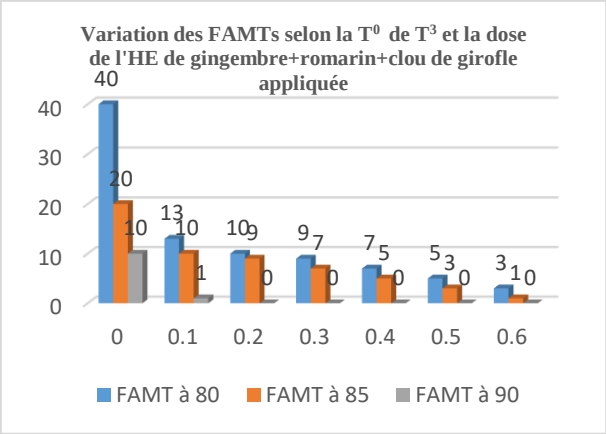


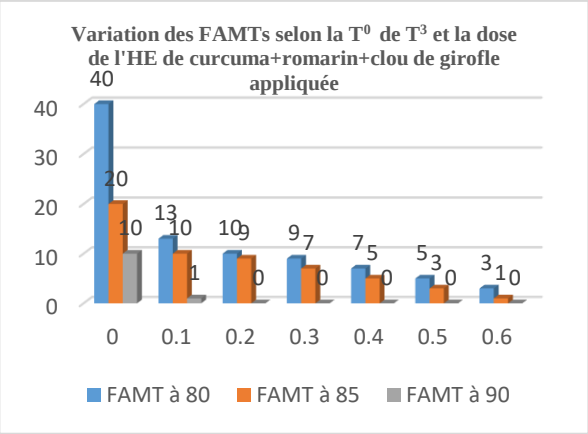


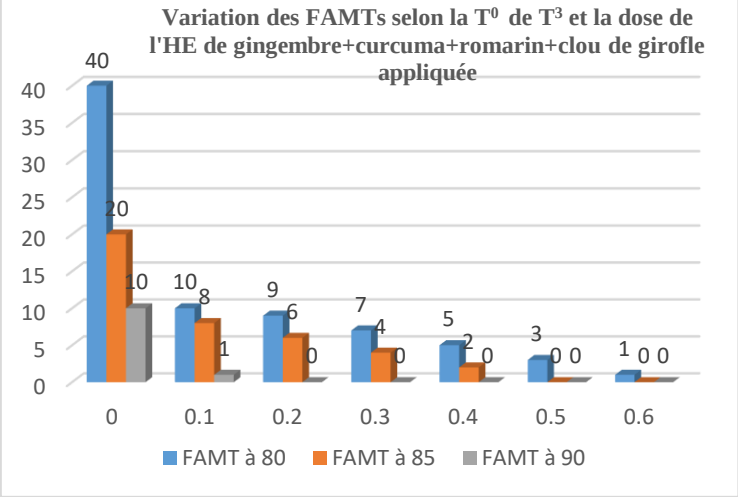




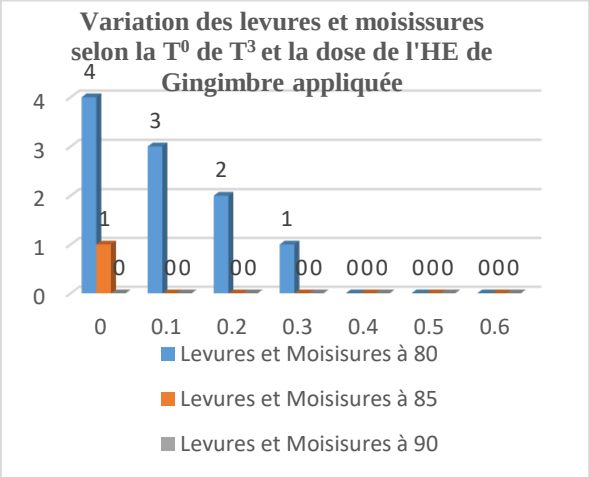


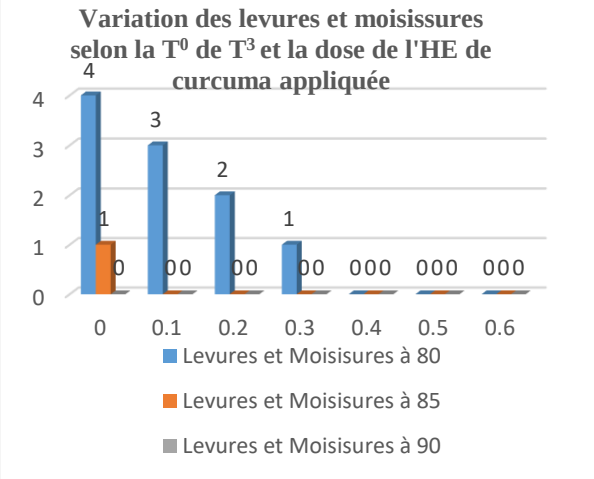

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de gingembre+romarin+clou de girofle appliquée
40
30
20
10
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

