

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département des sciences alimentaires
Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Spécialité : Sécurité Agro-alimentaire et Assurance Qualité
Filière : Sciences Alimentaires
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Effet d'extraits d'Artemisia (*Artemisia herba alba*) et du Gingembre
(*Zingiber officinale*) sur quelques bactéries et moisissures indésirables
dans les denrées alimentaires

Présenté par :
BenAbdi Soumeya
Moussaoui Yassira

Devant le jury composé de :

Louni Soufiane	MAA	Université Blida 1	Président
Benmenssour Nabahet	MCB	Université Blida 1	Examinatrice
Aouess Karima	MCA	Université Blida 1	Promotrice

Année universitaire 2020 – 2021

Dédicaces

*À mes parents pour votre amour et votre
soutien inconditionnels, sans vous je ne serais
pas là aujourd'hui*

À ceux qui me sont chers

Soumia

A mon grand-père, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour que tu m'as offert, j'aurais souhaité que tu sois à mes côtés pour cet événement afin que tu vois que suis arrivée où tu désirais, qu'Allah t'accorde dans son vaste paradis.

A ma chère Maman, tous les mots ne sauraient exprimer mes reconnaissances pour ton amour, soutien, sacrifices pour moi.

A mon Papa, je te dédie ce travail pour que tu puisses trouver le fruit de ton dévouement, merci de m'épauler toujours.

A toute ma famille, et à tous qui sont chers.

Yassira

Remerciement

La réalisation de ce mémoire de fin d'étude a été possible grâce à l'aide de plusieurs personnes à qui nous tenons à exprimer notre gratitude :

*Nos remerciements s'adressent à notre promotrice, Madame **AOUESS. K** pour avoir accepté de diriger ce travail. Son soutien, ses compétences et sa clairvoyance nous ont été d'une aide précieuse.*

*On remercie sincèrement Monsieur **LOUNI SOUFIANE** de nous avoir fait le grand honneur de présider le jury chargé d'évaluer ce mémoire*

*Nous tenons également à remercier Madame **BENMENSOUR NABAHATE** de nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner notre travail.*

*Nous adressons nos remerciements à Monsieur **BENMAALEM ABDERAHMANE** et à tout le personnel de la station expérimentale sans exception pour nous avoir donné la chance de réaliser la partie expérimentale de ce travail.*

*On tient à remercier également Monsieur **TEFAHI DJAMEL** pour ces conseils, son aide et pour le partage d'expérience durant tout notre cursus universitaire*

Enfin toute notre sympathie et nos remerciements vont également à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire

Résumés

ملخص

الهدف من عملنا هو تسليط الضوء على النشاط البيولوجي المتمثل في الخاصية المضادة للميكروبات و التي تتمثل في الجمع بين مختلف المستخلصات المائية لأرتيميسيا ألبا (الشيح) وزنجبار بوسينالي(الزنجبيل) من أجل استخدامهما في عملية حفظ الأغذية بيولوجيا

وقد تم العثور على أعلى حصيللة استخراج من المياه المقطرة عن طريق عملية النقع في مستخلص الزنجبيل بقيمة 1.6 % تليها حصيللة 1.2 % لنبات الشيح.

أظهرت النتائج أن الجمع بين مختلف المستخلصات من الشيح والزنجبيل، له تأثير مضاد كبير ضد بكتيريا غرام + بقطر مثبط 6 مم و10 مم و9 مم على التوالي في حين التأثير على البكتيريا صنف غرام - بقطر مثبط 6مم في حين أن السلالة الفطرية وجدت مقاومة.

وتكشف النتائج التي تم الحصول عليها عن زيادة في النشاط المضاد للأجسام باستخدام الجمع بين المستخلصين مقارنة بنتائج استخدام كل مستخلص على حدة.

هذه الاستنتاجات تفتح آفاقا جديدة في مجال تطبيق المواد الحافظة الطبيعية التي يمكن أن تكون بديلا صالحا للحافظات الكيميائية.

كلمات مفتاحية: أرتيميسيا ألبا - زنجبار بوسينالي - مستخلص مائي - نشاط مضاد للميكروبات - حفظ حيوي

Abstract

The objective of our work is to highlight the antimicrobial activity of the combination of different aqueous extracts of *Artemisia herba alba* and *Zingiber Officinale* and their use in the process of bio-preservation of food.

The highest yield of extraction by maceration in distilled water was revealed in ginger extract with a value of 1.6% followed by a yield of 1.2% for white wormwood.

Different combinations between the extracts of the two plants were prepared (Concentration 1: Ginger 50% white wormwood 50%, Concentration 2: Ginger 75% white wormwood 25%, Concentration 3: Ginger 25% white wormwood 75%). Three bacterial strains known for their pathogenicity were tested: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* and a fungal strain *Aspergillus niger*

The agar diffusion method showed that the combination between the different extracts of white wormwood and ginger, has a considerable antibacterial effect against Gram + (*S. aureus*) with inhibition diameters of 6 mm, 10 mm and 9 mm respectively and Gram - (*P.aeruginosa.*) with an inhibition diameter of 6mm while the fungal strain of *AspergillusNiger* was found to be resistant.

The results obtained reveal an increase of the antibacterial activity by the use of the two plants compared to the results of the use of each plant individually, referring to the results obtained in the subsequent studies.

These deductions are promising and open new perspectives in the field of application of the bio-preservatives that can be a valid alternative to replace chemical preservatives.

Key Words : *Artemisia herba alba* , *Zingiber Officinale*, aqueous extract, bioconservation antimicrobial activity

Résumé

L'objectif de notre travail est de mettre en évidence l'activité antimicrobienne de la combinaison de deux extraits aqueux d'*Artemisia herba alba* et *Zingiber Officinale* en vue et leur l'utilisation le processus de la bio-conservation des aliments.

L'extraction par macération dans de l'eau distillé des deux plantes a révélé un rendement de 1.6 % pour le gingembre suivi par un rendement de 1.2% pour L'Armoise.

Différentes combinaisons entre les extraits des deux plantes ont été préparés (concentration 1 : Gingembre 50 % Artemisia 50%, Concentration 2 : Gingembre75 % Artemisia 25%, concentration 3 : Gingembre 25% Artemisia 75 %), Trois souches bactériennes connues par leurs pathogénicités ont été testées : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* Et une souche fongique *Aspergillus niger*.

La méthode de diffusion sur gélose a montré que la combinaison entre les différents extraits d'armoise et de gingembre a un effet antibactérien considérable contre *Staplylococcus aureus* avec des diamètres d'inhibition de 6 mm, 10mm et de 9 mm respectivement pour les trois concentrations réalisées. Un diamètre d'inhibition de 6mm a été enregistré pour les combinaisons un et trois contre *P.eruginosa* tandis que pour les souches *Aspergillus Niger* et *E.coli* une résistance contre ces extraits a été révélé .

Les résultats obtenus révèlent une majoration de l'activité antibactérienne par l'usage de la combinaison des deux plantes par rapport aux résultats de l'utilisation de chaque plante individuellement en se référant aux résultats obtenus dans les études ultérieures

Ces déductions sont prometteuses et ouvrent de nouvelles perspectives dans le domaine d'application des bio-conservateurs qui peuvent être une alternative valable pour remplacer les conservateurs chimiques.

Mots clés : *Artemisia herba alba* , *Zingiber Officinale*, extrait aqueux, bioconservation activité antimicrobienne

Liste des figures :

Figure 1 : les différentes méthodes de conservation des aliments.....	10
Figure 2 : Principaux groupes phénoliques d'origine végétale.....	14
Figure 3: mode d'action des extraits des plants	15
Figure 4 : <i>Zingiber officinale</i> (Roscoe)	18
Figure 5: Répartition mondiale des plantes de la famille des Zingiberaceae	19
Figure 6 : Quelques composants bioactifs de gingembre	21
Figure 7: Artemesia Herba Alba.....	22
Figure 8: Répartition mondiale des différents espèces d'Artemisia.....	23
Figure 9 : Les composants chimiques de A.Herba Alba	25
Figure 10 : Agitation de dilution d'extrait sur un agitateur magnétique	30
Figure 11: les étapes d'extraction	31
Figure 12 : Méthode d'isolement de <i>Staphylocoques aureus</i>	33
Figure 13 : Méthode d'isolement de <i>Escherichia coli</i>	35
Figure 14 : Méthode d'isolement de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	37
Figure 15: Méthode d'isolement <i>Aspergillus Niger</i>	37
Figure 16 : Préparation de l'inoculum	38
Figure 17: Test d'activité antibactérienne par méthode de diffusion sur gélose	41
Figure 18 : Teste d'activité antifongique par méthode de diffusion sur gélose	42
Figure 19: les zones d'inhibitions des antibiotiques d'E.coli	49
Figure 20: les zones d'inhibitions des antibiotiques <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50
Figure 21 : Zone d'inhibition de la bactérie <i>P.aeruginosa</i>	53
Figure 22 : Zone d'inhibition de la bactérie <i>S.aureus</i>	53
Figure 23: Histogramme d'effet des différents extraits sur les souches testées.....	54

Liste des Tableaux

Tableau 1 : les différents types d'altération	3
Tableau 2 : Moisissures et levures dans divers aliments	5
Tableau 3 : les bactéries d'altération dans divers aliments	6
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des principaux agents causaux de toxi-infections alimentaires et des denrées alimentaires à risque	7
Tableau 5 : les facteurs influencent le développement de la flore	9
Tableau 6 : Quelques plants et leur effet antibactérien	11
Tableau 7 : les composants majeurs de gingembre	20
Tableau 8 : Les principaux composés chimique de L'Artimisia Herba-alba	24
Tableau 9 : la sensibilité et la résistance d'une bactérie selon le diamètre d'inhibition mesurés.....	39
Tableau 10 : Méthodes d'extraction, principaux constituants et bioactivité de <i>Z.Officinale</i> ..	43
Tableau 11 : Méthodes d'extraction, principaux constituants et bioactivité de <i>A.herba Alba</i>	45
Tableau 12 : les différentes caractéristiques des extraits	48
Tableau 13 : sensibilité d' Escherichia coli contre les antibiotiques.....	49
Tableau 14 : sensibilité de Pseudomonas aeruginosa contre les antibiotiques	50
Tableau 15 : sensibilité de Staphylocoque aureus contre les antibiotiques.	51
Tableau 16 : Effet des différents extraits sur les souches testées.....	53

Liste des abréviations :

A

A.niger : *Aspergillus niger*

C

C1 : Concentration 01

C2 : Concentration 02

C3 : Concentration 03

E

EP : Extrait des plantes

E.coli : *Escherichia coli*

H

HE : Huile essentielle

P

P.aeruginosa : *Pseudomonas aeruginosa*

S

S.aureus : *Staphylocoques Aureus*

T

TSE : Triptone Sel Eau .

V

VRBG : Violt Red Bile Glucose Agar

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

PARTIE 01 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : La détérioration microbiologique des aliments

1	Définition d'un aliment :	3
2	Définition d'altérations alimentaire :	3
3	La flore microbienne des aliments :	4
3.1	La flore d'altération :	4
3.1.1	Les levures et les moisissures :	4
3.1.2	Les bactéries :	5
3.2	Les agents des toxi-infections : les bactéries responsables de toxi-infections.....	6
3.3	Les facteurs influencent le développement de la flore :	8

Chapitre II : La conservation des aliments

1	Les différentes méthodes de conservation des aliments :	10
2	Les extraits des plantes comme conservateurs naturels	10
2.1	Introduction :	10
2.2	Extraits de plantes (EP)	11
2.3	Huiles essentielles (HE).....	12
2.4	Les molécules bioactives des EP et les HE	13
2.5	Mode d'action des conservateurs naturels	14
2.6	Application dans l'agroalimentaire.....	16

Chapitre III : Présentation des plantes

1	Zingiber Officinale :	18
1.1	Description botanique :	18
1.2	Classification :	18
1.3	Répartition géographique :	19
1.4	Composition chimique et molécules bioactifs :	19
1.5	Effet Thérapeutique Gingembre :	21
2	Artemisia herba elba :	22
2.1	Description botanique :	22
2.2	Classification :	23
2.3	Répartition géographique :	23
2.4	Composition chimique :	24
2.5	Effet thérapeutique d'Armoise :	26

PARTIE 02 : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et Méthode

1	Enquête :	28
2	Objectif de l'étude :	28

3	Matériel :	28
3.1	Matériel non biologique :	28
3.2	Matériel Biologique :	28
3.3	Matériel végétal :	28
4	Méthodes	29
4.1	Préparation du matériel végétal	29
4.1.1	Préparations des poudres :	29
4.1.2	Extraction par macération des polyphénols :	29
4.2	Calcul de rendement :	29
4.3	Préparation des mélanges :	30
4.3.1	Préparation des dilutions.....	30
4.3.2	Préparation des concentrations :	30
4.4	Pouvoir antimicrobien des différents extraits :	30
4.4.1	Méthodes d'isolements et conservations des souches utilisées :	32
4.4.1.1	Staphylocoques aureus :	32
4.4.1.2	Escherichia coli :	32
4.4.1.3	Pseudomonas aeruginosa :	34
4.4.1.4	Aspergillus Niger :	36
4.4.1.5	Conservation des bactéries :	36
4.4.2	Test antibiogramme pour les souches choisies :	38
4.4.2.1	Préparation de l'inoculum bactérien :	38
4.4.2.2	Antibiotiques testés :	38
4.4.2.3	Test d'antibiogramme :	38
4.4.3	Activité antibactérienne :	40
4.4.4	Activité antifongique :	40
Chapitre II : Résultats		
1	Enquête.....	43
2	Le rendement.....	47
3	Etude de pouvoir antimicrobien des extraits d'artémisia et de gingembre :	48
3.1	Résultats du test antibiogramme :	48
3.2	Détermination de l'activité antimicrobienne des extraits d'Artemisia et de gingembre	53
Conclusion		56

Introduction

Les denrées alimentaires ont généralement une durée de conservation très courte, ce qui nécessite des technologies de conservation appropriées pour prolonger leur durée de vie (**Martínez-Graciá et al., 2015**). Face à ce constat, l'industrie alimentaire a investi de plus en plus dans les méthodes de conservation.

Plusieurs procédés de conservation des aliments tels que le chauffage, la réfrigération et l'addition de composés antimicrobiens peuvent être utilisés pour réduire le risque des intoxications alimentaires ; cependant, ces techniques sont fréquemment associés au changement indésirable de la qualité organoleptique et la diminution de la qualité nutritionnelle.

Beaucoup d'entre elles ont fait appel à des conservateurs chimiques et synthétiques car ils sont peu coûteux et faciles à obtenir. Cependant, de nos jours, ces conservateurs doivent être remplacés par des produits aussi proches que possible des produits naturels en raison de leur effets néfastes sur la santé des consommateurs, malgré que l'utilisation de ces produits soit autorisée dans certains pays (**Govarís et al., 2010**)

Les plantes représentent une nouvelle source de composés actifs. En effet, les métabolites secondaires font et reste l'objet de nombreuses recherche *in vivo* comme *in vitro*, notamment la recherche de nouveaux constituant naturels tels les composés phénoliques, les huiles essentielles (**Mohammedi, 2006**). Ces agents de conservation devraient permettre de prolonger la durée de conservation et d'assurer la sécurité, tout en offrant l'avantage de remplacer les agents de conservation synthétiques utilisés traditionnellement par les industries alimentaires (**Thielmann et al., 2017**)

Toutes ces constatations nous ont donné l'idée d'étudier l'activité antimicrobienne de la combinaison des deux extraits aqueux des deux plantes :

L'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) est une plante très répandue en Algérie plusieurs recherches en été menées sur ses propriétés biologiques et thérapeutique et ses compositions chimiques(**Akrout et al., 2010**)

Le gingembre : *Zingiber officinale* est une plante tropicale herbacée vivace poussant dans les régions ensoleillées et humides Le rhizome de gingembre (*Zingiber officinale*) est un produit végétal célèbre consommé comme épice et utilisé dans de nombreuses industries alimentaires et en pharmacologie. Il constitue le sujet de plusieurs recherches sur son potentiel antibactérien, qui ont montré des résultats variés (**Abdallah, 2018**)

Le présent document est structuré en deux parties :

1. Une partie bibliographique : cette partie est composée de trois chapitres, le premier chapitre contient des généralités sur les altérations microbiennes, le deuxième chapitre explique l'utilisation des plantes comme des moyens de lutte, le troisième est consacré à la présentation des deux plantes étudiées *Artemisia herba alba* et *Zingiber officinale*
2. Partie expérimentale : cette partie est composée de deux chapitres. Le premier chapitre présente les outils nécessaires ainsi que les méthodes d'étude des différents paramètres abordés. Le chapitre deux aborde les résultats obtenus après étude de l'activité antibactérienne et antifongique ainsi que leurs interprétations suivies d'une discussion, d'une conclusion et des perspectives.

*PARTIE 01 : SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE*

*Chapitre I : La
détérioration
microbiologique des
aliments*

1 Définition d'un aliment :

L'aliment est une substance nourrissante, appétent et acceptée par le groupe social qui la consomme. (Tremolieres, 1984)

Une denrée alimentaire doit alors posséder trois types de qualité pour répondre aux trois groupes de fonctions (biologiques, psychosensorielles et éthico-intellectuelles) qu'elle doit assumer. Une denrée alimentaire doit :

- Nourrir, c'est-à-dire apporter un certain nombre de calories ou de nutriments indispensables pour l'entretien, le développement ou la réparation de la machine humaine.
- Exciter nos sensations gustatives et digestives ;
- Avoir une valeur symbolique d'ordre social, économique et culturel.

Les aliments sont consommés en raison de leur apport d'énergie et/ou de matière, mais aussi en raison de leurs qualités organoleptiques, émotionnelles et sociologiques (Kaplan, 2003)

2 Définition d'altérations alimentaire :

L'altération des aliments peut être définie comme un processus de changement qui rend un produit indésirable ou inacceptable pour la consommation (Kantor et al., 1997) Ces changements peuvent être microbiologiques, chimiques ou physiques, Tableau 1 représente les différents types d'altération :

Tableau 1 : les différents types d'altération (Huis In't Veld, 1996)

Altération physique	Altération microbiologique	Altération chimique
Cela se produit lorsque des aliments humides sont excessivement déshydratés ou que des aliments séchés absorbent une humidité excessive.	Elle est causée par la croissance de micro-organismes qui produisent des enzymes indésirables dans l'aliment.	Cela se produit lorsque différents composants de l'aliment réagissent entre eux ou avec un composant ajouté, ce qui modifie les caractéristiques sensorielles de l'aliment. Exemples : oxydation, brunissement enzymatique et brunissement non enzymatique.

Globalement, l'activité microbiologique est reconnue comme le facteur le plus important influençant les changements qui délimitent ce que l'on appelle "l'altération" dans un système alimentaire (**Waites, 1998**).

En outre, bien qu'il ait été préconisé que c'est l'activité microbienne en elle-même (c'est-à-dire la croissance microbienne), plutôt que l'activité des enzymes microbiennes et l'accumulation de sous-produits métaboliques, qui identifie l'altération des aliments (**Braun & Sutherland, 2004**), il peut être important, dans certains cas (par exemple, la viande), de prendre également en compte les interactions entre la croissance microbienne et l'activité enzymatique respective (**Lianou et al., 2016**).

3 La flore microbienne des aliments :

3.1 La flore d'altération :

Dans le monde entier, l'altération des aliments causée par des micro-organismes affecte tous les types d'aliments et cause des pertes alimentaires, même dans les pays développés. Il a été estimé que les pertes annuelles d'aliments dans le monde atteignent jusqu'à 40 % en raison de divers facteurs, dont l'altération par des micro-organismes (**Gustavsson et al., 2011**).

Les bactéries, les levures et les moisissures sont les microorganismes responsables de l'altération d'un nombre considérable d'aliments et de produits alimentaires (**Lianou et al., 2016**). Une fois que ces microorganismes atteignent les produits alimentaires, ils se développent en utilisant les nutriments et produisent des métabolites qui provoquent des altération (**Parlapani et al., 2017**).

3.1.1 Les levures et les moisissures :

Les moisissures et les levures peuvent affecter une large gamme de produits qui ont un faible pH ou une faible activité de l'eau (a_w). L'altération causée par les moisissures et les levures se manifeste souvent par leur croissance visible à la surface des aliments tels que le fromage et la viande, ainsi que par la fermentation des sucres dans les produits liquides et semi-liquides (**Lianou et al., 2016**).

