

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie

Département de Biologie



# Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES**

**Spécialité : Biochimie Appliquée**

Par

**DEKKICHE Rafiqa**

**Thème**

# Effets de quelques épices utilisées en cuisine algérienne sur quelques germes pathogènes

Soutenue le ...03 Juillet 2023... devant le jury composé de :

<b>Président</b>	<b>CHADLI Rabah</b>	<b>Pr</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Encadreur</b>	<b>HENNIA Aicha</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Co-encadreur</b>	<b>ARABI Abed</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Examinatrice</b>	<b>GRAR Hadria</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>

**Année Universitaire : 2022/2023**

# Remerciements

---

Je tiens à remercier en tout premier lieu ''ALLAH'', le tout puissant, de m'avoir donné l'énergie, la force et la patience pour achever ce travail.

J'exprime d'abord mes profonds remerciements à mes encadreurs **Dr HENNIA A.** et monsieur **Dr ARABI A.**, Maîtres de Conférences au département de Biologie (Université de Mostaganem), pour m'avoir accompagnée pendant toute la période de stage. Ils ont été très présents et toujours disponibles pour m'offrir leurs écoutes, leurs ouvertures d'esprit et leurs précieux conseils.

Mes vifs remerciements s'adressent également aux membres de jury d'avoir accepté de juger ce travail **Pr CHADLI R.**, Professeur au département de Biologie (Université de Mostaganem) et **Dr GRAR H.**, maître de conférences au département de Biologie (Université de Mostaganem).

Mes grands mercis à mes parents et mes frères, pour leur Douaa, leur aide et leur soutien tout au long de mon cursus universitaire, sans vous rien n'aurait été.

Mes sincères remerciements pour les ingénieurs de laboratoire qui m'ont assistée et aidée : Fatima, Amina, Rachida et Mokhtaria.

Mes sentiments de profonde gratitude à nos professeurs qui nous ont enseignés durant notre cursus universitaire.

A mes amies Chahira, Hanane et Asmae qui ont toujours été près de moi et que je considère comme d'adorables sœurs merci, puisse ALLAH, le très haut, vous accorde une vie heureuse et un avenir prospère.

Un grand merci aux personnes qui m'ont aidée durant toute ma vie estudiantine ainsi qu'à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

## Dédicaces

---

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et immense joie, je dédie ce travail à mes chers parents qui m'ont éclairé le chemin de la vie et m'ont comblé d'amour, d'affection et d'encouragements pour que je devienne ce que je suis aujourd'hui. Qu'Allah vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

A ma sœur Nada et mes frère Ibrahim et Youssef.

A mes très chères amies : Chahira, Hanane, Asmae, Fathia, Sara, Aicha, Halima  
Yasmine Linda et Khaira.



# Table des Matières

Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction .....	1

## **Partie Bibliographique**

### **Chapitre 1 : Revue bibliographique sur les épices étudiées**

1.1. Définition.....	4
1.2. Histoire des épices.....	4
1.3. Classification des épices.....	5
1.3.1. Selon l'échelle de Scoville.....	5
1.3.2. En fonction de leurs propriétés organoleptiques .....	6
1.4. Utilisation des épices.....	6
1.4.1. Utilisation cosmétique.....	6
1.4.2. Utilisation médicinale.....	8
1.4.3. Utilisation culinaire.....	9
1.5. Caractéristiques des épices étudiés.....	9
1.5.1. Anis étoilé .....	9
1.5.1.1. Description botanique .....	10
1.5.1.2. Classification .....	10
1.5.1.3. Régions productrices .....	10
1.5.1.4. Conservation .....	11
1.5.2. Cannelle .....	11
1.5.2.1. Description botanique.....	11
1.5.2.2. Classification .....	12
1.5.2.3. Régions productrices .....	12
1.5.2.3.1. Conservation .....	12
1.5.3. Cubèbe .....	12
1.5.3.1. Description botanique .....	13
1.5.3.2. Classification taxonomique .....	13
1.5.3.3. Régions productrices .....	13
1.5.3.4. Conservation .....	13
1.5.4. Cumin.....	14
1.5.4.1. Description botanique .....	14
1.5.4.2. Classification taxonomique.....	15
1.5.4.3. Régions productrices.....	15
1.5.4.4. Conservation.....	15

1.5.5. Curcuma .....	15
1.5.5.1. Description botanique.....	16
1.5.5.2. Classification taxonomique.....	16
1.5.5.2. Régions productrices.....	16
1.5.5.3. Conservation .....	16
1.5.6. Gingembre .....	16
1.5.6.1. Description botanique .....	17
1.5.6.2. Classification taxonomique .....	17
1.5.6.3. Régions productrices .....	18
1.5.6.4. Conservation .....	18
1.5.7. Poivre noir .....	18
1.5.7.1. Description botanique .....	19
1.5.7.2. Classification taxonomique .....	19
1.5.7.3. Régions productrices .....	19
1.5.7.4. Conservation .....	19
1.5.8. Girofle .....	20
1.5.8.1. Description botanique .....	20
1.5.8.2. Classification taxonomique.....	21
1.5.8.3. Conservation .....	21