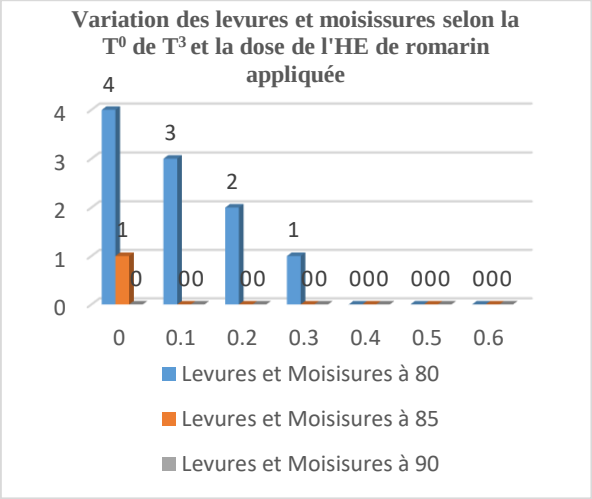

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de curcuma+romarin+clou de girofle appliquée
40
30
20
10
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

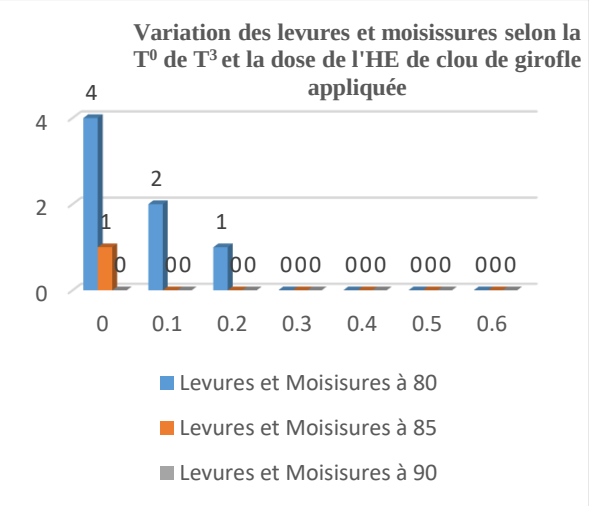

Variation des FAMTs selon la T0 de T3 et la dose de l'HE de gingembre+curcuma+romarin+clou de girofle appliquée
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
FAMT à 80
FAMT à 85
FAMT à 90

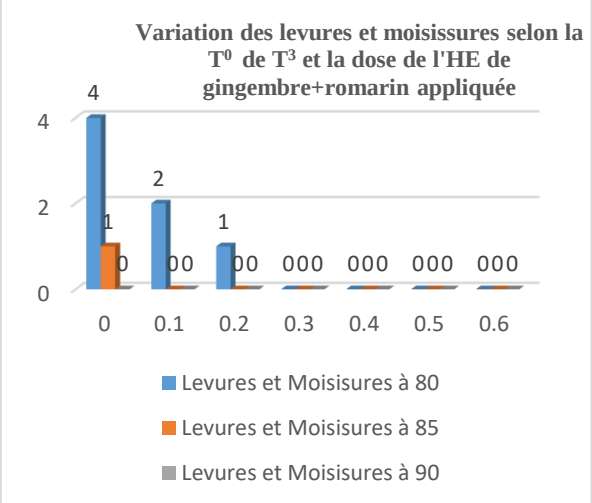
3. Variation des levures et moisissures selon la température de traitement et le type d'extrait appliqué (6mois)

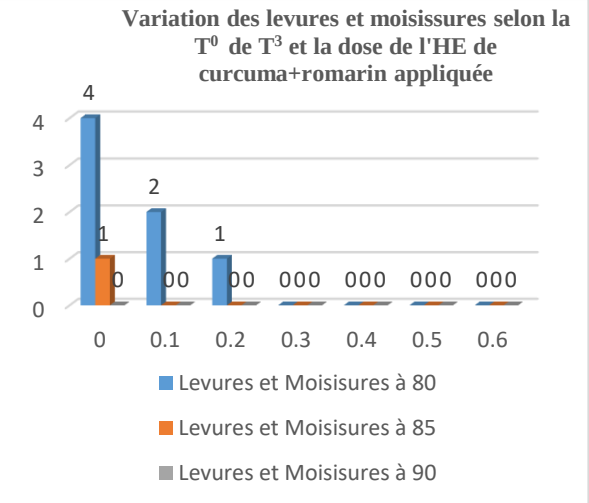












EVALUATION SENSORIELLE DE LA PUREE DE TOMATE

Grille de Cotation

Test hédonique avec un panel de 10 personnes

Les produits soumis à votre appréciation, sont des puées produites à partir des tomates dans lesquelles nous avons ajouté des différentes catégories des conservateurs.

Donnez votre appréciation quant à leur goût, odeur, couleur et texture.

Veuillez nous aider à apprécier les caractères organoleptiques des échantillons qui vous sont présentés.

La note varie de 0 à 5

ECHANTILLONS	PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES			
	Goût	Odeur	Couleur	Texture
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				