Le tableau suivant regroupe les moisissures fréquemment liés à l'altération des aliments, des boissons, des fruits et des produits à base de fruits :

Tableau 2 : Moisissures et levures dans divers aliments (Lianou et al., 2016)

Produit	Microorganismes
Fruits et légumes	<i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Rhizopus sexualis</i> , <i>Mucor piriformis</i> , <i>M. racemosus</i> , <i>M. hiemalis</i> , <i>M. circinelloides</i> , <i>Cunninghamella elegans</i> , <i>Cladosporium</i> spp., <i>Aspergillus niger</i>
Produits à haute teneur en sucre, miel	<i>Zygosaccharomyces bailii</i> , <i>Z. mellis</i> , <i>Z. rouxii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Lachancea thermotolerans</i> , <i>Torulaspora delbrueckii</i>
Produits à faible teneur en sucre et à forte teneur en sel	<i>Torulaspora delbrueckii</i> , <i>Zygosaccharomyces bisporus</i> , <i>Z. rouxii</i>
Viande et produits carnés	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. exiguus</i>
Boissons gazeuses	<i>Zygosaccharomyces bailii</i> , <i>Z. bisporus</i> , <i>Z. kombuchaensis</i> , <i>Z. florentinus</i> , <i>Lachancea fermentati</i> , <i>Torulaspora microellipsoides</i>

3.1.2 Les bactéries :

Les espèces bactériennes à l'origine de l'altération des aliments dépendent des conditions de stockage appliquées, et notamment de la température et de l'emballage.

Dans la plupart des aliments crus ou frais, un consortium de bactéries est présent, ils sont généralement dominés par les espèces suivantes :

- *Pseudomonas* spp. : Elle est dans la plupart des cas responsable de l'altération pendant le stockage aérobie des denrées à différentes températures. Il est maintenant bien établi que lors d'un stockage en aérobie, trois espèces de *Pseudomonas* sont responsables de l'altération : *Pseudomonas fragi*, *Pseudomonas fluorescens* et *Pseudomonas lundensis*. Une contamination des aliments par ces espèces induit l'apparition de colorations, d'odeurs et de saveurs anormales (**Bornert, 2000**)
- Les espèces psycho tolérantes de la famille des Enterobacteriaceae (par exemple, *Hafnia alvei*, *Pantoea agglomerans* et *Serratia liquefaciens*) ont également été associées à la détérioration de divers aliments (légumes frais et aliments d'origine animale) dans des conditions de stockage réfrigérées.
- Les bactéries lactiques (principalement les espèces *Lactobacillus* et *Leuconostoc*) ont été associées à la détérioration aérobie de la viande, du poisson, des produits

laitiers et des légumes fraîchement coupés (Waïtes, 1998) Ils constituent les causes les plus importantes d'altération des aliments dans des conditions de conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée

- Les bactéries sporulées des genres Clostridium et Bacillus ont également été associées à l'altération de divers produits, notamment les produits de boulangerie, les fromages, les produits de chocolat, les œufs, les produits emballée sous vide, etc,
- Les spores de Bacillus, qui proviennent généralement des matières premières (farine, semoule, céréales, levure de bière, améliorants) ou de l'environnement de transformation peuvent survivre et germer au cours de la cuisson dans des conditions environnementales favorables. (Valerio et al., 2012)

Le tableau ci- dessous représente les bactéries responsables des altérations dans les différentes catégories des denrées alimentaires :

Tableau 3 : les bactéries d'altération dans divers aliments (Lianou et al., 2016)

Produit	Microorganismes
Fruits et légumes	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Rahnella aquatilis</i> <i>Leuconostoc gasicomitatum</i>
Produits laitiers	<i>Streptococcus</i> spp., <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>P. putida</i> , <i>P. fragi</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Micrococcus</i> spp
Produits de boulangerie	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. licheniformis</i> <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
Viande et produits carnés	<i>Pseudomonas</i> spp., <i>P. fragi</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>Lactobacillus sakei</i> <i>Leuconostoc gelidum</i> , <i>L. piscium</i> , <i>L. gasicomitatum</i> , <i>Lactobacillus algidus</i> , <i>L. fuchuensis</i> , <i>Carnobacterium divergens</i> , <i>Enterococcus raffinosus</i>
Œufs	<i>Bacillus cereus</i>

3.2 Les agents des toxi-infections : les bactéries responsables de toxi-infections

Les microorganismes d'altération ainsi que les produits de leurs activités métaboliques ne constituent pas un réel danger pour la santé du consommateur. Cependant, le développement de certaines espèces peut être à l'origine d'intoxication et de toxi-infections, Voir tableau 04

Tableau 4: Tableau récapitulatif des principaux agents causaux de toxi-infections alimentaires et des denrées alimentaires à risque (FDA, 2012)

Bactéries	Produits à risque
<i>Bacillus cereus</i>	Une variété d'aliment en particulier le riz et les restes, aussi les soupes et les sauces et d'autre aliment préparé laisser trop longtemps dans une température ambiante
Botulism	Miel et produits contenant du miel, Aliments en conserve ou en conserve mal faits à la maison, y compris les légumes peu acides et le poisson fermenté ; aliments commerciaux mal mis en conserve
<i>Campylobacter</i>	Lait non pasteurisé, poulet, crustacés, dinde, eau contaminée.
<i>Clostridium perfringens</i>	Bœuf, volaille, sauces,
<i>E. coli</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Aliments contaminés, en particulier du bœuf haché insuffisamment cuit, du lait et du jus non pasteurisés (crus), des fromages à pâte molle au lait cru et des fruits et légumes crus (tels que la laitue, d'autres légumes-feuilles et les germes). - Eau contaminée - Les animaux et leur environnement, en particulier les vaches, les moutons et les chèvres. - Fèces de personnes infectées.
<i>Listeria</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Lait non pasteurisé (cru) et produits laitiers. - Fromage à pâte molle à base de lait non pasteurisé - Fruits et légumes crus

	<ul style="list-style-type: none"> - Charcuteries et hot-dogs prêts à manger. - Pâtés ou viandes à tartiner réfrigérés. - Fruits de mer fumés réfrigérés.
<i>Salmonelle</i>	Une variété d'aliments ont été liés à la salmonelle, notamment les légumes, le poulet, les fruits, les noix, les œufs, le bœuf
<i>Shigella</i>	consommation d'aliments ou d'eau contaminés. Les épidémies de Shigella d'origine alimentaire sont le plus souvent associées à une contamination par un manipulateur d'aliments malade.
<i>staphylocoque</i>	Les personnes porteuses de la bactérie Staphylococcus aureus (Staph), que l'on trouve couramment sur la peau, peuvent contaminer les aliments si elles ne se lavent pas les mains avant de les toucher. Les aliments qui ne sont pas cuits après manipulation, tels que les viandes tranchées, les puddings, les pâtisseries et les sandwiches, sont particulièrement risqués s'ils sont contaminés par Staph.

3.3 Les facteurs influencent le développement de la flore :

Divers facteurs intrinsèques et extrinsèques déterminent la capacité de la croissance microbienne à préserver ou altérer les aliments (Tableau 5)

- Les paramètres intrinsèques ou liés aux aliments sont les paramètres des tissus végétaux et animaux tels que le pH, l'activité de l'eau (aw), le potentiel d'oxydoréduction...etc.
- Les paramètres extrinsèques ou environnementaux englobent les facteurs de stockage qui affectent à la fois les aliments et les micro-organismes et comprennent la température de stockage, l'humidité relative de l'environnement...etc.) (**Dilbaghi & Sharma, 2007**)

Tableau 5: les facteurs influencent le développement de la flore (Dilbaghi & Sharma, 2007)

Facteurs intrinsèques	Facteur extrinsèques
pH Activité de l'eau Potentiel d'oxydoréduction Structure physique Présence d'agents antimicrobiens naturels	Température de milieu L'humidité relative Présence de gaz

*Chapitre II : La
conservation des
aliments*

1 Les différentes méthodes de conservation des aliments :

Les différentes formes d'altération et d'intoxication alimentaire causées par les micro-organismes peuvent être évitées grâce à un arsenal de techniques de conservation, dont la plupart agissent en empêchant ou en ralentissant la croissance microbienne (Gould, 2000)

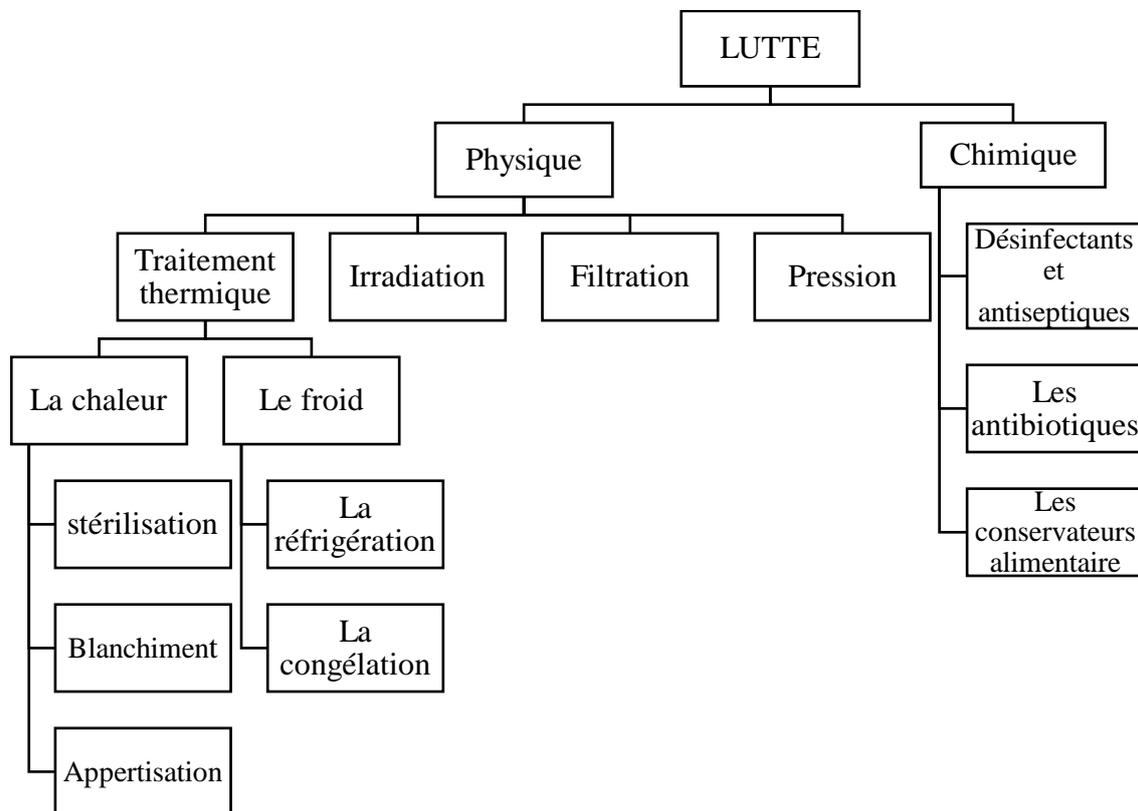


Figure 1 : les différentes méthodes de conservation des aliments (Gould, 2000)

2 Les extraits des plantes comme conservateurs naturels

2.1 Introduction :

L'utilisation d'herbes, d'épices et d'huiles essentielles dans les aliments a été documentée au fil des ans. Dans le secteur alimentaire, les herbes et les épices ont commencé à être utilisées pour aromatiser les boissons et les aliments, ainsi que pour masquer les propriétés indésirables, notamment dans les produits carnés. En conséquence, il a été constaté qu'en plus d'améliorer les caractéristiques organoleptiques, les herbes et les épices étaient également capables de conserver les aliments. (Campêlo et al., 2019)

Une grande diversité d'espèces de plantes a attiré l'attention de l'industrie alimentaire en tant que conservateurs alimentaires. Ces plantes sont constituées de composés bioactifs qui agissent pour protéger les aliments contre les attaques microbiologiques (Antolak et al., 2017)

Le tableau 06 représente l'effet antibactérien de quelques plantes :

Tableau 6 : Quelques plants et leur effet antibactérien (Tajkarimi et al., 2010)

Plante	Efficace contre
Origan (<i>Origanum vulgare</i>), sauge (<i>Salvia officinalis</i>), Thym (<i>Thymus vulgaris</i>)	<i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Escherichia coli</i>
Cumin(<i>Cuminum cyminum</i>)	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Listena monocytogenes</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Aneth (<i>Anethum graveolens</i>)	<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>
Fenouil(<i>Foeniculum vulgare</i>)	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>
Ail(<i>Allium vineale</i>)	Effet antibactérien à large spectre contre microorganismes pathogènes Gram positif et Gram négatif
Menthe(<i>Mentha piperita</i>)	Effet antibactérien à large spectre contre microorganismes pathogènes Gram positif et Gram négatif
Oignon(<i>Allium cepa</i>)	<i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>

2.2 Extraits de plantes (EP)

Les EP sont généralement obtenus à partir de parties de plantes telles que les feuilles, tiges, fleurs, fruits, racines, écorces, etc. Les plantes contiennent certaines substances phytochimiques qui affectent les qualités microbiennes, chimiques et sensorielles des aliments, les EP entraînent une efficacité variable, ces substances phytochimiques sont classées en polyphénols, flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, terpénoïdes, isothiocyanates, lectines et polypeptides (Negi, 2012)

Les EP sont utilisés depuis longtemps dans les aliments comme assaisonnement en raison de leurs saveurs uniques. Cependant, certains extraits ont une saveur forte à haute concentration constituant ainsi un facteur limitant sur les propriétés sensorielles indésirables. Par conséquent, les doses de ces extraits doivent être optimisés dans les aliments. En fait, les combinaisons de divers EP utiliser pour leur efficacité antimicrobienne à faible concentrations sont recommandées. Il a été rapporté que les EP combinés sont plus efficaces que leur utilisation individuelle (Sultanbawa, 2011)

Les EP sont des fractions solubles. Ils peuvent être extraits de matières végétales en solubilisant les composants dans une phase aqueuse, alcoolique, lipidique, un solvant ou une phase de dioxyde de carbone supercritique (**Brewer, 2011**) Les composés actifs sont extraits et purifiés à l'aide de différentes méthodes d'extraction. L'efficacité des extraits de plantes dépend de la méthode d'extraction, la plupart des méthodes d'extraction sont lente, posent des problèmes et nécessitent différents solvants en grande quantité, dont certains sont toxiques (**Herrero et al., 2006**) Les méthodes d'extraction couramment utilisées, qui nécessitent des traitements chimiques ou thermiques, peuvent modifier le contenu, l'activité et les caractéristiques des EP (**Gyawali et al., 2015**)

L'extraction directe est une méthode avec un traitement simple évitant les altérations des composés actifs. Cette méthode est simple, rapide et ne nécessite pas de solvant chimique ni de technologie. Dans cette méthode, la partie liquide du matériel naturel est collectée et utilisée directement. Il a été prouvé que cette méthode est très efficace pour contrôler la croissance des pathogènes d'origine alimentaire. (**Tajkarimi et al., 2010**)

Les espèces végétales contiennent divers composés actifs antimicrobiens hydrosolubles qui peuvent être extraits en utilisant l'eau comme solvant ou directement utilisés comme extrait pur. Les parties des plantes comme les feuilles, l'écorce, les graines et les racines peuvent être immergées dans de l'eau chaude ou bouillies dans l'eau. Il a été signalé que les agents antimicrobiens d'origine végétale sont le plus souvent produits par les méthodes de distillation à la vapeur et d'hydrodistillation. L'extraction par fluide supercritique peut être une meilleure solution, car elle offre une solubilité plus élevée et des taux de transfert de masse améliorés (**Tajkarimi et al., 2010**)

2.3 Huiles essentielles (HE)

Les HE sont des liquides aromatiques et volatils extraits de matières végétales, telles que les fleurs, les racines, les écorces, les feuilles, les fruits, le bois, et la plante entière. Les HE sont utilisés depuis des siècles en médecine, en parfumerie et en cosmétique, et elles ont été ajoutées aux aliments en tant que partie des épices ou des herbes. (**Hyldgaard et al., 2012**)

Elles sont principalement utilisées comme arômes dans l'industrie alimentaire. Cependant, elles agissent comme un agent antimicrobien naturel dans la conservation des aliments. Il a été signalé que des composés antimicrobiens se trouvent dans les HE de feuilles, de fleurs ou de bourgeons, de bulbes, des graines, des rhizomes, des fruits ou d'autres parties des plantes. (**Gutierrez et al., 2008**)

Les compositions chimiques des HE sont différentes selon la saison, la région et la méthode d'extraction. Il a été déclaré que l'activité antimicrobienne la plus forte dans les HE de plantes est observée pendant ou immédiatement après la floraison. **(Burt, 2004)**

Les composés antimicrobiens des HE sont naturellement présents dans les plantes, d'autres sont produits en cas d'attaque microbienne ou de blessure physique. **(Roller, 2003)**

Un certain nombre de méthodes d'extraction des HE sont utilisées. Il s'agit d'extraction par solvant organique, distillation à la vapeur, hydrodistillation, la distillation assistée par micro-ondes, l'extraction par solvant à haute pression, extraction par dioxyde de carbone supercritique, extraction par ultrasons et l'extraction par micro-ondes sans solvant.

L'extraction par solvant, également appelée extraction liquide-liquide, est réalisée à l'aide de deux liquides qui ne se mélangent pas. Les matières végétales sont lavées plusieurs fois avec le solvant pour éliminer les HE. Cette méthode est simple mais présente certains inconvénients tels que la nécessité d'un temps long et de plus de solvant pour l'extraction et une faible reproductibilité **(Dawidowicz et al., 2008)** Dans la méthode d'hydrodistillation, une méthode ancienne et traditionnelle, le matériel végétal est évaporé par chauffage dans de l'eau ou un autre mélange de solvants s'évapore en chauffant dans de l'eau ou un autre mélange de solvants, puis les HE sont éliminés par condensation à la vapeur.

2.4 Les molécules bioactives des EP et les HE

Les métabolites secondaires ainsi que les sous-produits obtenus à partir des plantes ont plusieurs composants qui déterminent leur fonctionnalité. Cependant, leur composition peut être variable selon le type de sol, les conditions climatiques et l'environnement dans lequel ils sont produits. En outre, l'efficacité antimicrobienne et antioxydante des composants des produits naturels dépend également de la structure chimique des composants actifs, de la concentration et de la méthode d'extraction **(Vilela et al., 2016)**.

Plusieurs composés chimiques présents dans les plantes ont la capacité de remplacer les conservateurs synthétiques, contribuant ainsi à la conservation des aliments. Parmi eux figurent la saponine, les flavonoïdes, les thiosulfonates, les glucosinolates, les composés phénoliques et les acides organiques. Cependant, les principaux composants des plantes ayant une action antimicrobienne sont les composés phénoliques tels que les terpènes, les alcools, aldéhydes, cétones, acides et isoflavonoïdes **(Gyawali et al., 2015)**

- Les composés phénoliques lorsqu'ils sont ajoutés aux aliments agissent comme des agents réducteurs, donnant de l'hydrogène et des suppresseurs d'oxygène, provoquant

un effet antioxydant sur les produits. Certains composés phénoliques ont également la capacité de chélater les ions métalliques qui agissent comme catalyseurs dans les réactions d'oxydation. Les flavonoïdes sont des composés aromatiques polyhydroxylés naturels largement répandus dans les plantes (fruits, légumes, épices et herbes).

(Embucado, 2015)

- Les flavonoïdes ont la capacité d'éliminer les radicaux libres, y compris les radicaux hydroxylés, peroxydes et superoxydes, et peuvent former des complexes avec des ions métalliques catalytiques, ce qui les rend inactifs. Il a également démontré que les flavonoïdes peuvent inhiber les enzymes lipoxygénase et cyclooxygénase, les enzymes responsables du développement du rancissement oxydatif dans les aliments.

(Embucado, 2015)

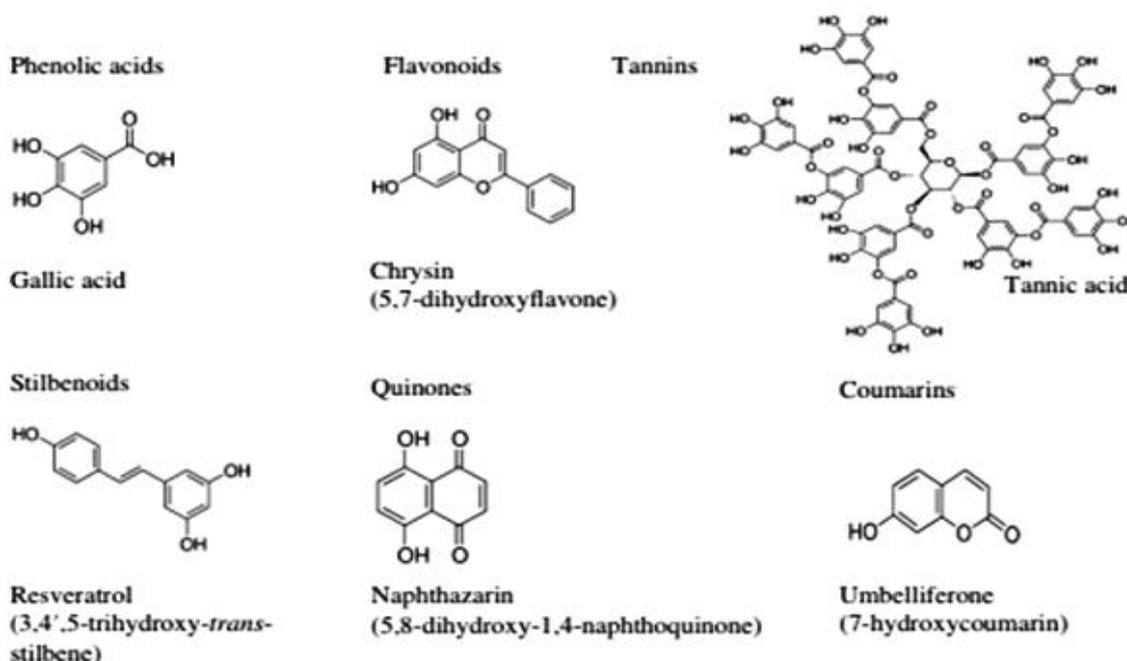


Figure 2 : Principaux groupes phénoliques d'origine végétale (Bouarab Chibane et al., 2019)

2.5 Mode d'action des conservateurs naturels

Les composés bioactifs présentent des mécanismes d'action différents selon le groupe de micro-organismes (Burt, 2004) En général, leurs mécanismes d'action comprennent :

- Les composants lipophiles, tels que les terpènes et les phénols : Ils se solubilisent dans les bicouches lipidiques de la membrane plasmique et des mitochondries et contribuent à déstabiliser la structure cellulaire et augmentent sa perméabilité (Sikkema et al., 1994). En conséquence, ces composants entraînent

la perte de constituants cellulaires et peuvent perturber le transport actif des substances (Davidson *et al.*, 2012)

- Les composants lipophiles peuvent également interagir avec les parties hydrophobes des protéines, qui sont enchâssées dans la membrane plasmique et déstabilisent l'interaction protéine-lipide. (Sikkema *et al.*, 1994)
- La coumarine et les alcaloïdes sont signalés pour leur action sur l'acide désoxyribonucléique (ADN) et l'acide ribonucléique (ARN), retardant ainsi la croissance du micro-organisme. (Cowan, 1999)
- La présence d'acides organiques entraîne : (1) interrompt les processus d'oxydation au NADH dans la chaîne de transport d'électrons ; (2) lorsque l'acide n'est pas dissocié, il peut passer facilement à travers la membrane plasmique. A l'intérieur, sa dissociation induit une diminution du pH cellulaire et, par conséquent, génère des modifications dans la perméabilité de la membrane et le transport des substances (Davidson *et al.*, 2012)

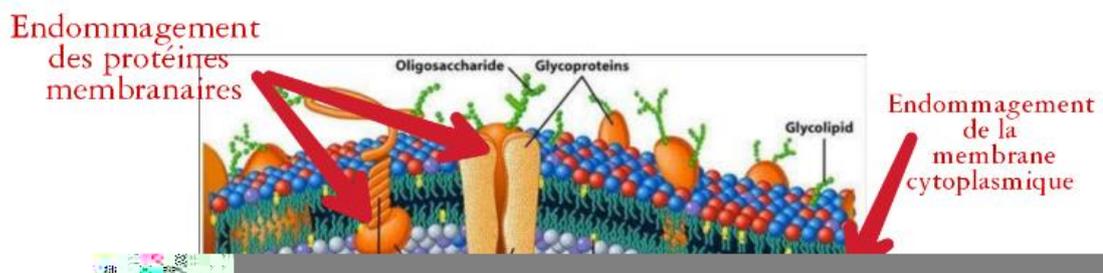


Figure 3: mode d'action des extraits des plants (Pateiro *et al.*, 2021)

2.6 Application dans l'agroalimentaire

L'utilisation de conservateurs naturels dans les aliments a été largement acceptée par les consommateurs qui recherchent de plus en plus des produits naturels et sains, exempts d'additifs synthétiques (Viuda-Martos et al., 2010)

- Les herbes et les épices sont largement utilisées pour les viande et les produits carnés dans le but d'aromatiser ces aliments (Militello et al., 2011) En outre, les huiles essentielles peuvent également être considérées comme un bon choix de conservateurs naturels pour les produits carnés. Par exemple, l'utilisation de l'huile essentielle de citron sous forme de microémulsion dans les sardines salées, a montré un effet conservateur en réduisant le nombre de la charge des *Staphylococcus spp*, d'*Enterobacteria* et des bactéries lactiques (LAB). En comparaison avec des témoins, on a également remarqué que les échantillons de sardines traités présentaient une faible accumulation d'histamine (Alfonzo et al., 2017)
- Le potentiel antioxydant et antimicrobien de la camomille (*Matricaria recutita* L.) a déjà été étudié et s'est avéré efficace pour la conservation des produits laitiers (Caleja et al., 2016)
- Le Fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.) a montré un grand potentiel dans la conservation du fromage blanc a raison des proportions de composés phénoliques dans sa constitution, manifestant une capacité antioxydante élevée lors de l'évaluation du potentiel antioxydant et antimicrobien des extraits polyphénoliques de feuilles de cerisier et de cassissier comme conservateurs naturels dans les produits carnés, il a été constaté que la durée de conservation des saucisses emballées sous vide a été prolongée et que le développement de presque tous microorganismes étudiés a été inhibé (Nowak et al., 2016)
- L'huile essentielle d'oignon (*Allium cepa* L.), a montré une action antioxydante et antimicrobienne contre plusieurs bactéries pathogènes et d'altération telles que *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus*, démontrant un grand potentiel d'utilisation comme agent de conservation dans les aliments (Ye et al., 2013)

Dans le domaine de la recherche et de l'industrie alimentaire, les herbes et les épices ont suscité de l'intérêt en raison de la grande variété de composés bioactifs, tels que les polyphénols le menthol, le rétinol, les caroténoïdes et la curcumine, connus pour leurs bienfaits antimicrobiens, antioxydants et anti-inflammatoires pour la santé. Ces produits sont

principalement dans les produits prêts à consommer et les aliments transformés (**Van Asselt et al., 2018**)

Malgré tous les avantages liés à l'utilisation des herbes et des épices dans l'alimentation, plusieurs inconvénients méritent d'être étudiés de plus près. Lorsqu'elles sont utilisées dans des matrices alimentaires, la quantité nécessaire pour obtenir l'action désirée n'est pas toujours sensoriellement acceptable. En outre, les huiles essentielles, les herbes et les épices ont un arôme fort, même lorsqu'ils sont présentés à de faibles concentrations, ce qui peut rendre le produit mal accepté par les consommateurs (**Martínez-Graciá et al., 2015**)

Chapitre III :
Présentation des plantes

1 Zingiber Officinale :

1.1 Description botanique :

Le gingembre est une plante tropicale herbacée vivace poussant dans les régions ensoleillées et humides, se dressant sur une tige de 1,50 m en moyenne, mais pouvant atteindre 3 m de haut, la partie souterraine utilisée est le rhizome. Celui-ci se divise dans un seul plan et est constitué de tubercules globuleux ramifiés. La peau du rhizome est beige pâle et sa chair est jaune pâle juteuse. La cassure est fibreuse et granuleuse, l'odeur est aromatique avec une saveur chaude et piquante (Gigon, 2012)



Figure 4 : *Zingiber officinale* (Roscoe)

Ses feuilles sont persistantes bisériées, longues, étroites, lancéolées, pointues et longues de 20 cm. Elle possède deux sortes de tiges : tiges hautes stériles servant pour l'assimilation chlorophyllienne et des tiges plus courtes (20 cm environ) portant des fleurs irrégulières en épi. L'inflorescence est en court épis axillaires très serrés, à tige couverte d'écailles, entourée de spadice dense : grosses bractées vert jaune cireuses, superposées. Elle a des fleurs parfumées blanc jaune, avec des trainées rouges sur les lèvres. La floraison a lieu entre les mois d'août et novembre (Faivre et al., 2006)

1.2 Classification :

Selon (Gigon, 2012), la classification botanique du gingembre est comme suit :

Nom français : *Gingembre commun*

Nom latin : *Zingiber officinale* (Roscoe)

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Trachéobionta*

Division : *Angiospermes*

Classe : *Monocotylédones*

Sous-classe : *Zingibériidées*

Ordre : *Zingibérales*

Famille : *Zingibéracées*

Sous-famille : *Zingibéroïdées*

Genre : *Zingiber*

1.3 Répartition géographique :

Le gingembre est principalement cultivé en Inde et dans tout le Sud-est asiatique, Notamment en Chine, en Indonésie et aux Philippines, mais aussi en Afrique tropicale (Nigeria). Sa répartition géographique concerne toute l'Asie, les Caraïbes, l'Afrique et le Brésil, mais plus de 50 % de sa production mondiale provient de l'Inde et de la Chine (**Gigon, 2012**).

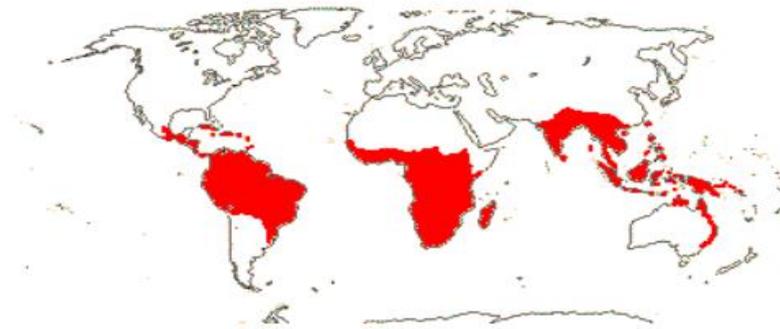


Figure 5 : Répartition mondiale des plantes de la famille des Zingiberaceae (**Butin, 2018**)

1.4 Composition chimique et molécules bioactifs :

Depuis les années 1910, une grande variété de composés biologiquement actifs ont été isolés du gingembre, notamment l'huile volatile, les analogues de gingérol des diarylheptanoïdes, des phénylalcanoïdes, des sulfonates, etc. Des études de quantification ont permis de découvrir que le rhizome du gingembre contenait 60-70% d'hydrates de carbone, 9-12% d'eau, 9% de protéines, 8% de cendres, 3-8% de fibres brutes, 3-6% d'huile grasse et 0,3-3% d'huile volatile (**Govindarajan & Connell, 1983**) (voir tableau 07)

Tableau 7 : les composants majeurs de gingembre (Wang et al., 2020)

Huile volatile	L'arôme agréable du gingembre est dérivé de plus de 70 constituants qui ont été provisoirement identifiés à partir de l'huile volatile de vapeur. Ils appartiennent principalement aux sesquiterpénoïdes et aux monoterpènes (Figure 3), avec l' α -zingibérène (30-70%) comme composant principal, et de plus petites quantités de β -sesquiphellandrène (15-20%), de β -bisabolène (10-15%), de (-)- β -phellandrène et de géraniol
Analogues du gingérol	Les analogues du gingérol, principalement les gingérols, les shogaols, les paradols et la zingérone, sont responsables de la sensation piquante et chaude dans la bouche, et contribuent également de manière significative aux effets pharmacologiques du gingembre. Le constituant le plus abondant des analogues du gingérol dans le gingembre frais est le 6-gingérol(1-[40-hydroxy-30-méthoxyphényl]-5-hydroxy-3-décanone). À ce jour, plus de 70 composés analogues du gingérol ont été isolés du gingembre.
Diarylheptanoïdes	Les diarylheptanoïdes avec un terme de classe de squelette 1,7-diarylheptane ont suscité un intérêt croissant ces dernières années. a suscité un intérêt croissant au cours des dernières années. Ils de posséder des activités anti-inflammatoires, antioxydantes, anti-tumorales, anti-hépatotoxiques et chimiopréventives. À ce jour, un total de 41 composés diarylheptanoïdes ont été découverts dans le gingembre.
Phénylalcanoïdes et sulfonates	Six composés phénylalcanoïdes ont été signalés comme étant présents dans le gingembre. De plus, six composés sulfonates, à savoir l'acide 4-gingesulfonique, l'acide 6-gingesulfonique et les acides shogasulfoniques A, B, C et D, ont également été isolés du gingembre.
Stéroïdes et glycosides monoterpénoïdes	Un total de six composés stéroïdes, dont le β -sitostérol, le daucostérol, le stigmast-4-en-3,6-dione, la 6β -hydroxystigmast-4-en-3-one, le stigmast-4-en-3-one et le stigmastérol, ont été signalés dans le gingembre. Six

	constituants glycosides monoterpénoïdes ont été identifiés à partir de l'eau soluble du gingembre frais.
Autres composés	En plus de l'huile volatile, des analogues du gingérol, des diarylheptanoïdes, des sulfonates, des phénylcanoïdes, des stéroïdes et des glycosides monoterpénoïdes d'autres composés, notamment des alcaloïdes, des xanthones et des lactones, ont été précédemment signalés dans le gingembre.

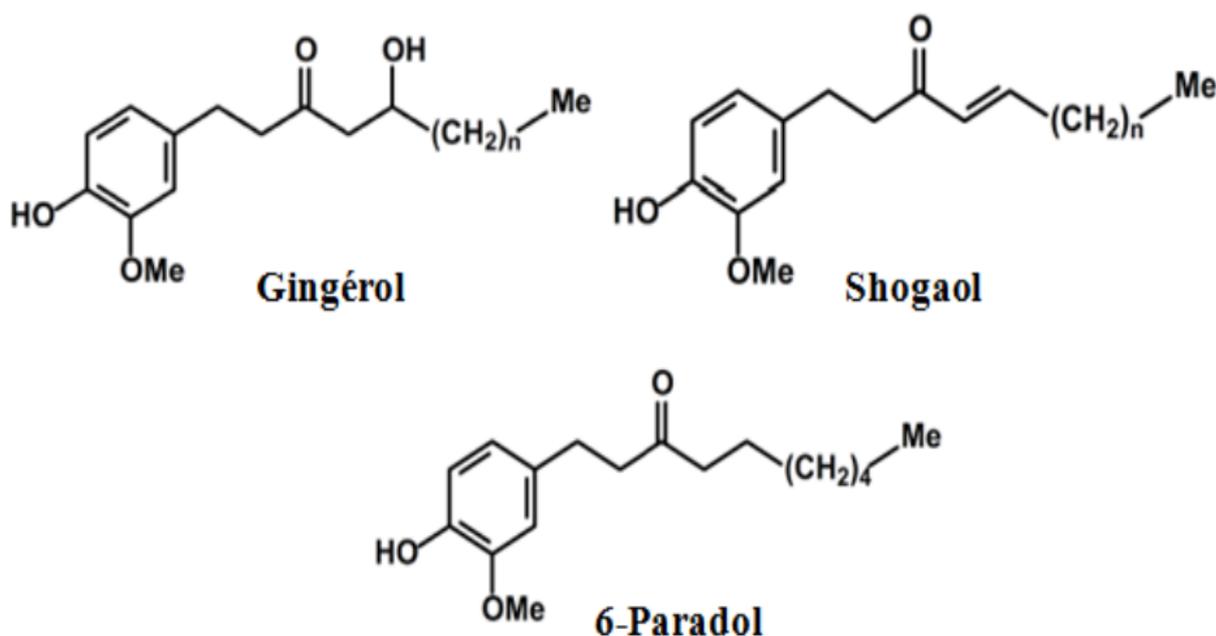


Figure 6 : Quelques composants bioactifs de gingembre (Wang *et al.*, 2020)

1.5 Effet Thérapeutique Gingembre :

Le gingembre est l'un des arômes les plus utilisés dans le monde entier (Kubra & Rao, 2012) possédant une longue histoire de traitement de différentes maladies comme le rhume, la fièvre, le vertige, les maux d'estomac, la polyarthrite rhumatoïde et les maladies du tractus gastro-intestinal (Baliga *et al.*, 2011)

Cet arôme d'importance internationale est couramment utilisé dans de nombreux pays tels que l'Inde, la Chine, l'Arabie Saoudite, le Tibet et la Grèce comme médicament pour atténuer la sensation de nausée et les régurgitations (Wilson *et al.*, 2013)

Il a également été prouvé que le gingembre a un effet antibactérien, il est efficace contre les bactéries causant la pneumonie, les infections des voies urinaires, la bronchite et les bactéries résistantes (**Khan, 2019**)

D'autres études ont rapporté les effets antiinflammatoires, antidiabétiques et anticancéreux du gingembre (**Khan, 2019**)

2 Artemisia herba elba :

2.1 Description botanique :

L'armoise blanche est une plante vivace de 20 à 60 cm, une couche de poils fins couvre ses feuilles aromatiques qui reflète la lumière et donne un aspect de couleur grise.

L'armoise est facile à identifier grâce à ses tiges florifères élancées et dressées qui portent des feuilles vertes à couverture blanchâtres, découpées en lanières fines, courtes, généralement pubescentes argentées avec des capitules sessiles de 2-5 fleurs. Le réceptacle est nu et la corolle est insérée très obliquement sur l'ovaire. (**Bézanger-Beauquesne et al., 1982**)

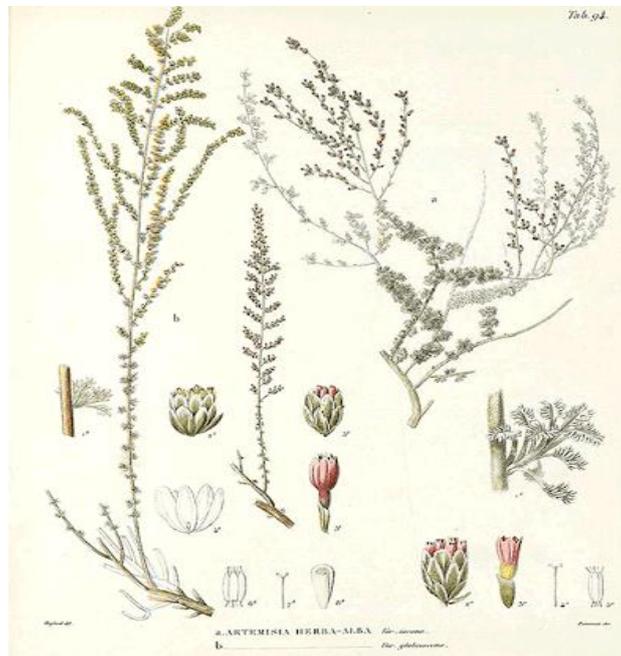


Figure 7: Artemisia Herba Alba

Les fleurs qui portent une couleur jaune ou rougeâtre sont disposées le long de la tige et regroupées en un capitule solitaire.

La période de floraison de cette plante herbacée se situe entre les mois de juillet et d'octobre.

L'armoise produit des akènes ovoïdes, pourvus de petites épines. Les organes de la plante utilisés en phytothérapie sont notamment les feuilles et les sommités fleuries.

Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquinic, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (Boussoula et al., 2017)

2.2 Classification :

La classification de l'artémisia herba alba la plus utilisée dans la systématique du genre *Artemisia* (Bézanger-Beauquesne et al., 1982) est résumer comme suit dans le tableau suivant :

Règne : *Végétal*

Embranchement : *Phanérogames*

Sous embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Dicotylédones gamopétales*

Sous classe : *Gamopétal épiqueyne isostermes*

Ordre : *Asterales*

Famille : *Synanthérées ou composées*

Sous famille : *Tubuliflores*

Tribu : *Anthemidées*

Genre : *Artemisia*

Espec : *Artemisia herba alba*

2.3 Répartition géographique :

En Algérie, l'artémisia herba alba, connue sous le nom de « chih » ou encore appelé semen-contra de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (Pardakhti et al., 2019)(Boutekjenet.C.,1987). Elle se repartie en Algérie dans les hauts plateaux et dans le Sahara septentrional, elle est aussi cultivée à l'Europe notamment l'Espagne, en Asie et en Afrique du nord



Figure 8: Répartition mondiale des différents espèces d'Artemisia (Turi et al., 2014)

2.4 Composition chimique :

La matière sèche (MS) de cette plante apporte entre 6 et 11 % de matière protéique brute dont 72 % est constituée d'acides aminés.

Le taux de β -carotène varie entre 1,3 et 7 mg/kg selon les saisons. La valeur énergétique de l'armoise herbe blanche est très faible. En hiver elle varie entre 0,2 à 0,4 UF/kg MS. Elle augmente rapidement au printemps atteignant 0,92 UF/kg MS pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/kg MS). En automne, les pluies de septembre provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/kg MS).

Adopte la même manière :

Les plantes de la famille des Astéracées, à laquelle appartient l'armoise herbe blanche, ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique surtout pour leurs huiles essentielles.

Les molécules identifiées sont les sesquiterpènes lactones, les coumarines et les hydrocarbures Acétyléniques. (Teixeira Da Silva, 2004)

Les composants chimiques de l'Artemisia se regroupent dans le tableau ci-joint :

Tableau 8 : Les principaux composés chimiques de l'Artemisia Herba-alba

Les terpènes	Les terpènes sont des polymères constitués d'unités en C5 (isopentylpyrophosphate). Les terpenes de l'armoise blanche (Teixeira Da Silva, 2004)
Les monoterpènes	<p>Ce sont des substances légèrement volatiles qui forment les huiles constituées en (en C10), Ils protègent les végétaux contre les parasites, inhibent la croissance bactérienne et attirent les animaux pollinisateurs.</p> <p>Les principaux monoterpènes identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le thujone (monoterpène lactone) - le 1,8-cinéol et le thymol14. -Des monoterpènes alcooliques (yomogi alcool, santoline alcool). - Des sesquiterpènes lactones (Teixeira Da Silva, 2004)

<p>La thuyone</p>	<p>La thuyone est un composé chiral présent à l'état naturel sous forme de deux stéréoisomères : l'alpha-thuyone et le bêta-thuyon. (Pardakhti et al., 2019)(Patočka & Plucar, 2003). C'est l'un des constituants terpéniques les plus bioactifs de l'Armoise.</p>
<p>Flavonoïdes</p>	<p>Ce sont des composés phénoliques qui contribuent à la pigmentation de la plante. certains d'entre eux jouent le rôle de phytoalexines, métabolites synthétisés par la plante pour lutter contre divers parasitoses.</p> <p>Les flavonoïdes sont rencontrés à l'état libre (soluble) ou liés à un sucre (glycosides) dans le liquide vacuolaire.</p> <p>La coloration des dérivés dépend des différentes substitutions de l'atome d'hydrogène sur divers cycles, de la formation de complexes avec les ions métalliques (Fe^{3+}, Al^{3+}) et du pH.</p> <p>(Saleh et al., 1985)</p> <p>- Les principaux flavonoïdes isolée à partir de l'Armoise herbe blanche :</p> <p style="padding-left: 40px;">l'hispiduline La cirsimaritrine</p>

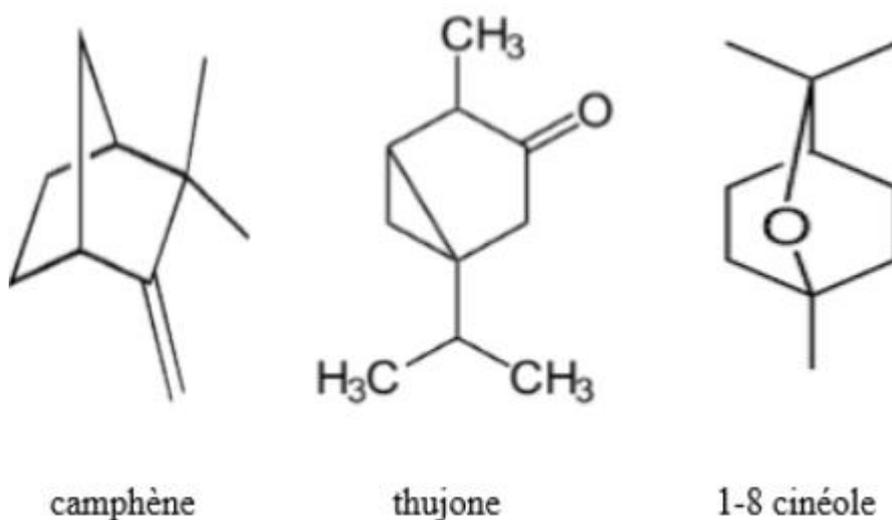


Figure 9 : : Les composants chimiques de A.Herba Alba (Kheddoum, 2018)

2.5 Effet thérapeutique d'Armoise :

L'*Artemisia herba alba* est très utilisé en médecine traditionnelle lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que remède de l'inflammation du tractus gastro-intestinal (**Gharbi & Sand, 2008**)

Plusieurs études scientifiques ont également prouvé l'efficacité de l'armoïse blanche en tant qu'agent antidiabétique (**Taştekin et al., 2006**) antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, antimalarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique (**Yin et al., 2008**)

*PARTIE 02 : ETUDE
EXPERIMENTALE*

Chapitre I
Matériel et méthodes

1 Enquête :

Avant d'entamer notre étude une synthèse bibliographique concernant l'activité antibactérienne et antifongique de Gingembre et Artemisia ont été collectées à partir des principales bases de données scientifiques (des articles publiés, des thèses ...ect) telles que Science Direct, Pubmed, Web of Knowledge, et Google scholar, le but de cette étude théorique est de collecté le maximum d'information sur la composition chimique et l'activité biologique des deux plantes

2 Objectif de l'étude :

Ce travail est une contribution à l'étude de l'activité antibactérienne et antifongique de l'extrait aqueux combiné de deux plante médicinales et aromatiques le gingembre (*Zingiber officinale*) et l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) contre trois souches bactériennes connu par pathogénicité et une souche de moisissure.

L'étude a été réalisé au niveau du département des sciences alimentaires et le laboratoire de la station expérimentale de la faculté de science de la nature et de la vie de l'université SAAD DAHLEB BLIDA.

3 Matériel :

3.1 Matériel non biologique :

Agitateurs magnétiques	Extracteur à pompe
Erlenmeyers..	Etuve.
Bec bunsen.	Pipette pasteur, anse de platine.
Vortex.	Tubes à essai stériles.
Géloses sélectifs (Chapman, Hektoen, Citrimide, VRBG, Sabouraud)	Milieux d'enrichissement (Bouillon nutritif, Giolliti cantoni , TSE)
Antibiotiques synthétiques	Disques vierges stériles
Boites de pétri.	Eau distillé stérile.

3.2 Matériel Biologique :

Souche de la bactérie <i>E.coli</i>	Souche de la bactérie <i>P.aeruginosa</i>
Souche de la bactérie <i>S.aureus</i>	Souche fongique <i>A.niger</i>

3.3 Matériel végétal :

Choix des plantes :

Les deux plantes d '*Artemisia alba* et *Zingiber officinale* ont été achetées au marché de Ouled-Yaich de la ville de Blida.

Le choix des plantes a été fait pour leurs support naturel a toxicité déterminée, vu leurs larges consommations ; leurs propriétés organoleptiques et leurs propriétés médicinales et thérapeutiques puisque ces plantes ont un effet antibactériens, antifongique, Anti inflammatoires, antioxydants, antiparasitaire, hypoglycémique et antivirale (contre le corona virus) selon la bibliographie.

4 Méthodes

4.1 Préparation du matériel végétal

4.1.1 Préparations des poudres :

Les échantillons de la plante de l'*Artemisia* ont été découpées puis broyées à l'aide d'un broyeur électrique (figure 11) Les poudres ainsi obtenues ont été tamisées à l'aide d'un tamiseur manuel pour obtenir des poudres fines et homogènes ; Ces poudres ont été conservées dans des bocaux en verre déjà stériles, à l'abri de la lumière.

Les échantillons de la plante du Gingembre ont été nettoyer, découper, broyer à l'aide d'un hachoir électrique puis séchés à l'air libre et broyer une deuxième fois après séchage, pour obtenir une poudre fine et homogène

4.1.2 Extraction par macération des polyphénols :

Une prise d'essai de 25 g de poudre de l'*Artemisia alba* ou du *Zingiber officinale* est mise en contact avec 250 ml d'eau distillé stérile. Le mélange est soumis à une agitation à l'aide d'un agitateur magnétique à une température ambiante et à l'obscurité, après 72h de macération, les extraits ont été filtrés séchés par évaporation à l'étuve à 37°C puis conservés dans des flacons à l'abris. (figure11)

4.2 Calcul de rendement :

Le rendement est la quantité d'extraction obtenu à partir d'une matière végétale est exprimé en % par rapport à la matière sèche initialement utilisée.

Le pourcentage de rendement pour chaque extrait a été calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = M/M_0 * 100$$

(%) : Rendement exprimé En pourcentage.

M : Masse en gramme de l'extrait sec résultant.

M₀ : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

4.3 Préparation des mélanges :

4.3.1 Préparation des dilutions

Mettre 0.3 g de chaque extrait aqueux sec obtenu précédemment dans 3ml d'eau physiologique stérile dans un tube stérile puis les mettre en agitation sur un agitateur magnétique (figure 11)

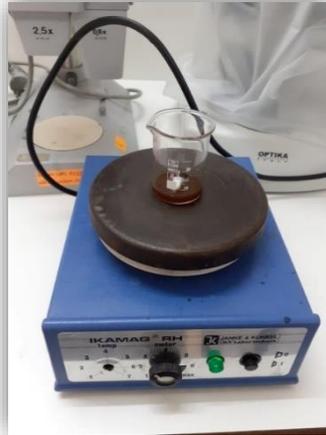


Figure 10 : Agitation de dilution d'extrait sur un agitateur magnétique

4.3.2 Préparation des concentrations :

- **Concentration 1 (C1) :** *Gingembre* 50 % *Artemisia* 50%
- **Concentration 2 (C2) :** *Gingembre* 75 % *Artemisia* 25%
- **Concentration 3 (C3) :** *Gingembre* 25% *Artemisia* 75 %

4.4 Pouvoir antimicrobien des différents extraits :

➤ Souches bactériennes utilisées :

Trois souches bactériennes connu par leurs pathogénicité ont été testées : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* Et une souche fongique

- *S.aureus* et *E.coli* ont été isolées à partir du merguez déclaré non conforme par le laboratoire d'hygiène de la wilaya de BLIDA .
- *Pseudomonas aeruginosa* a été isolée à partir d'une eau de robinet non traitée au niveau du même laboratoire.
- *Asspergilus niger* a été isolé à partir du pain moisi

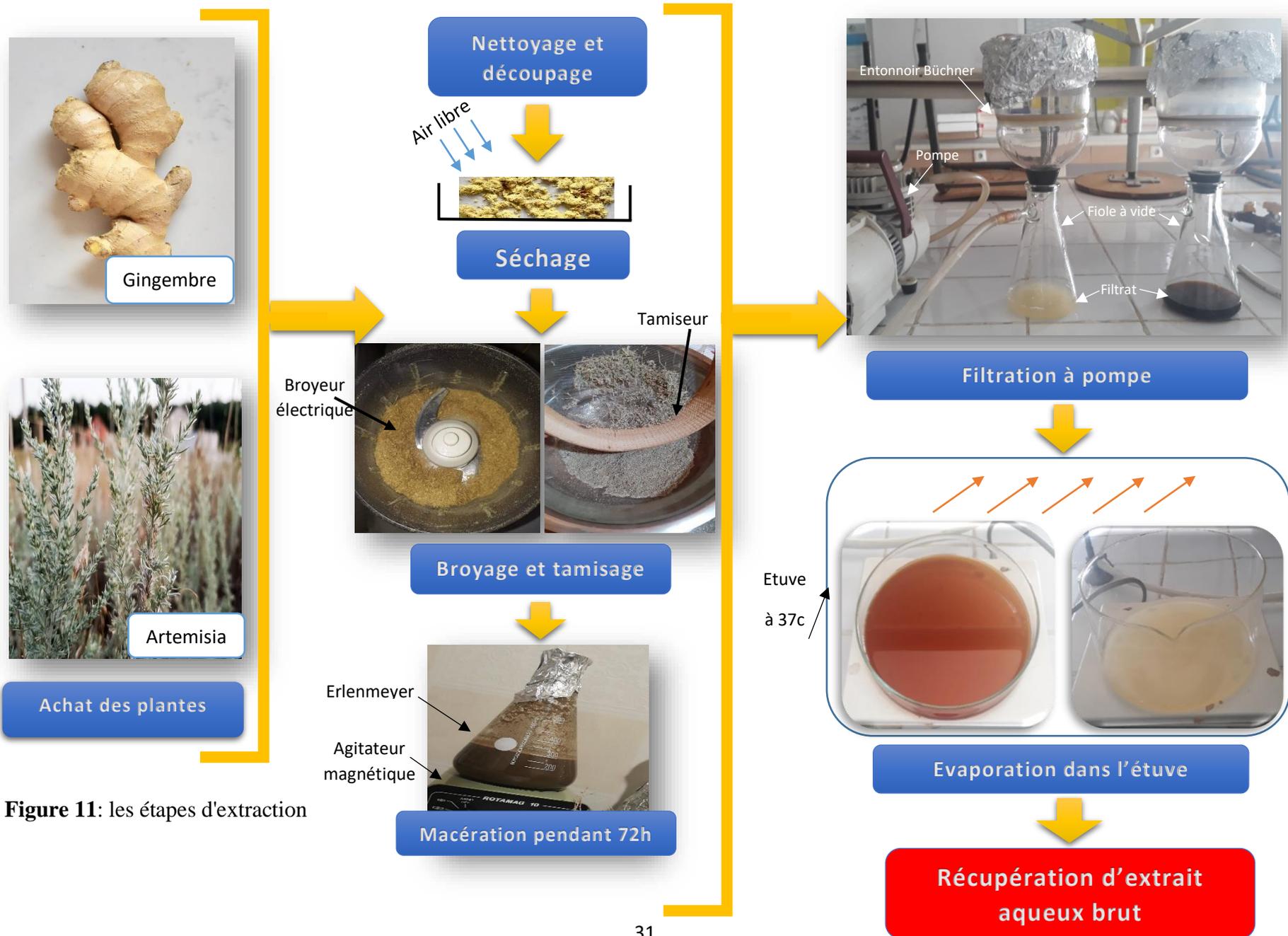


Figure 11: les étapes d'extraction

4.4.1 Méthodes d'isolements et conservations des souches utilisées :

4.4.1.1 Staphylocoques aureus :

Les staphylocoques sont des bactéries coques à Gram positif, dont l'homme en est le principal réservoir, leur pathogénicité et leur virulence sont définies par la présence de nombreuses molécules (Protéine A, hémolysine, lipase, protéase...) ayant des propriétés diverses. Elles sont également responsables d'intoxication alimentaire (**Pebret, 2003**)

La recherche et le dénombrement des *Staphylococcus aureus* nécessite après la préparation de la solution mère et les dilution deux étapes consécutives, la première consiste à l'enrichissement sur milieu Giolitti Cantoni et la deuxième à l'isolement sur milieu solide Chapman pour permettre le dénombrement des colonies. (Figure 12)

L'enrichissement sur Giolitti cantoni avec addition de tellurite de potassium est basé sur le principe de l'inhibition par tellurite de potassium et le chlorure de lithium (le tellurite de potassium qui est un agent sélectif et un indicateur de réduction (noircissement des colonies).

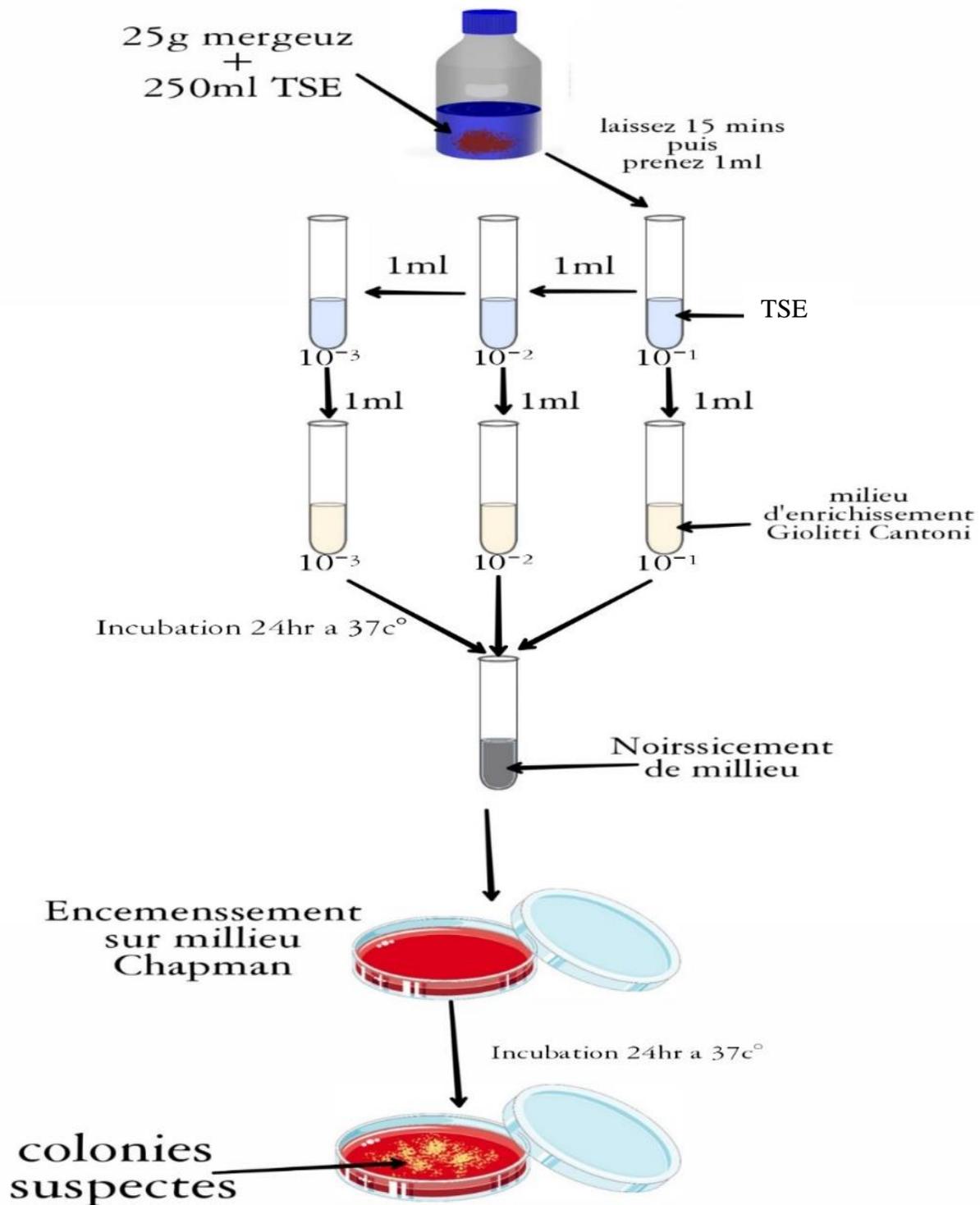
Les colonies sont de tailles moyennes, lisses, légèrement bombées, brillantes à centre noir et entourées d'un halo jaune due à la fermentation du mannitol.

La confirmation des colonies se réalise par test de catalase et le test de coagulase (**Annex 2**)

4.4.1.2 Escherichia coli :

Elle constitue l'espèce bactérienne dominante de la microflore anaérobie facultative de l'intestin des animaux à sang chaud. Elle est généralement considérée comme une bactérie commensale, inoffensive et constitue le modèle d'étude bactérien le plus courant en laboratoire de recherche. *E. coli* est un bacille de la famille des Enterobacteriaceae, à coloration Gram négative, aéroanaérobie et pouvant fermenter les nitrates. Ces bactéries sont catalase-positives et ne possèdent pas d'oxydase. Elles fermentent le glucose et habituellement le lactose (**Xiang et al., 2019**)

La recherche et le dénombrement de la bactérie *Escherichia coli* nécessite après la préparation de la solution mère et les dilution deux étapes consécutives ; isolement et confirmation. Le milieu utilisé pour la première étape est la gélose VRBL (La gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre). La présence simultanée de cristal violet et de sels biliés dans ce milieu assure l'inhibition des bactéries à Gram positif et La fermentation du lactose se traduisant par une acidification, révélée par le virage au rouge de l'indicateur pH (rouge neutre), et par la précipitation d'acides biliés autour des colonies. (figure 13)



Test de confirmation : Catalase + Coagulase +

Figure 12 : Méthode d'isolement de *Staphylocoques aureus*

Les colonies de la bactérie *E.coli* sont considérées comme caractéristiques si leur couleur est rouge et de diamètre égal ou supérieur à 0,5 mm, après 24 heures d'incubation.

L'étape de confirmation est réalisée dans le milieu urée indole (annexe 2) il permet la mise en évidence simultanée de :

- La production d'indole par l'hydrolyse du tryptophane par la tryptophanase. L'indole produit est mis en évidence par le réactif de Kovacs (le diméthylamino-4-benzaldéhyde) qui réagit avec l'indole avec formation d'un composé rouge.
- L'hydrolyse de l'urée par une uréase. Il y a production de dioxyde de carbone et d'ammoniac. Ce dernier alcalinise le milieu. Cette alcalinisation du milieu est mise en évidence par le virage du rouge de phénol au rose (réaction positive).

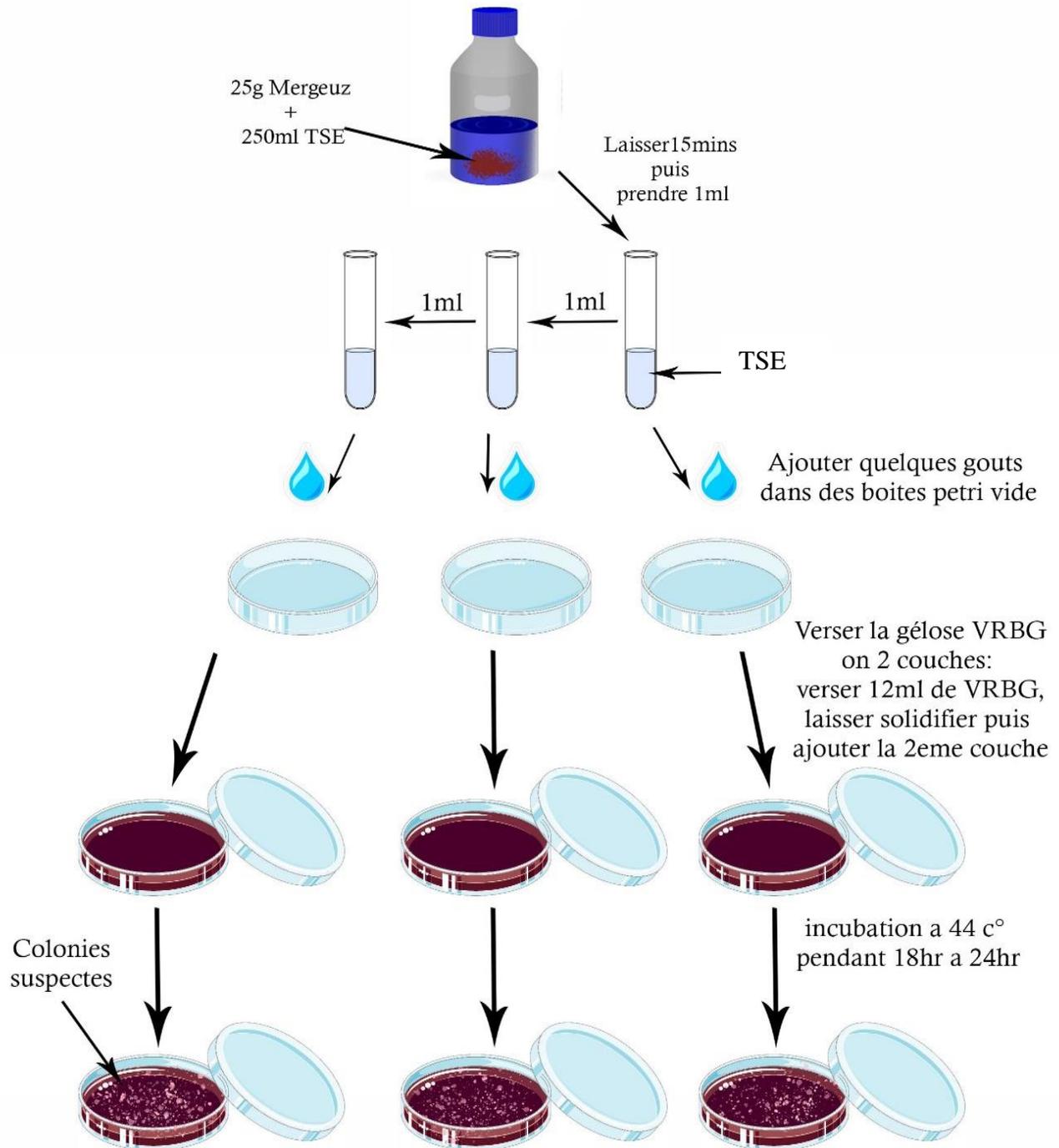
4.4.1.3 *Pseudomonas aeruginosa* :

P.aeruginosa est un bacille à Gram négatif ubiquitaire, présent notamment dans le sol et dans les milieux aquatiques, non sporulant de forme droite ou légèrement courbée. Il mesure de 1 à 5 µm de long et de 0,5 à 1 µm de large. Bien que ce pathogène, ayant un métabolisme oxydatif, non fermentaire, aérobie stricte, plusieurs isolats ont montré une capacité à croître en milieu anaérobie. *P.aeruginosa* est une bactérie mobile grâce à la présence d'un flagelle monotriche polaire. Cette bactérie est catalase positive et oxydase positive. (**Kayser et al.**)

Elle possède une versatilité nutritionnelle remarquable pouvant utiliser une variété de sucres simples et complexes, d'alcools et d'acides aminés comme seule source de carbone. *P.aeruginosa* est une bactérie mésophile capable de se multiplier à l'intérieur d'un large spectre de température allant de 4 à 45°C. La température optimale de croissance se situe entre 30 et 37°C. La morphologie de *P.aeruginosa*, de même que pour tout le genre *Pseudomonas*, est facilement distinctive grâce à la production de la pyocyanine, un pigment bleu-vert diffusible dans le milieu extracellulaire, d'où le nom de bacille pyocyanique.

L'isolement de *P.aeruginosa* est réalisé par le milieu cétrimide (**Figure 14**). Les colonies dans ce milieu sont jaunes-vertes causées par la production de 2 pigments, la pyoverdine (pigment fluorescent) et la pyocyanine. La production de pyocyanine est favorisée, par la présence de chlorure de potassium et de sulfate de potassium.

Les colonies de *P. aeruginosa* se caractérisent par leur odeur aromatique caractéristique (odeur de seringa)



Test de confirmation : urée indole +

Figure 13 : Méthode d'isolement de *Escherichia coli*

Une confirmation de l'espèce est réalisée par une galerie biochimique classique ou bien le test rapide King A et King B (annexe 2) qui devrait être positif basé sur l'ensemencement de la colonie sur le milieu incliné du test King A et King B

4.4.1.4 Aspergillus Niger :

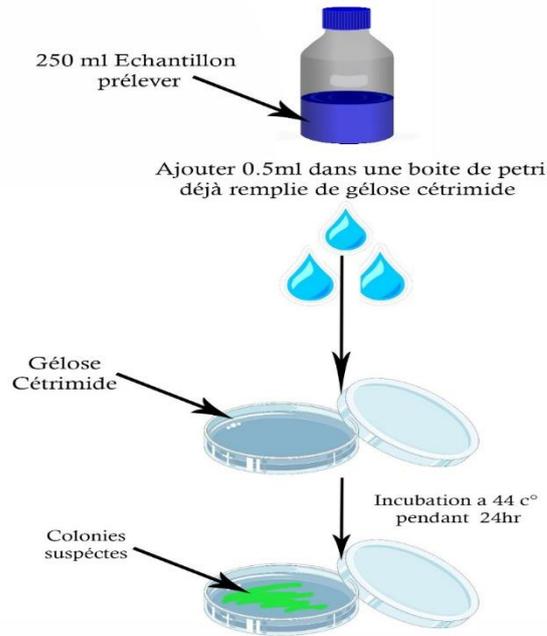
L'*Aspergillus niger* ou l'aspergille noir, est un champignon filamenteux ascomycète. Ce champignon se développe rapidement (2-3 jours) sur les milieux de culture classiques (géloses au malt et Sabouraud). La température optimale de croissance varie généralement entre 25 et 30°C, mais il peut se développer jusqu'à 42°C. Les colonies d'*A. niger* sont granuleuses, blanches au début, puis jaunes et, à maturité, elles deviennent noires. Le revers des colonies est incolore ou jaune pâle. Sur le milieu Czapek, *A. niger* forme des colonies à mycélium blanc ou jaune, et revers souvent incolore.

Les conidiophores sont longs atteignant 1,5-3 mm, lisses, hyalins ou brunâtres dans leur moitié supérieure. Les vésicules sont globuleuses et entièrement fertiles. Les phialides (7-10 x 3-3,5 µm) sont portées par des métules brunâtres, de dimensions variables. Les conidies sont habituellement globuleuses, parfois légèrement aplaties. Elles mesurent 3,5-5 µm de diamètre, sont brunes, échinulées à très verruqueuses. Les sclérotas parfois différenciés, sont crème à chamois foncé au début, puis virent au chamois vinacé. (Ray & Bhunia, 2014)

4.4.1.5 Conservation des bactéries :

Une fois isolé et identifié par les tests biochimiques les souches de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* sont conservées dans des tubes contenant des milieux de conservation dans le réfrigérateur à 4°C.

La conservation des souches est favorisée par les substances nutritives apportées par l'extrait de viande et la peptone.



Test de confirmation: King A + King B

Figure 14 : Méthode d'isolement de *Pseudomonas aeruginosa*

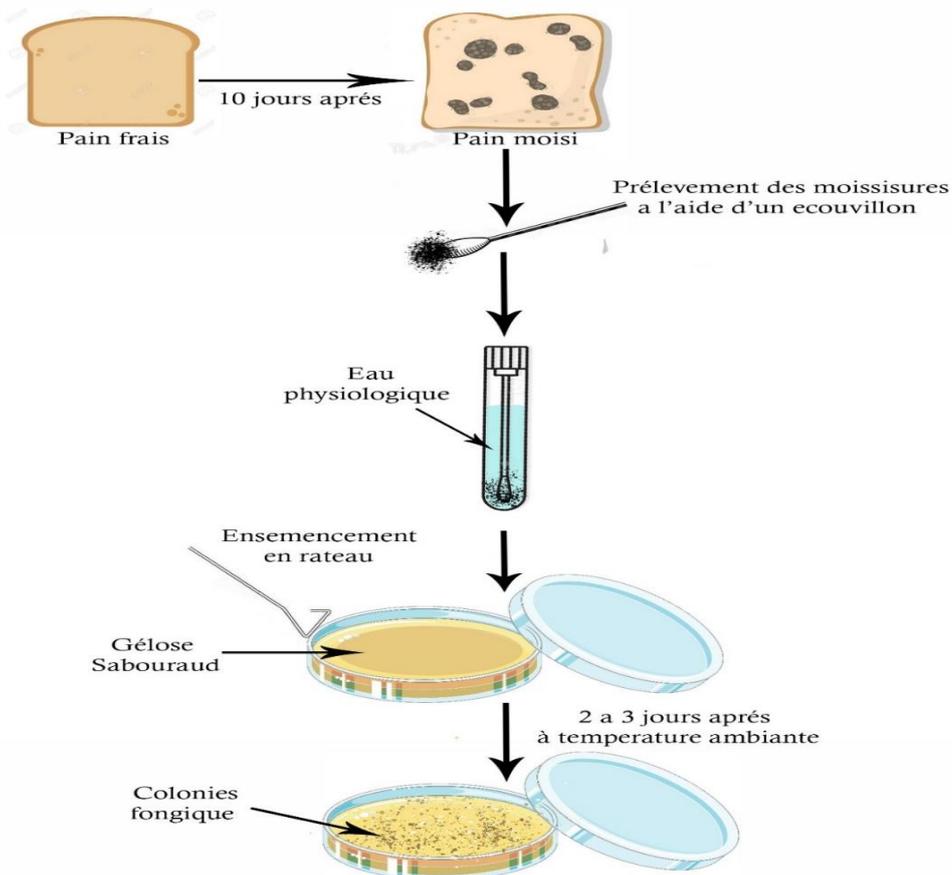


Figure 15: Méthode d'isolement *Aspergillus Niger*

4.4.2 Test antibiogramme pour les souches choisies :

4.4.2.1 Préparation de l'inoculum bactérien :

Avant la réalisation de l'antibiogramme et des tests antibactériens, deux repiquages consécutifs sont effectués pour chaque souche (figure 16). En premier lieu, elles ont été revivifiées dans un bouillon nutritif à 37°C pendant 24h. Le deuxième repiquage en strie est effectué sur milieu solide (gélose nutritive).

Après incubation, deux ou trois colonies, bien isolées, ont été prélevées et mise en culture dans 10ml de bouillon nutritif puis incubées à 37 °C pendant 24h

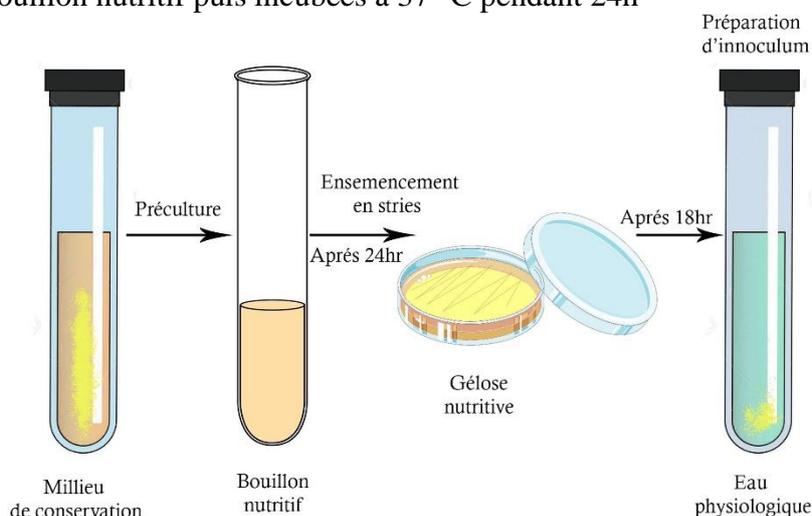


Figure 16 : Préparation de l'inoculum

4.4.2.2 Antibiotiques testés :

Tableau 9: La nomenclature des antibiotiques testés

Abréviations	Nom chimique de l'antibiotique
CZ	Céfazoline
CTX	Céfotaxime
C	Chloramphénicol
CIP	Ciprofloxacine
CTR	Ciprofloxacine
AMC	Amoxicilline + acide clavulanique.
AMP	Ampicilline
AT	Aztréonam
CN	Céfalexine
VA	Vancomycine

4.4.2.3 Test d'antibiogramme :

Afin de déterminer la sensibilité et la résistance des souches utilisées contre les différents antibiotiques, un test d'antibiogramme a été effectué :

➤ **Etape 1 : Préparation des suspensions bactérienne :**

La suspension cellulaire est préparée dans de l'eau physiologique stérile à partir d'une culture jeune et pure toute en respectant la zone stérile autour du bec bunsen

- Prendre 1 colonie bactérienne avec une anse de platine et l'incorporer dans un tube de 3ml d'eau physiologique stérile
- Mélanger vigoureusement le tube à l'aide d'un Vortex
- Incuber pendant 15 min à température ambiante et à l'abri de la lumière.

➤ **Etape 2 : Ensemencement et application des disques :**

L'ensemencement est fait dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum. Il a été réalisé par écouvillonnage de telle façon à avoir après incubation des colonies distinctes mais jointives.

1. l'écouvillon est plonger dans la suspension, l'excès de liquide est éliminé en tournant l'écouvillon sur les parois du tube.
2. la surface entière de la boîte d'agar est frotté trois fois, en faisant tourner la boîte d'environ 60° entre les stries pour assurer une distribution uniforme.

Application des disques :

Les disques sont appliqués sur la surface d'agar avec une pince stérile. Une légère pression est exercée pour assurer un contact complet du disque avec la gélose (maximum 6 disques sur boîte de pétri de 9 cm de diamètre)

➤ **Etape 3 : Incubation d'antibiogramme :**

Les boîtes ont été retourné et incuber à 37°C pour *S.aureus* et 44 °C pour *P.aerugenosa* et *E.coli* pendant 24 h . .

➤ **Etape 4 : Lecture des antibiogrammes :**

Après 16 à 18 heures d'incubation, chaque boîte a été examiné toute en Mesurant les zones d'inhibitions au millimètre à l'aide d'une règle.

Déterminer la sensibilité et la résistance des bactéries en comparant le diamètre d'inhibition mesuré (\emptyset mesuré) et les diamètres critiques supérieure d(CCsup) et inférieure d(CCinf).

(Tableau 09)

Tableau 10 : la sensibilité et la résistance d'une bactérie selon le diamètre d'inhibition mesurés

\emptyset mesuré \geq D(CCinf)	Sensible (S)
\emptyset mesuré $<$ d(CCsup)	Résistant (R)
$d(CCsup) \leq \emptyset$ mesuré $<$ D(CCinf)	Intermédiaire (I)

4.4.3 Activité antibactérienne :

Un ensemencement de l'inoculum en stries serrées sur des géloses sélectifs est effectué après avoir préparé la suspension bactérienne de la souche étudiée (la même méthode de la préparation d'inoculum suivi précédemment), milieu Chapman pour les *S.aureus* , Hektoen pour les *P.aeruginosa* et *E.coli* (figure 17)

Des disques de papier filtre stérile de 5mm de diamètre imbibés de différents extraits (C1, C2, C3) ont été placés à la surface des géloses sèche, inoculée au préalable par 1ml de dilution de la suspension bactérienne des souches étudiées. Après incubation à 37°C pendant 24heures, la sensibilité a été évaluée en mesurant le diamètre d'inhibition. (Diouf et al., 2007)

4.4.4 Activité antifongique :

Ce test est réalisé au niveau du laboratoire de la station expérimentale du département vétérinaire « Université Blida 1 ».

L'activité antifongique des extraits a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé

➤ **Souche fongiques :**

Une seule souche fongique a été testé : *Aspergillus niger* isolé à partir de pain moisi

➤ **Milieux de culture :**

Gélose Sabouraud

➤ **Protocole expérimentale :**

Préparation d' inoculum :

L'aspergillus niger a été isolé à partir du pain moisi

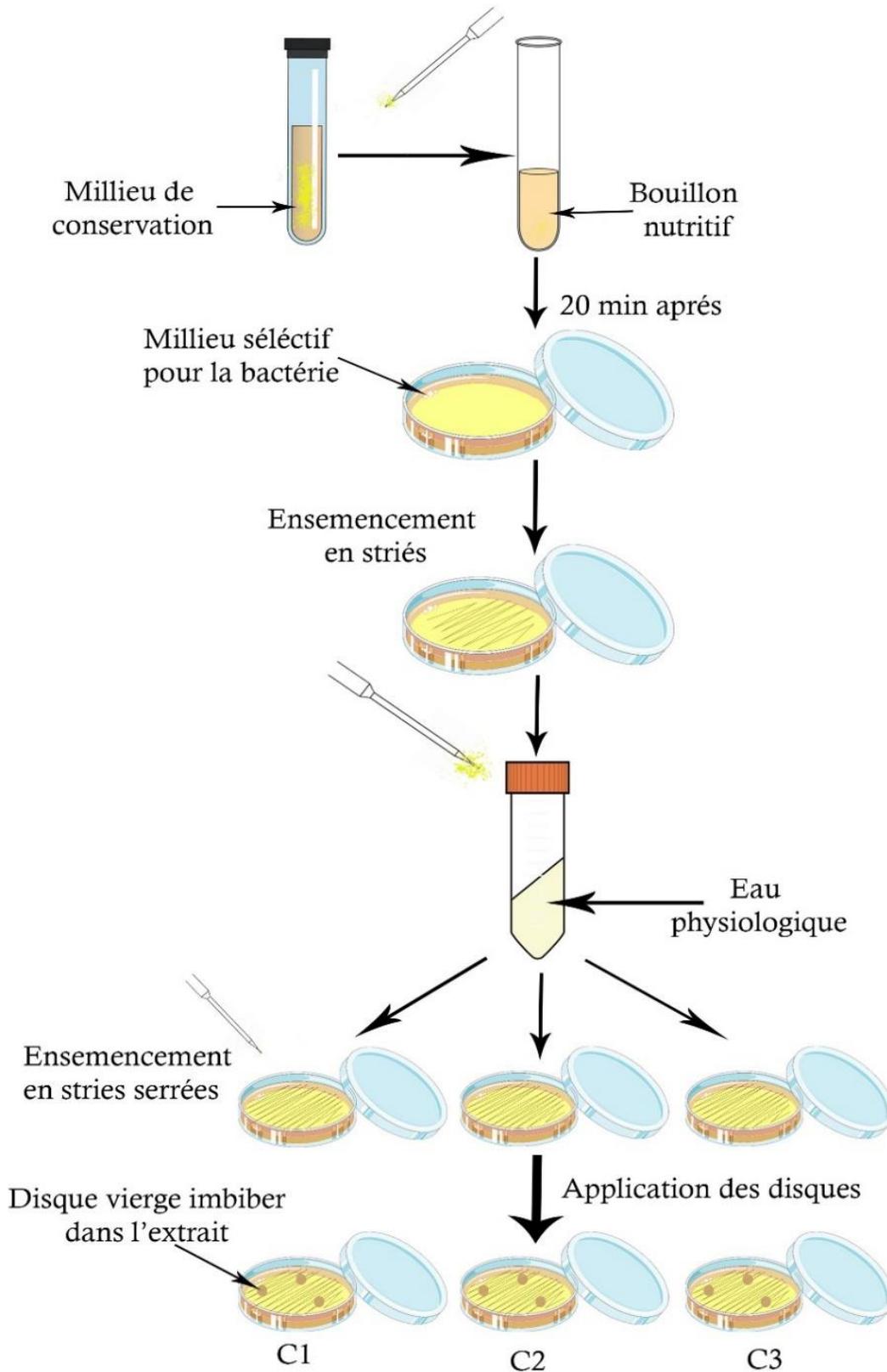


Figure 17: Test d'activité antibactérienne par méthode de diffusion sur gélose

➤ **Méthode d' isolement :**

- Prélaver aseptiquement quelques filaments mycéliens noir par un écouvillon et le transférer dans un tube qui contiens environ 5ml d'eau physiologique stérile
- Incubation 20 min à 37°C

Les mêmes opérations sont effectuées avec *Aspergillus Niger*.(figure 18)

- La moisissure a été incubé pendant 4 à 5 jours dans des boites de Pétrie à une température de 25 C ° (Température ambiante), après incubation l'inoculum des champignons est préparé et l'ensemencement est réalisé par écouvillonnage sur boites Pétri. La lecture des antibiogrammes est faite après 48 à 72 heures d'incubation

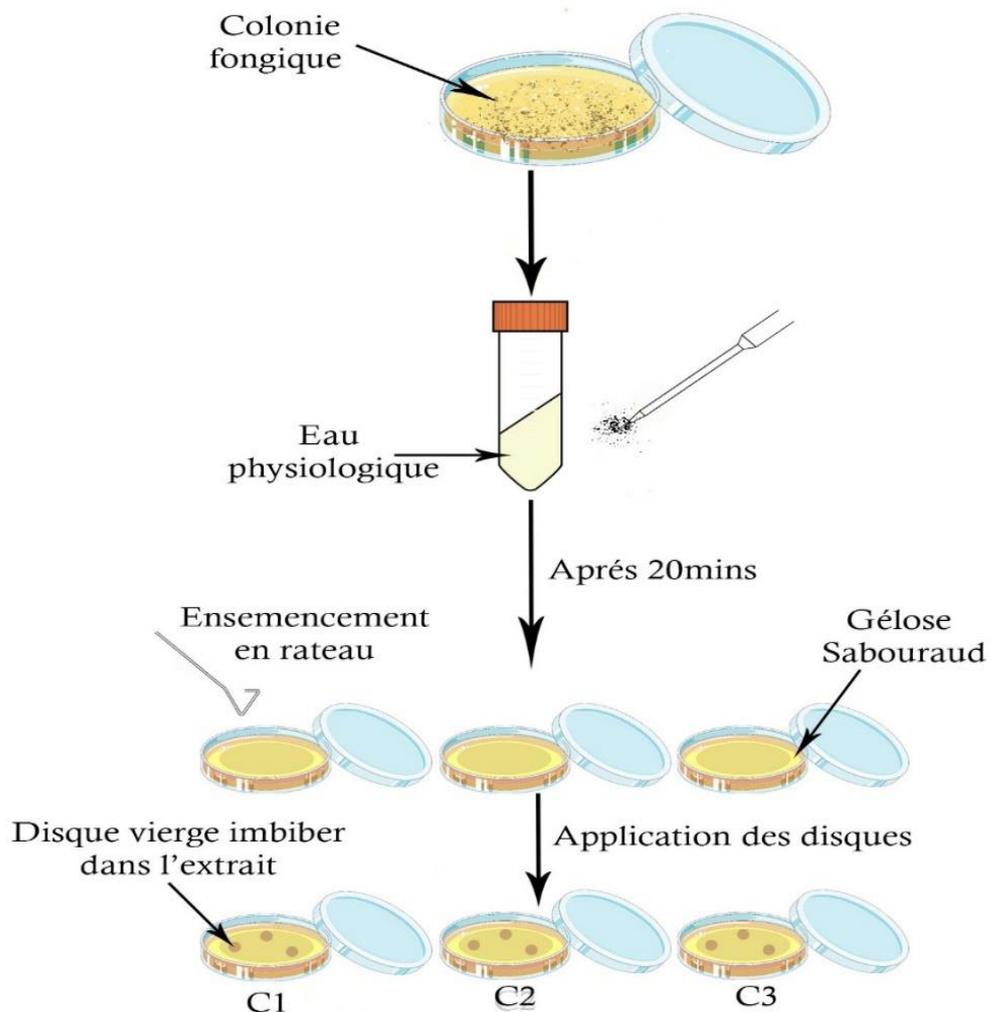


Figure 18 : Teste d'activité antifongique par méthode de diffusion sur gélose

Chapitre II : Résultats

1 Enquête

Les informations concernant l'activité antibactérienne et antifongique de Gingembre et Artemisia ont été collectées à partir des principales bases de données scientifiques telles que Science Direct, Pubmed, Web of Knowledge, et Google. Les Tableaux résumant jusqu'à 21 articles et mémoires sur les propriétés de gingembre et artemisia, qui fournissent des informations sur les méthodes d'extraction, la composition chimique et les résultats obtenus.

Tableau 11: Méthodes d'extraction, principaux constituants et bioactivité de *Z.Officinale*

Plante	Méthode d'extraction	Composés majeurs	Activités Biologique	Référence
<i>Z. officinale</i>	Hydrodistillation	(11.32%), geranial (10.66%), camphene (4.88%), eucalyptol (3.14%), isobornyl formate (1.95%), α -zingiberene (1.64%)	Antibactérien	(Mesomo et al., 2013)
<i>Z. officinale</i>	Extrait aqueux et extrait a solvant organique	Composition chimique non étudiée	Antibactérien	(Kaushik & Goyal, 2011)
<i>Z. officinale</i>	Hydrodistillation	Geranial (25.9%), α -zingiberene (9.5%), (E,E)- α -farnesene (7.6%), neral (7.4%), ar-curcumene (6.6%)	Antibactérien, Antifongique, Antioxydant	(El-Baroty et al., 2010)
<i>Z. officinale</i>	Extraction par macération dans : éthanol	Composition chimique non étudiée	Antibactérien	(Karuppiyah & Rajaram, 2012)
<i>Z. officinale</i>	Extraction par macération	Composition chimique non étudiée	Antibactérien	(Ahmed et al., 2012)

<i>Z. officinale</i>	Hydrodistillation	α -zingiberene (28.62%), camphene (9.32%), ar-curcumene (9.09%), β -phellandrene (7.97%)	Antifongique, Antioxydant	(Lin et al., 2014)
<i>Z. officinale</i>	Extraction par macération dans : L'eau, éthanol et méthanol	Composition chimique non étudiée	Antibactérien	(Gull et al., 2012)
<i>Z. officinale</i>	Extraction par macération dans : Eau/méthanol Chloroforme	Polyphénols Flavonoïdes Tanins5	Antibactérien	(Amari, 2016)
<i>Z. officinale</i>	Hydrodistillation	Monoterpenes Citral (2, 6-octadienal, 3, 7-dimethyl)	Antifongique	(Hussein, 2018)
<i>Z. officinale</i>	Pressées à froid et achetées du commerce	Composition chimique non étudiée	Antibactérien	(Beddou, 2016)
<i>Z. officinale</i>	Distillation à la vapeur	ar-curcumene (59%), b-myrcene (14%), 1,8-cineol (8%), citral (7.5%), and α -zingiberene (7.5%)	Anti-inflammatoire	(de Melo et al., 2011)

Tableau 12 : Méthodes d'extraction, principaux constituants et bioactivité de *A.herba Alba*

Plante	Méthode d'extraction	Composés majeurs	Activités Biologique	Référence
<i>A.herba alba</i>	Hydrodistillation	β-thujone (30.0%) α-thujone (25,7 %) 1,8-cinéole (6,0%) Acétate de bornyle (5,7%) Camphre (4,5 %) Terpinène-4-ol (2,8 %)	Antibactérien	(Akrouit et <i>al.</i> , 2010)
<i>A.herba alba</i>	Macération	Composition chimique non étudiée	Antibactérien	(Kheddoum, 2018)
<i>A.herba alba</i>	Hydrodistillation	cis-thujone (25.5%) trans-thujone (17.7%) alcool vanillylique (11,5%) nor-davanone (7.8%) Camphre (4.9%)	Antibactérien, Antifongique,	(Amor et <i>al.</i> , 2019)
<i>A.herba alba</i>	Hydrodistillation	α+β thujone (16.6 %) Cinéole (13%) Camphre (9 %) Terpinène-4-ol (1.5 %)	Antibactérien	(Yashphe et <i>al.</i> , 1979)

<i>A.herba alba</i>	Macération	Les flavonoïdes Les tanins	Antibactérien	(Charif & Louizini, 2016)
<i>A.herba alba</i>	Hydrodistillation	Terpinène (10.18%) β - pinène (20.75%) Limonene (10.46%)	Antibactérien	(Touil, 2014)
<i>A.herba alba</i>	Hydrodistillation	β-thujone (41.9%) α-thujone (18.4 %) 1,8-cinéole (3.4%) Acétate de bornyle (3.3%) Camphre (4,5 %) Terpinène-4-ol (2,8 %)	Antibactérien, Antioxydant	(Younsi et al., 2016)
<i>A.herba alba</i>	Méthodes chromatographique	Les polyphénols Flavonoïdes	Antibactérien, Antioxydant	(Seddik et al., 2010)
<i>A.herba alba</i>	Extraction par macération	Tanines Les flavonoïdes	Antifongique	(Salhi et al., 2017)
<i>A.herba alba</i>	Extraction soxhlet	Acide 4-Hydroxy benzoïque Hydroquinone Catéchol Acide gallique	Antibactérien, Antioxydant	(Mohammed et al., 2021)
<i>A.herba alba</i>	Distillation à la vapeur	β-thujone (10%) α-thujone (12.7 %) Camphre (3.2 %)	Antibactérien	(Bertella et al., 2018)

D'après les tableaux, les composition majeurs d'artemisia et de gingembre sont des polyphénols telle que les tanins, les terpènes et les flavonoïdes, la présence de ces substances est accompagnée par une grande activité bactérienne sur des différentes bactéries Gram + et Gram - en premier lieux et en deuxième lieux une activité antioxydant. D'autre part, 5 articles ont prouvé l'activité antifongique de gingembre et d'artemisia sur des différentes moisissure

D'après (Cowan, 1999) l'activité antibactérienne des plantes médicinales et aromatique et attribuée à la présence des différents composés polyphénoliques.

La présence des composés phénolique telle que les flavonoïdes et les tanins assure aussi une activité antifongique, l'intensité de cette activité est liée à les méthodes d'extraction, la concentration des composants chimique dans l'extrait et les différents souches fongiques testés (SALEH et al., 2006)

Les résultats prometteurs de ces deux plantes nous ont incités à étudier leur combinaison pour augmenter leur efficacité contre les différents microorganismes.

2 Le rendement

La préparation des extraits des deux plantes *Zingiber officinale* et *Artemesia herba Alba* par la méthode de macération a été réalisée en utilisant l'eau comme solvant d'extraction. Les différents rendements obtenus sont représentés dans la figure

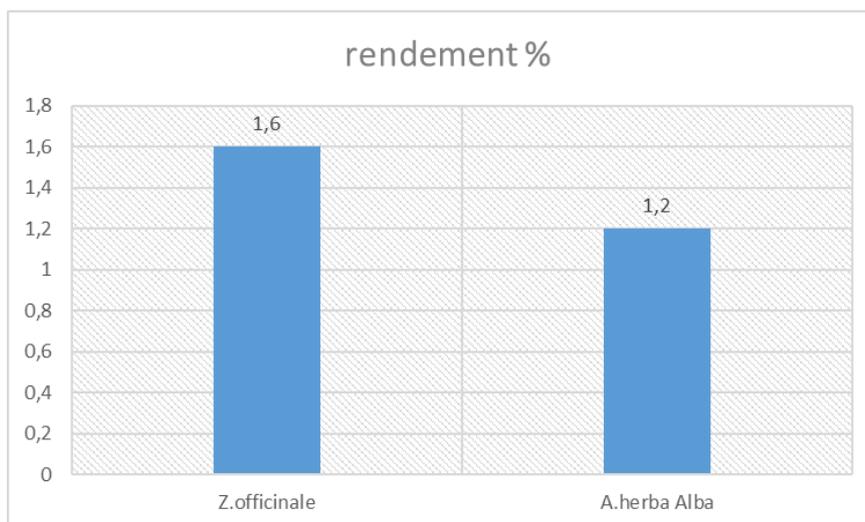


Fig 18 : les différents rendements

Les résultats obtenus montrent que le rendement d'extraction le plus élevé est celui de l'extrait de *Z.officinale* (1.6 %), suivi par l'extrait de l'*A.herba alba* (1.2 %)

Le tableau résume les caractéristiques de chaque extrait. Avant et après évaporation, nous constatons que l'aspect des extraits obtenus était de nature pâteuse et soluble dans l'eau.

Tableau 13: les différentes caractéristiques des extraits

Extrait	Aspect		Couleur	
	Avant	Après	Avant	Après
<i>Z.officinale</i>	Liquid	pâteux	Marron claire	Jaune
<i>A.herba Alba</i>	liquid	pâteux	Marron foncé	Marron

Le rendement de l'*A.herba alba* (1.2%) est considéré faible par rapport aux rendements éthanolique et aqueux la même espèce, le rendement aqueux d'*Artemisia herba alba* de la région de Biskra (Algérie) est de 12.45 % le rendement éthanolique est de 15.64 % (**Mehdi & Salem, 2019**) d'autre part, le rendement d'extrait aqueux de la même espèce dans la région de Tamenrasset (Algérie) est de 18.8% (**Charif & Louizini, 2016**)

Le rendement de *Z.officinale* (1.6%) est considéré comme plus faible par rapport au rendements d'extrait eau/méthanol (5.37%) et l'extrait chloroformique (2.29%) réalisée à Tlemcen (Algérie) (**Amari, 2016**), il est aussi plus faible par rapport aux rendements d'extrait éthanolique étudié à Arabie Saoudite qui est de 5.26 % (**Mostafa et al., 2018**)

Les variations des rendements sont liées aux différents facteurs comme : la propriété génétique de la plante ainsi qu'à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage et de la récolte et aussi aux méthodes d'extraction appliquées. (**Abdallah, 2018**)

3 Etude de pouvoir antimicrobien des extraits d'artemisia et de gingembre :

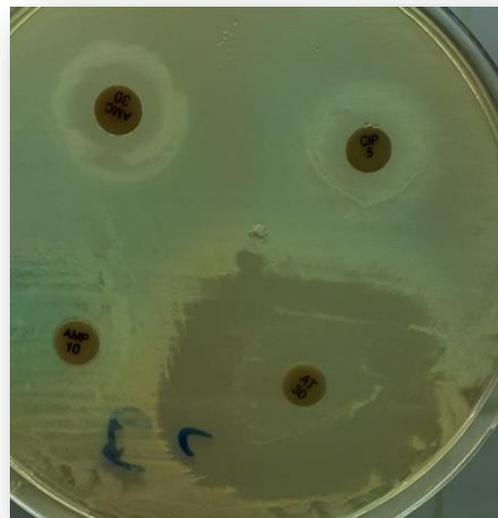
3.1 Résultats du test antibiogramme :

Les neuf antibiotiques utilisés dans le test d'antibiogramme ont été choisis selon leur disponibilité au niveau de laboratoire d'hygiène de Blida

- ***Escherichia coli*** : La bactérie isolée à partir du merguez a développé une résistance et une sensibilité contre les antibiotiques suivants :

Tableau 14 : sensibilité d' Escherichia coli contre les antibiotiques

Antibiotiques	Sensibilité
Ciprofloxacine	Sensible
Céfazoline	Résistante
Céfalexine	sensible
Céfotaxime	sensible
Chloramphénicol	Sensible
Ciprofloxacine	intermédiaire
Aztréonam	sensible
Amoxicilline	sensible
Ampicilline	Résistante

**Figure 19**: les zones d'inhibitions des antibiotiques d'E.coli

- *Pseudomonas aeruginosa* : La bactérie testée sensible / intermédiaire contre les antibiotiques suivants :

Tableau 15 : sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* contre les antibiotiques

Antibiotiques	Sensibilité
Ciprofloxacine	Sensible
Céfazoline	intermédiaire
Céfalexine	sensible
Céfotaxime	sensible
Chloramphénicol	Sensible
Ciprofloxacine	sensible
Aztréonam	sensible
Amoxicilline	sensible

**Figure 20**: les zones d'inhibitions des antibiotiques *Pseudomonas aeruginosa*

- *Staphylocoque aureus* : La sensibilité de cette bactérie est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16 : sensibilité de *Staphylocoque aureus* contre les antibiotiques.

Antibiotiques	Sensibilité
Aztréonam	Sensible
Céfazoline	sensible
Céfalexine	sensible
Vancomycine	Intermédiaire
Chloramphénicol	Sensible
Ciprofloxacine	sensible
Ciprofloxacine	Intermédiaire
Amoxicilline .	sensible
Ampicilline	sensible

Selon les résultats d'antibiogramme, nous remarquons que la bactérie *E.coli* est résistante contre l'ampicilline et la céfazoline , intermédiaire a la Ciprofloxacine et sensible pour les autres antibiotiques testés (Céfotaxime , Chloramphénicol , Amoxicilline , Aztréonam , Céfalexine) .

La bactérie *P.aeruginosa* est a sensibilité intermédiaire contre la céfazoline et l'ampicilline , sensible pour la majorité des antibiotiques testés (Céfotaxime , Chloramphénicol , Amoxicilline , Aztréonam , Ciprofloxacine , Céfotaxime , Céfalexine) . *P.aeruginosa* n'a présenté aucune résistance contre aucun antibiotiques.

S.aureus a montré sa sensibilité contre L'ampicilline et la majorité des autres antibiotiques (Céfotaxime , Chloramphénicol , Amoxicilline , Aztréonam , Céfalexine) et elle été a sensibilité intermédiaire pour la Ciprofloxacine et la Vancomycine .

La résistance aux antibiotiques d'une bactérie peut résulter soit de mutations soit de l'acquisition de gènes de résistance conférant la résistance à un ou plusieurs antibiotiques.

(Institut Pasteur)

Une présence d'*E coli* de *staphylococcus aureus* et dans les merguez traduit un manque d'hygiène de la matière première ,du personnel ou de l'environnement existant autour du produit.

La présence énorme des antibiotiques dans les viandes rouges est dû aux traitements curatives contre les maladies bovines au non-respect du délais d'abattage après traitement ou à leur utilisation dans la production animale.(**Adzitey et al., 2020**)

D'après l'étude faite à Ghana (**Adzitey et al., 2020**) sur la résistance d'*Escherichia coli* isolée à partir des viandes rouges, les isolats d'*E. coli* étaient hautement résistants à l'érythromycine

(85,00 %), à la tétracycline (73,33 %) et à l'ampicilline (71,67 %). Une résistance intermédiaire a été observée pour tous les antibiotiques examinés, et elle variait de 3 à 10%.

Le test de sensibilité aux antimicrobiens par diffusion sur disque a montré une résistance de plusieurs isolats d'E coli à l'ampicilline, à l'érythromycine, à la tétracycline, à la streptomycine, au triméthoprim-sulfaméthoxazole, au chloramphénicol et à la gentamicine à partir des produits avicoles vendus à Bangladesh (**Rahman et al.,2020**)

En utilisant les méthodes qualitatives et quantitatives, *S. aureus* a été détectée dans 35,0% (647/1850) des échantillons de viandes et produits carnés vendus au détail en Chine (**Yang et al., 2016**)

D'après (**Yang et al., 2016**),La résistance la plus fréquente a été observée à l'ampicilline (85,4 %), suivie de la pénicilline (84,6 %), de l'érythromycine (52,7 %), de la tétracycline (49,3 %), de la kanamycine (45,3 %), de la télithromycine (30,1 %), de la clindamycine (29,6 %), streptomycine (21,1 %), norfloxacine (20,4 %), gentamicine (19,4 %), acide fusidique (18,4 %), ciprofloxacine (16,9 %), chloramphénicol (13,1 %), amoxicilline/acide clavulanique (11,0 %) et autres (<10%). 7,4% des isolats (62/868) ont été confirmés comme résistants à la *méthicilline*.

Par ailleurs La prévalence globale de la contamination par *S. aureus* à partir de saucisses vendus en Algérie était de 25,22 % (n=58/230). Plus de 83. 33% des souches ont montré une résistance à au moins un des antibiotiques testés. La plus importante était la tétracycline (58 %) suivie de la fosfomycine (33 %), de la pénicilline G (25 %) et de l'oxacilline (36 %) d'après une étude réalisée par (**Hachemi et al., 2019**)

La contamination par *Pseudomonas* dans l'eau est classiquement rapportée dans la littérature, touchant la robinetterie et les canalisations d'alimentation mais peu les collecteurs. La bactérie pénètre dans l'installation très souvent par des phénomènes de rétro contamination : mains, projection d'eau, siphons, ... (**Sialve et al., 2009**)

P. aeruginosa est naturellement résistant à de nombreux antibiotiques en raison de la présence d'une membrane externe peu perméable aux petites molécules,de la production d'une enzyme modificateur des aminosides .

Les antibiotiques habituellement actifs contre *P. aeruginosa* sont peu nombreux et d'usage hospitalier. β -lactamines : pipéracilline (associée à l'inhibiteur de β -lactamase tazobactam), ceftazidime, céfépime, ceftolozane (associé au tazobactam), ceftazidime (associée à

l'inhibiteur de β lactamase avibactam), aztréonam, imipénème et méropénème Aminosides : tobramycine et amikacine Fluoroquinolones : ciprofloxacine Polymyxines : polymyxine B et colistine (**Jeannot & Guillard**). En contre partie dans notre étude Le germe de *P.aerogénosa* isolé à partir de l'eau paraît très sensible aux antibiotiques .

3.2 Détermination de l'activité antimicrobienne des extraits d'Artemisia et de gingembre

L'évaluation de l'activité antimicrobienne de différents extraits permis de mettre en évidence l'efficacité de celles si sur les trois souches bactériennes (*Escherichia coli* , *staphylococcus aureus* et *pseudomonas aeruginosa*) et la souche fongique (*Aspergillus Niger*)

Le pouvoir antibactérien des extraits a été estimé en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant les extraits à tester



Figure 21 : Zone d'inhibition de la bactérie *P.aeruginosa*



Figure 22 : Zone d'inhibition de la bactérie *S.aureus*

Les résultats obtenue pour déterminé l'activité antimicrobienne des différents extraits sont présentés dans le tableau et l'histogramme suivants :

Tableau 17 : Effet des différents extraits sur les souches testées

Souches	Zone d'inhibition (mm)		
	C1	C2	C3
<i>S.aureus</i>	6	10	9
<i>E.coli</i>	0	0	0
<i>P.aeruginosa</i>	6	0	6
<i>A.niger</i>	0	0	0

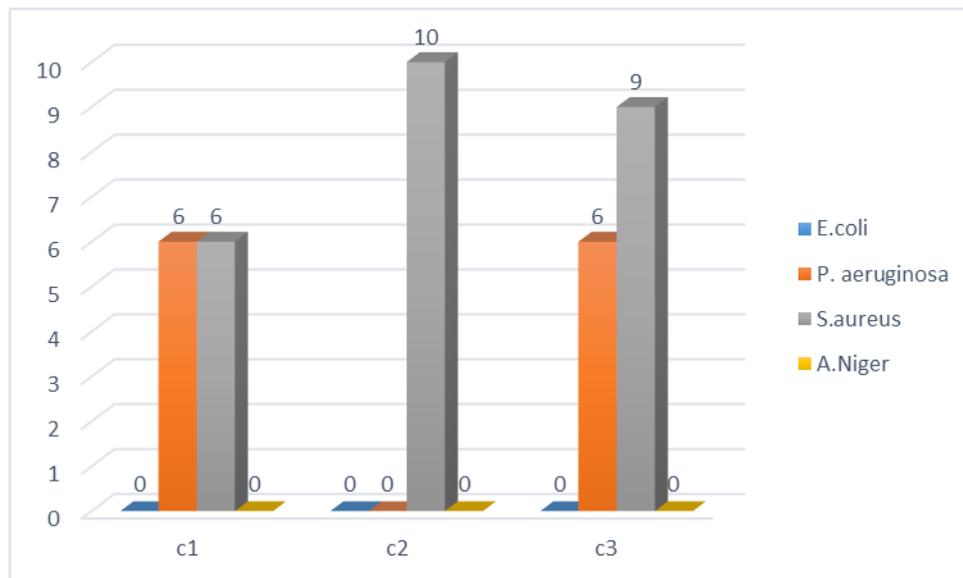


Figure 23: Histogramme d'effet des différents extraits sur les souches testées

Les résultats obtenus montrent que L'extrait C1 (Gingembre 50 % Artemisia 50%) a un effet sur les bactéries *S. aureus* et *P. aeruginosa*. D'autre part, l'extrait C2(Gingembre 75 % Artemisia 25%) a un effet sur *S. aureus* seulement, bien que l'extrait C3 (Gingembre 25% Artemisia 75%) a un effet sur la bactérie *S. aureus* et *P. aeruginosa*.

Les résultats obtenus des trois extraits aqueux ont révélé que la souche bactérienne *E. coli* et la souche fongique **A. Niger** n'ont montré aucune zone d'inhibition aux différentes concentrations

Les extraits C1, C2, C3 ont enregistré un effet antimicrobien plus prononcés sur *S.aureus* avec des diamètres de 6 mm, 10mm et de 9 mm respectivement . Pour *P.aeruginosa* la zone d'inhibition a présenté un diamètre de 6mm pour les concentrations C1 et C3. En contre partie pour la concentration C2 aucune zone n'est observé.

Par ailleurs, l'extrait contenant plus de concentration en gingembre a montré son efficacité contre la bactérie Gram + *S.aureus* tandis que l'extrait a concentration élevé en Artemisia herba alba a donné des résultats positifs aussi bien sur la bactérie Gram - *P.aeruginosa* que la bactérie *E.coli*.

L'hypersensibilité des souches Gram + peut s'expliqué par la probabilité de leurs sensibilités au changement environnementaux externes, tels que la température, le pH et les extrait naturels due à l'absence de la membrane externe (**Balentine et al., 2006**)

Plusieurs recherches scientifiques ont prouvé l'efficacité des extraits éthanol ou de l'huile essentielle de l'Artemisia herba alba aussi bien sur des bactéries que des levures moisissures (**Ramezani et al., 2004**), ce qui confirme les résultats obtenus lors de notre étude.

L'étude scientifique élaborée par (**Karuppiah & Rajaram, 2012**) à démontrer la sensibilité des bactéries Gram + (*S. aureus* et *Bacillus sp*) et Gram – (*E. coli* , *P.aeruginosa* , *Klebsiella sp* , *Proteus sp*) contre l'extrait éthanol du gingembre ce qui approuve que le gingembre a un effet antibactérien .

Après avoir consulté de nombreux articles, recherches scientifiques, aucun de ces derniers n'a traité l'effet antibactérien de combinaison de ces plantes étant extrait aqueux. Nos résultats ont donné un diamètre d'inhibition de 6mm pour la souche *P.aerugenosa* semblent être plus importants que celle apportées par d'autres études (**Charif & Louizini, 2016**) sur l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* seul qui a mentionné aucune zone d'inhibition pour la souche *P.aerugenosa* .

Selon (**Abdallah, 2018**) , les variations des résultats antibactériens pourraient être attribuées au fait que les deux plantes sont fortement affecté par les conditions environnantes qui peuvent altérer la qualité et la quantité des composés photochimiques bioactifs. Parmi ceux-ci figurent les stress abiotiques, notamment les facteurs de stress environnementaux comme la lumière, l'humidité ,la lumière, l'humidité, la température, les nutriments du sol et les facteurs de stress biotiques tels que les herbivores, les insectes, les micro-organismes et les facteurs humains tels que le moment de la récolte et de la manipulation du matériel végétal .En outre, la méthode d'extraction, le solvant utilisé, les bactéries testées et la source des bactéries testées pourraient jouer un rôle important dans les différences de résultats antibactériens des deux plantes étudiées .

D'après (**Mostafa et al., 2018**) l'activité antibactérienne de l'extrait d'une plante est liée à sa composition chimique, (**Malu et al., 2009**) ont démontré que L'activité antibactérienne d'extraits de gingembre pourraient être attribuées aux sesquiterpénoïdes dont le principal composant est le zingiberène. Par ailleurs (**Park et al., 2008**) ont constaté que le [10]-gingérol et le [12]-gingérol du rhizome de gingembre ont démontré des activités antibactériennes élevées in vitro. D'après (**Amor et al., 2019**) l'activité antibactérienne et antifongique d'*Artemisia* est liée à la présence des monoterpènes

L'activité antimicrobienne de ces composés, résulte probablement d'une combinaison de plusieurs modes d'action, impliquant différentes cibles cellulaires (**Burt, 2004**)

La propriété hydrophobe qui caractérise les molécules présentes dans les huiles essentielles et extraits de plantes, permettent leur solubilisation dans les membranes, ce qui provoque une déstabilisation de la structure et une augmentation de la perméabilité membranaire (**Sikkema et al., 1994**) Ces modifications entraînent une fuite d'ions, de composés intracellulaires et l'inhibition des enzymes membranaires intégrées (**Campêlo et al., 2019**)

Conclusion

Notre travail consistait à évaluer l'effet antibactérien de la combinaison des deux plantes *Artemisia herba elba* qui a été choisi puisqu' elle est une plante aromatique, médicinale très connue en Algérie et le *Zingiber officinale* qui fait partie dans la composition des médicaments et les préparations culinaires.

Une synthèse bibliographique comportant plusieurs articles et mémoires nationales et internationales concernant l'activité antibactérienne et antifongique du Gingembre et de l'Artemisia ont été collectées à partir des principales bases de données scientifiques telles que Science Direct, Pubmed, Web of Knowledge, et Google.

Différentes combinaisons entre les extraits des deux plantes ont été préparés (concentration 1 : Gingembre 50 % Artemisia 50%, Concentration 2 : Gingembre75 % Artemisia 25%, concentration 3 : Gingembre 25% Artemisia 75 %).

Afin de déterminer la sensibilité et la résistance des souches utilisées contre différents antibiotiques, un test d'antibiogramme a été effectué.

D'après cette synthèse, la présence des composés phénolique telle que les flavonoïdes et les tanins permet un développement d'une activité antimicrobienne et antifongiques contre plusieurs souches connues par leurs implications dans la détérioration de la qualité marchande, hygiénique et sanitaire des aliments

Le rendement d'extraction par macération dans l'eau distillé le plus élevée a été révélé dans l'extrait de gingembre avec une valeur de 1.6 % suivi par un rendement de 1.2% pour L'armoise

La méthode de diffusion sur gélose a montré que la combinaison entre les différents extraits d'armoise et de gingembre a un effet antibactérien considérable contre *Staplylococcus aureus* avec des diamètres d'inhibition de 6 mm, 10mm et de 9 mm respectivement pour les trois concentrations réalisées. Un diamètre d'inhibition de 6mm a été enregistré pour les combinaisons un et trois contre *P.eruginosa* . Tandis que pour les souches *Aspergillus Niger* et *E.coli* une résistance contre ces extraits a été révélé ceci est due probablement à leur résistance aux antibiotiques

L'ensemble de ces résultats obtenus in vitro ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement active, une étude in vivo est souhaitable, pour obtenir une vue plus approfondie d'une part sur les activités antibactérienne et d'autre part sur l'activité antioxydant du mélange aqueux des extraits de ces plantes et la possibilité de leur incorporation dans les denrées alimentaires étant conservateur naturel du mélange aqueux des extraits de ces plantes et la possibilité de leur incorporation dans les denrées alimentaires en tant que conservateur naturel.

Références Bibliographique

- Abdalla, W. E., & Abdallah, E. M. (2018). Antibacterial Activity of Ginger (*Zingiber Officinale* Rosc.) Rhizome: A Mini Review. *International Journal of Pharmacognosy and Chinese Medicine*, 2(4), 000142. <https://www.researchgate.net/publication/325999178>
- Adzitey, F., Assoah-Peprah, P., Teye, G. A., Somboro, A. M., Kumalo, H. M., & Amoako, D. G. (2020). Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Escherichia coli* Isolated from Various Meat Types in the Tamale Metropolis of Ghana. *International Journal of Food Science*, 2020, 8877196. <https://doi.org/10.1155/2020/8877196>
- Ahmed, S. A., Jabbar, I. I., & Abdul, H. E. (2012). Study the Antibacterial Activity of *Zingiber officinale* roots against Some of Pathogenic Bacteria. *Al-Mustansiriyah Journal of Science*, 23(3), 63–70.
- Akrout, A., Jani, H., Amouri, S., & Neffati, M. (2010). Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba-alba* Asso. and *Thymus capitatus* Hoff et Link. growing wild in the southern of Tunisia. *Recent Res. Sci. Technol.*, 2, 29–39.
- Alfonzo, A., Martorana, A., Guarrasi, V., Barbera, M., Gaglio, R., Santulli, A., Settanni, L., Galati, A., Moschetti, G., & Francesca, N. (2017). Effect of the lemon essential oils on the safety and sensory quality of salted sardines (*Sardina pilchardus* Walbaum 1792). *Food Control*, 73, 1265–1274.
- AMARI, S. (2016). *Étude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne et antioxydante de deux extraits de la plante Zingiber officinale*. UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM.
- Amor, G., Caputo, L., Storia, A., De Feo, V., Mauriello, G., & Fechtali, T. (2019). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Artemisia herba-alba* and *Origanum majorana* Essential Oils from Morocco. *Molecules*, 24, 4021. <https://doi.org/10.3390/molecules24224021>
- Antolak, H., Czyzowska, A., & Kregiel, D. (2017). Antibacterial and Antiadhesive Activities of Extracts from Edible Plants against Soft Drink Spoilage by *Asaia* spp. *Journal of Food Protection*, 80(1), 25–34. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-16-134>
- Balentine, C. W., Crandall, P. G., O'Bryan, C. A., Duong, D. Q., & Pohlman, F. W. (2006). The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science*, 73(3), 413–421. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.12.003>
- Baliga, M. S., Haniadka, R., Pereira, M. M., D'Souza, J. J., Pallaty, P. L., Bhat,

- H. P., & Popuri, S. (2011). Update on the chemopreventive effects of ginger and its phytochemicals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(6), 499–523.
- Beddou, S. (2016). *Étude de l'activité antibactérienne d'extraits de plantes médicinales sur des espèces bactériennes multi-résistantes aux antibiotiques*. Université ABOUBEKR BELKAÏD – Tlemcen Faculté.
- Bertella, A., Benlahcen, K., Abouamama, S., Pinto, D. C. G. A., Maamar, K., Kihal, M., & Silva, A. M. S. (2018). Artemisia herba-alba Asso. essential oil antibacterial activity and acute toxicity. *Industrial Crops and Products*, 116(October 2017), 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.064>
- Bézanger-Beauquesne, L., Pinkas, M., Torck, M., & Trotin. (1982). Plantes médicinales des régions tempérées No Title. *Journal d'agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée*, 108–109.
- Bornert, G. (2000). Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue de Medecine Veterinaire*, 151(11), 1003–1010.
- Bouarab Chibane, L., Degraeve, P., Ferhout, H., Bouajila, J., & Oulahal, N. (2019). Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(4), 1457–1474. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9357>
- Boussoula, E., Satrani, B., Ghanmi, M., Rhafouri, R., Thévenon, M.-F., Burri, S., Alaoui, M. B., & Chaouch, A. (2017). *Effect of the harvest stage on the chemical composition and bioactivity of Moroccan Artemisia herba alba essential oils*.
- Braun, P., & Sutherland, J. P. (2004). Predictive modelling of growth and measurement of enzymatic synthesis and activity by a cocktail of *Brochothrix thermosphacta*. *International Journal of Food Microbiology*, 95(2), 169–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.02.012>
- Brewer, M. S. (2011). Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(4), 221–247. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00156.x>
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Butin, A. (2018). *Le gingembre : de son utilisation ancestrale à un avenir prometteur To cite this version : HAL Id : hal-01932085 soutenance et mis à*

disposition de l ' ensemble de la Contact : ddoc-theseexercice-contact@univ-lorraine.fr.

- Caleja, C., Barros, L., Antonio, A. L., Carocho, M., Oliveira, M. B. P. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. *Food Chemistry*, 210, 262–268.
- Campêlo, M. C. S., Medeiros, J. M. S., & Silva, J. B. A. (2019). Natural products in food preservation. *International Food Research Journal*, 26(1), 41–46.
- Charif, N., & Louizini, L. (2016). *L ' activité antioxydante et antibactérienne de l ' extrait aqueux d ' Artemisia herba alba*. Université MOULOUD MAMMERI Tizi-Ouzou.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564–582.
- Davidson, P. M., Taylor, T. M., & Schmidt, S. E. (2012). Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 765–801.
- Dawidowicz, A. L., Rado, E., Wianowska, D., Mardarowicz, M., & Gawdzik, J. (2008). Application of PLE for the determination of essential oil components from *Thymus vulgaris* L. *Talanta*, 76(4), 878–884. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.04.050>
- de Melo, G. A. N., Grespan, R., Fonseca, J. P., Farinha, T. O., da Silva, E. L., Romero, A. L., Bersani-Amado, C. A., & Cuman, R. K. N. (2011). Inhibitory effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) essential oil on leukocyte migration in vivo and in vitro. *Journal of Natural Medicines*, 65(1), 241–246.
- Dilbaghi, N., & Sharma, S. (2007). Food spoilage, food infections and intoxications caused by microorganisms and methods for their detection. *Food and Industrial Microbiology*, 2–42.
- Diouf, D., Samba-Mbaye, R., Lesueur, D., Ba, A. T., Dreyfus, B., De Lajudie, P., & Neyra, M. (2007). Genetic diversity of *Acacia seyal* Del. rhizobial populations indigenous to Senegalese soils in relation to salinity and pH of the sampling sites. *Microbial Ecology*, 54(3), 553–566.
- El-Baroty, G. S., Abd El-Baky, H. H., Farag, R. S., & Saleh, M. A. (2010). Characterization of antioxidant and antimicrobial compounds of cinnamon and ginger essential oils. *African Journal of Biochemistry Research*, 4(6), 167–174.
- Embuscado, M. E. (2015). Spices and herbs: Natural sources of antioxidants—a

- mini review. *Journal of Functional Foods*, 18, 811–819.
- Faivre, C., Lejeune, R., Staub, H., & A, P. G. (2006). *Monographie mddicalisde Zingiber officinale Roscoe*. 99–102. <https://doi.org/10.1007/s10298-006-0162>
- Food and Drug Administration. (2012). *bad bug book, Handbook of Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins* (2nd ed.).
- Gharbi, Z., & Sand, R. (2008). *A guide to medicinal plants in north Africa*.
- Gigon, F. (2012). Le gingembre, une épice contre la nausée. *Phytotherapie*, 10(2), 87–91. <https://doi.org/10.1007/s10298-012-0695-4>
- Gould, G. W. (2000). *Preservation : past , present and future*. 56(1), 84–96.
- Govaris, A., Solomakos, N., Pexara, A., & Chatzopoulou, P. S. (2010). The antimicrobial effect of oregano essential oil, nisin and their combination against Salmonella Enteritidis in minced sheep meat during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*, 137(2–3), 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.12.017>
- Govindarajan, V. S., & Connell, D. W. (1983). Ginger—chemistry, technology, and quality evaluation: part 1. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 17(1), 1–96.
- Gull, I., Saeed, M., Shaukat, H., Aslam, S. M., Samra, Z. Q., & Athar, A. M. (2012). *Inhibitory effect of Allium sativum and Zingiber officinale extracts on clinically important drug resistant pathogenic bacteria*. 1–6.
- Gustavsson, E., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Global food losses and food waste*.
- Gutierrez, J., Rodriguez, G., Barry-Ryan, C., & Bourke, P. (2008). Efficacy of plant essential oils against foodborne pathogens and spoilage bacteria associated with ready-to-eat vegetables: antimicrobial and sensory screening. *Journal of Food Protection*, 71(9), 1846–1854. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.9.1846>
- Gyawali, R., Hayek, S., & Ibrahim, S. (2015). *Plant extracts as antimicrobials in food products: types." Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality (2014): 31. (pp. 31–41)*.
- Hachemi, A., Zenia, S., Denia, M. F., Guessoum, M., Hachemi, M. M., & Ait-Oudhia, K. (2019). Epidemiological study of sausage in Algeria: Prevalence, quality assessment, and antibiotic resistance of Staphylococcus aureus isolates and the risk factors associated with consumer habits affecting foodborne poisoning. *Veterinary World*, 12(8), 1240–1250. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.1240-1250>

- Herrero, M., Cifuentes, A., & Ibañez, E. (2006). Sub- and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae and microalgae - A review. *Food Chemistry*, 98(1), 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.058>
- Huis In't Veld, J. H. J. H. I. (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: An overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 1–18. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(96\)01139-7](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01139-7)
- Hussein, K. (2018). *Antifungal activity and chemical composition of ginger essential oil against ginseng pathogenic fungi*.
- Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>
- Jeannot, K., & Guillard, T. (n.d.). *Pseudomonas aeruginosa*. 1–6.
- Kantor, L. S., Lipton, K., Manchester, A., & Oliveira, V. (1997). Estimating and Addressing America's Food Losses. *Food Review/ National Food Review*, 20(1), 234453. <https://econpapers.repec.org/RePEc:ags:uersfr:234453>
- Karuppiyah, P., & Rajaram, S. (2012). Antibacterial effect of *Allium sativum* cloves and *Zingiber officinale* rhizomes against multiple-drug resistant clinical pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(8), 597–601. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60104-X](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60104-X)
- Kaushik, P., & Goyal, P. (2011). Evaluation of Various Crude Extracts of *Zingiber officinale* Rhizome for Potential Antibacterial Activity: A Study *in Vitro*. *Advances in Microbiology*, 01(01), 7–12. <https://doi.org/10.4236/aim.2011.11002>
- Kayser, F. H., Böttger, E. C., Deplazes, P., Haller, O., & Roers, A. (n.d.). *Manuel de poche de Microbiologie médicale* (Editions.lavoisier.fr (Ed.); 2e édition).
- Khan, N. T. (2019). *Traditional Medicine & Clinical Naturopathy Therapeutic Potentials of Zingiber officinale*. 8(1), 1–2. <https://doi.org/10.4172/2573-4555.1000278>
- Kubra, I. R., & Rao, L. J. M. (2012). An impression on current developments in the technology, chemistry, and biological activities of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(8), 651–688.
- Lianou, A., Panagou, E. Z., & Nychas, G. J. E. (2016). Microbiological spoilage of foods and beverages. In *The Stability and Shelf Life of Food*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100435-7.00001-0>

- Lin, R.-J., Chen, C.-Y., Lu, C.-M., Ma, Y.-H., Chung, L.-Y., Wang, J.-J., Lee, J.-D., & Yen, C.-M. (2014). Anthelmintic constituents from ginger (*Zingiber officinale*) against *Hymenolepis nana*. *Acta Tropica*, *140*, 50–60.
- Malu, S. P., Obochi, G. O., Tawo, E. N., & Nyong, B. E. (2009). Antibacterial activity and medicinal properties of ginger (*Zingiber officinale*). *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, *15*(3–4).
- Marion Kaplan. (2003). *Nutrition consciente - les aliments au coeur de votre santé* (Grancher (Ed.)).
- Martínez-Graciá, C., González-Bermúdez, C. A., Cabellero-Valcárcel, A. M., Santaella-Pascual, M., & Frontela-Saseta, C. (2015). Use of herbs and spices for food preservation: advantages and limitations. *Current Opinion in Food Science*, *6*, 38–43.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.11.011>
- Mehdi, D., & Salem, O. (2019). *Mémoire de master*. 2018–2019.
- Mesomo, M. C., Corazza, M. L., Ndiaye, P. M., Dalla Santa, O. R., Cardozo, L., & de Paula Scheer, A. (2013). Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): Chemical composition and antibacterial activity. *The Journal of Supercritical Fluids*, *80*, 44–49.
- Militello, M., Settanni, L., Aleo, A., Mammina, C., Moschetti, G., Giammanco, G. M., Blázquez, M. A., & Carrubba, A. (2011). Chemical composition and antibacterial potential of *Artemisia arborescens* L. essential oil. *Current Microbiology*, *62*(4), 1274–1281.
- Mlle KHEDDOUM Naima Loudjaine. (2018). *Etude du pouvoir antibactérien d'Artemisia herba alba « CHIH »*.
- Mohammed, M. J., Anand, U., Pratap-Singh, A., Altemimi, A. B., Tripathi, V., & Guo, Y. (2021). *Phenolic Composition, Antioxidant Capacity and Antibacterial Activity of White Wormwood (Artemisia herba-alba)*. 1–13.
- Mostafa, A. A., Al-Askar, A. A., Almaary, K. S., Dawoud, T. M., Sholkamy, E. N., & Bakri, M. M. (2018). Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *25*(2), 361–366.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.02.004>
- Negi, P. S. (2012). Plant extracts for the control of bacterial growth: efficacy, stability and safety issues for food application. *International Journal of Food Microbiology*, *156*(1), 7–17.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.006>
- Nowak, A., Czyzowska, A., Efenberger, M., & Krala, L. (2016). Polyphenolic extracts of cherry (*Prunus cerasus* L.) and blackcurrant (*Ribes nigrum* L.)

- leaves as natural preservatives in meat products. *Food Microbiology*, 59, 142–149.
- Pardakhti, A. R., Mehari, M., Zhang, M., Zhao, R., Wang, D., Wang, L., Zhang, Q., Wei, S., Lu, F., Peng, W., Wu, C., Mohamed, T. A., Abd El Aty, A. A., Shahat, A. A., Abdel-Azim, N. S., Shams, K. A., Elshamy, A. A., Ahmed, M. M., Youns, S. H. H., ... Segal, R. (2019). The antibacterial and antispasmodic activity of artemisia herba Alba asso. II. Examination of essential oils from various chemotypes. *Phytotherapy Research*, 14(3), 29–39. <https://doi.org/10.4314/gjpas.v15i3-4.48561>
- Park, M., Bae, J., & Lee, D.-S. (2008). Antibacterial activity of [10]-gingerol and [12]-gingerol isolated from ginger rhizome against periodontal bacteria. *Phytotherapy Research*, 22(11), 1446–1449. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ptr.2473>
- Parlapani, F., Mallouchos, A., Haroutounian, S., & Boziaris, I. (2017). Volatile organic compounds of microbial and non-microbial origin produced on model fish substrate un-inoculated and inoculated with gilt-head sea bream spoilage bacteria. *LWT - Food Science and Technology*, 78, 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.020>
- Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Sant'Ana, A. S., Domínguez, R., Rodríguez-Lázaro, D., & Lorenzo, J. M. (2021). Application of essential oils as antimicrobial agents against spoilage and pathogenic microorganisms in meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 337, 108966. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108966>
- Patočka, J., & Plucar, B. (2003). Pharmacology and toxicology of absinthe. *Journal of Applied Biomedicine*, 1(4), 199–205.
- Pebret, F. (2003). *Maladies infectieuses: toutes les pathologies des programmes officiels des études médicales ou paramédicales*. Heures de France.
- Ramezani, M., Fazli-Bazzaz, B. S., Saghafi-Khadem, F., & Dabaghian, A. (2004). Antimicrobial activity of four Artemisia species of Iran. *Fitoterapia*, 75(2), 201–203. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fitote.2003.11.006>
- Ray, B., & Bhunia, A. (2014). *fundamental food microbiology* (C. Press (Ed.); 5th ed.). <https://doi.org/10.1201/b16078-24>
- Résistance aux antibiotiques* | Institut Pasteur. (n.d.). Retrieved June 28, 2021, from <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/resistance-aux-antibiotiques>
- Roller, S. (2003). *Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods*. Elsevier Science. <https://books.google.dz/books?id=iY1z78kqU64C>
- SALEH, M. A., BELAL, M. H., & EL-BAROTY, G. (2006). Fungicidal

- Activity of *Artemisia herba alba* Asso (Asteraceae). *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 41(3), 237–244.
<https://doi.org/10.1080/03601230500354774>
- Saleh, N. A. M., El-Negoumy, S. I., Abd-Alla, M. F., Abou-Zaid, M. M., Dellamonica, G., & Chopin, J. (1985). Flavonoid glycosides of *Artemisia monosperma* and *A. herba-alba*. *Phytochemistry*, 24(1), 201–203.
- Salhi, N., Mohammed Saghir, S. A., Terzi, V., Brahmi, I., Ghedairi, N., & Bissati, S. (2017). Antifungal Activity of Aqueous Extracts of Some Dominant Algerian Medicinal Plants. *BioMed Research International*, 2017.
<https://doi.org/10.1155/2017/7526291>
- Seddik, K., Nadjat, I., Abderrahmane, B., Daoud, H., & Lekhmici, A. (2010). Antioxidant and antibacterial activities of extracts from *Artemisia herba alba* Asso. leaves and some phenolic compounds. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(13), 1273–1280. <https://doi.org/10.5897/JMPR09.379>
- Sialve, B., Bernet, N., & Bernard, O. (2009). Anaerobic digestion of microalgae as a necessary step to make microalgal biodiesel sustainable. *Biotechnology Advances*, 27(4), 409–416.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.03.001>
- Sikkema, J., de Bont, J. A., & Poolman, B. (1994). Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *Journal of Biological Chemistry*, 269(11), 8022–8028.
- Sultanbawa, Y. (2011). Plant antimicrobials in food applications: Minireview. *Science against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances*, 2, 1084–1099.
- Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A., & Cliver, D. O. (2010). Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, 21(9), 1199–1218.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.02.003>
- Taştekin, D., Atasever, M., Adigüzel, G., Keleş, M., & TAŞTEKİN, A. (2006). Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba-alba* in experimental hyperglycaemic rats. *Bull Vet Inst Pulawy*, 50, 235–238.
- Teixeira Da Silva, J. A. (2004). Mining the essential oils of the Anthemideae. *African Journal of Biotechnology*, 3(12), 706–720.
<https://doi.org/10.4314/ajb.v3i12.15042>
- Thielmann, J., Kohnen, S., & Hauser, C. (2017). Antimicrobial activity of *Olea europaea* Linné extracts and their applicability as natural food preservative agents. *International Journal of Food Microbiology*, 251, 48–66.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.03.019>
- Touil, S. (2014). *COMPOSITION CHIMIQUE ET ACTIVITE*

ANTIMICROBIENNE DES HUILES ESSENTIELLES D'ARTEMISIA HERBA ALBA ASSO ET ARTEMISIA CAMPESTRIS L DE LA REGION ARIDE DE DJELFA. UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA.

- TREMOLIERES JEAN, SERVILLE Y, J. R. (1984). *MANUEL D'ALIMENTATION HUMAINE TOME 2* (10th ed.). LES ALIMENTSESF.
- Turi, C. E., Shipley, P. R., & Murch, S. J. (2014). North American Artemisia species from the subgenus Tridentatae (Sagebrush): A phytochemical, botanical and pharmacological review. *Phytochemistry*, 98, 9–26. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2013.11.016>
- Valerio, F., De Bellis, P., Di Biase, M., Lonigro, S. L., Giussani, B., Visconti, A., Lavermicocca, P., & Sisto, A. (2012). Diversity of spore-forming bacteria and identification of *Bacillus amyloliquefaciens* as a species frequently associated with the ropy spoilage of bread. *International Journal of Food Microbiology*, 156(3), 278–285. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.005>
- Van Asselt, E. D., Banach, J. L., & Van Der Fels-Klerx, H. J. (2018). Prioritization of chemical hazards in spices and herbs for European monitoring programs. *Food Control*, 83, 7–17.
- Vilela, J., Martins, D., Monteiro-Silva, F., González-Aguilar, G., de Almeida, J. M. M. M., & Saraiva, C. (2016). Antimicrobial effect of essential oils of *Laurus nobilis* L. and *Rosmarinus officinallis* L. on shelf-life of minced “Maronesa” beef stored under different packaging conditions. *Food Packaging and Shelf Life*, 8, 71–80.
- Viuda-Martos, M., El Gendy, A. E.-N. G. S., Sendra, E., Fernandez-Lopez, J., Abd El Razik, K. A., Omer, E. A., & Perez-Alvarez, J. A. (2010). Chemical composition and antioxidant and anti-*Listeria* activities of essential oils obtained from some Egyptian plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16), 9063–9070.
- Waites, W. M. (1998). The microbiology of meat and poultry. *Meat Science*, 50(1), 137. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(98\)00009-6](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00009-6)
- Wang, X., Shen, Y., Thakur, K., Han, J., Zhang, J. G., Hu, F., & Wei, Z. J. (2020). Antibacterial Activity and Mechanism of Ginger Essential Oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Molecules*, 25(17). <https://doi.org/10.3390/molecules25173955>
- Wilson, R., Haniadka, R., Sandhya, P., Palatty, P. L., & Baliga, M. S. (2013). Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) the Dietary Agent in Skin Care: A Review. *Bioactive Dietary Factors and Plant Extracts in Dermatology*, 103–111.

- Xiang, Q., Kang, C., Zhao, D., Niu, L., Liu, X., & Bai, Y. (2019). Influence of organic matters on the inactivation efficacy of plasma-activated water against *E. coli* O157:H7 and *S. aureus*. *Food Control*, *99*, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.019>
- Yang, X., Zhang, J., Yu, S., Wu, Q., Guo, W., Huang, J., & Cai, S. (2016). Prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in retail ready-to-eat foods in China. *Frontiers in Microbiology*, *7*(JUN), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00816>
- Yashphe, J., Segal, R., Breuer, A., & Erdreich-Naftali, G. (1979). Antibacterial activity of *Artemisia herba-alba*. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, *68*(7), 924–925. <https://doi.org/10.1002/jps.2600680742>
- Ye, C.-L., Dai, D.-H., & Hu, W.-L. (2013). Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil from onion (*Allium cepa* L.). *Food Control*, *30*(1), 48–53.
- Yin, Y., Gong, F.-Y., Wu, X.-X., Sun, Y., Li, Y.-H., Chen, T., & Xu, Q. (2008). Anti-inflammatory and immunosuppressive effect of flavones isolated from *Artemisia vestita*. *Journal of Ethnopharmacology*, *120*(1), 1–6.
- Younsi, F., Trimech, R., Boulila, A., Ezzine, O., Dhahri, S., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2016). Essential Oil and Phenolic Compounds of *Artemisia herba-alba* (Asso.): Composition, Antioxidant, Antiacetylcholinesterase, and Antibacterial Activities. *International Journal of Food Properties*, *19*(7), 1425–1438. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1079789>

Annexes

Annexe 01 :

Gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar) :

Pour un litre d'eau distillée :

- Peptone 7,00 gr
- Chlorure de sodium..... 5,00 gr
- Extrait de levure 3,00 gr
- Rouge neutre..... 0,03 gr
- Sels biliaires..... 1,50 gr
- Cristal violet 0,002 gr
- Glucose 10,00 gr
- Agar 13,00 gr

pH final à 25°C : 7,40±0.2

Milieu urée :

- L-tryptophane..... 3,00 gr
- Phosphate dipotassique 1,00 gr
- Phosphate monopotassique..... 1,00 gr
- Chlorure de sodium 5,00 gr
- Urée 20,00 gr
- Rouge de phénol..... 2,50 gr
- Eau distillée..... 1,00 L

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 6,7

Gélose Chapman :

Ingrédients pour 1 litre eau distillée

- Peptones 10,00 gr
- Extrait de viande de bœuf..... 1,00 gr
- D-mannitol..... 10,00 gr
- Chlorure de sodium..... 75,00 gr
- Rouge de phénol 0,025 gr
- Agar..... 15,00 gr

pH final à 25°C : 7,40±0.2

Gélose Hektoen :

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée.

- Peptone..... 12,00 gr
- Chlorure de sodium..... 5,00 gr
- Extrait de levure 3,00 gr
- Thiosulfate de sodium..... 5,00 gr

- Sels biliaires N° 3..... 9,00 gr
- Citrate ferrique ammoniacal..... 1,50 gr
- Lactose..... 12,00 gr
- Bleu de bromothymol..... 0,065 gr
- Saccharose12,00 gr
- Fuchsine acide..... 0,10 gr
- Salicine..... 2,00 gr
- Agar..... 14,00 gr

pH final à 25°C : 7,5±0.2

Gélose au cetrimide :

Ingrédients par litre d'eau distillée

- Peptone..... 20,00 gr
- Chlorure de magnésium.....1,40 gr
- Sulfate dipotassique..... 10,00 gr
- Cetrimide (cetyltrimethylammonium bromide)..... 0,30 gr
- Glycérol..... 10 ml
- Agar13,60 gr

Milieu TSE (Tryptone sel) :

Ingrédients pour un litre d'eau distillée

- Tryptone (peptone de caséine)..... 1,00 gr
- Chlorure de sodium..... 8,50 gr

pH final à 25°C : 7,0±0.2

Milieu Giolitti Cantoni :

Pour 1 litre d'eau distillée

- Tryptone 20,0 g
- Extrait de viande 10,0 g
- Extrait de levure 10,0 g
- Glycine 2,4 g
- Mannitol 40,0 g
- Pyruvate de sodium 6,0 g
- Chlorure de sodium 10,0 g
- Chlorure de lithium 10,0 g
- Tween 80 2,0 g

Ajouter dans chaque tube 0,2 ml d'une solution aqueuse de tellurite de potassium

Milieu Sabouraud solide :

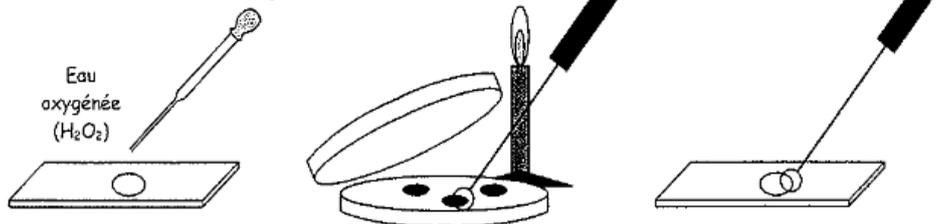
Ingrédients en grammes par un litre d'eau distillée :

- Peptone de caséine..... 5,00 gr.
- Peptone de viande5,00gr.
- Glucose monohydraté..... 20,00gr.

pH final à 25°C : 5,6±0,2

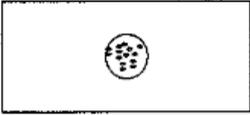
Annexe 02 :**Teste Catalase :****Technique**

- déposer sur une lame une goutte d'eau oxygénée (= peroxyde d'hydrogène) à l'aide d'une pipette Pasteur
- prélever une colonie à l'aide de l'anse
- dissocier la colonie dans la goutte

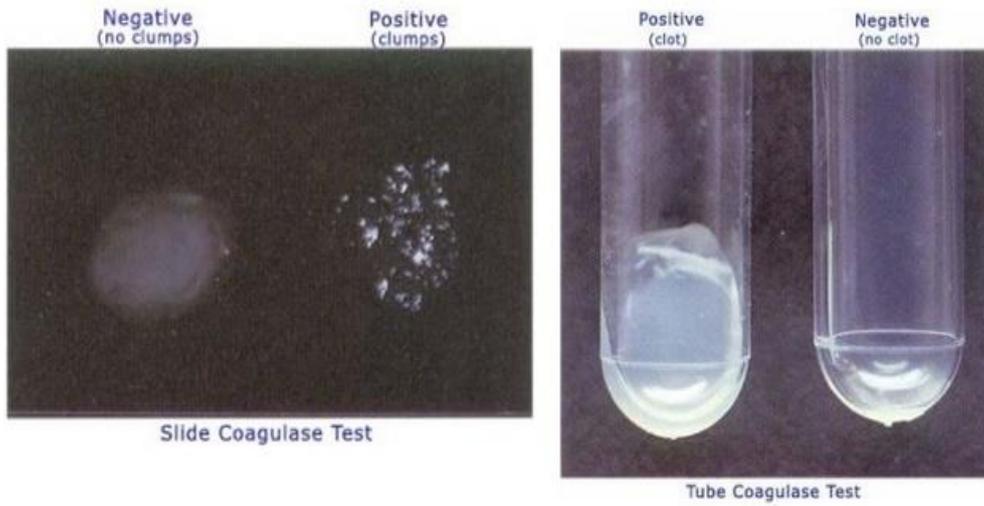


Remarque : l'utilisation de l'anse est possible à condition qu'elle ne possède pas d'action catalasique, ce que l'on vérifiera facilement par un test sans bactérie.

Lecture

Bulles d'oxygène	Pas de bulle
La bactérie possède la catalase, elle est dite :	La bactérie ne possède pas la catalase, elle est dite :
Catalase + 	Catalase - 

Teste Coagulase



Test King A King B



Test urée indole