## **Chapitre 2 : Le microbiote intestinal**

---

2.1. Composition normale.....	22
2.2. Rôle du microbiote intestinal.....	22
2.3. Troubles digestifs.....	22
2.4. Généralités sur les bactéries étudiées .....	23
2.4.1. <i>Bacillus cereus</i> .....	23
2.4.1.1. Taxonomie .....	23
2.4.1.2. Habitat .....	23
2.4.1.3. Caractères biochimiques .....	24
2.4.1.4. Caractères morphologiques.....	24
2.4.1.5. Pouvoir pathogène .....	24
2.4.1.6. Sensibilité aux antibiotiques .....	24
2.4.2. <i>Escherichia coli</i> .....	25
2.4.2.1. Taxonomie .....	25
2.4.2.2. Habitat .....	25
2.4.2.3. Caractères biochimiques .....	25
2.4.2.4. Caractères morphologiques .....	25
2.4.2.5. Pouvoir pathogène .....	26
2.4.2.6. Sensibilité aux antibiotiques .....	26
2.4.3. <i>Proteus mirabilis</i> .....	26
2.4.3.1. Taxonomie.....	26
2.4.3.2. Habitat .....	27
2.4.3.3. Caractères biochimiques .....	27

2.4.3.4. Caractères morphologiques	27
2.4.3.5. Pouvoir pathogène	27
2.4.3.6. Sensibilité aux antibiotiques	27
2.4.4. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	28
2.4.4.1. Taxonomie	28
2.4.4.2. Habitat	28
2.4.4.3. Pouvoir pathogène	28
2.4.4.4. Caractères biochimiques	29
2.4.4.5. Caractères morphologiques	29
2.4.4.6. Sensibilité aux antibiotiques	29

## Partie Expérimentale

### Chapitre III : Matériel & Méthodes

3.1. Matériels utilisés	30
3.1.1. Matériel végétal	30
3.1.2. Matériel biologique	30
3.1.3. Milieux de culture	30
3.2. Méthodes	31
3.2.1. Préparation des décoctions	31
3.2.2. Tests phytochimiques	31
3.2.2.1. Tannins	31
3.2.2.2. Terpénoïdes	31
3.2.2.3. Saponines	31
3.2.2.4. Sucres réducteurs	31
3.2.2.5. Glycosides cardiaques	32
3.2.2.6. Coumarines	32
3.2.2.7. Carbohydrates	32
3.2.2.8. Protéines	32
3.2.2.9. Alcaloïdes	32
3.2.2.10. Quinones libres	32
3.2.2.11. Phénols	32
3.2.2.12. Antraquinones	33
3.2.2.13. Amidon	33
3.2.2.14. Flavonoïdes	33
3.2.3. Dosage des composés phénoliques	33
3.2.3.1. Dosage des polyphénols	33
3.2.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux	34
3.2.4. Évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH	34
3.2.5. Évaluation de l'activité antimicrobienne	35
3.2.5.1. Préparation des cultures jeunes	35
3.2.5.2. Préparation des milieux de cultures	35
3.2.5.3. Détermination du diamètre des zones d'inhibition	36
3.2.6. Analyse statistique	36

## **Chapitre 4 : Résultats et discussion**

---

4.1. Screening phytochimique.....	36
4.1.1. Tanins .....	37
4.1.2. Terpénoïdes .....	38
4.1.3. Saponines .....	38
4.1.4. Sucres réducteurs.....	39
4.1.5. Glycosides cardiaques .....	39
4.1.6. Coumarines.....	40
4.1.7. Carbohydrates .....	40
4.1.8. Protéines .....	40
4.1.9. Alcaloïdes .....	41
4.1.10. Quinones libres .....	41
4.1.11. Phénols .....	41
4.1.12. Anthraquinones.....	42
4.1.13. Amidon .....	42
4.1.14. Flavonoïdes .....	42
4.2. Teneurs en polyphénols et flavonoïdes.....	43
4.3. Activité antioxydante.....	44
4.4. Activité antimicrobienne.....	46
Conclusion .....	48

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

## Résumé

Les épices sont classés parmi les plantes médicinales qui sont utilisées en petites quantités depuis longtemps en cuisine algérienne.

Les extraits aqueux des épices préparés par décoction avec une concentration de 0.012 g/ml, renferment différentes classes de métabolites secondaires dotés de diverses activités biologiques. Les décoctions possédaient des couleurs différentes avec une odeur très aromatique. Leur analyse quantitative de dosage spectrophotométrique a montré que l'extrait de girofle est très riche en polyphénols avec une teneur de (2244.39 EAG/100g) et le cumin est le plus riche en flavonoïdes avec un teneur de (92.44 mg EQ/g de MS), et présente aussi une bonne activité antioxydante avec une  $IC_{50}$  de  $14.38 \pm 0.26 \mu\text{g/ml}$ . Le décocté du girofle s'est révélé être l'antioxydant le plus puissant comparativement au BHT et l'acide ascorbique ( $IC_{50} = 6.13 \pm 1.13 \mu\text{g/ml}$ ). L'évaluation de l'activité antibactérienne réalisée par la méthode des disques, a montré par ailleurs que le décocté du cubèbe est actif sur *P. aeruginosa* et celui de l'anis étoilé sur *P. mirabilis* avec des zones d'inhibitions allant de  $10,45 \pm 1,03\text{mm}$  à  $16,52 \pm 1,74\text{mm}$ . Le cumin et le curcuma sont seuls à pouvoir inhiber *B. cereus* alors qu'ils sont en plus de la cannelle inactive contre *E. coli*. et la méthode de poudres montre un effet antibactérien intéressant par rapport les extraits aqueux.

Les poudres d'anis étoilé, curcuma, cubèbe et Girofle ont inhibé la croissance de *P. aeruginosa* avec des degrés de sensibilité différents. La plus grande zone d'inhibition a été observé avec la poudre de poivre noir et l'anis étoilé contre *P. mirabilis* suivi par la poudre des clous de girofle contre *E. coli*. Les valeurs des zones d'inhibition varient pour *B. cereus* avec tous les épices sauf le poivre noir.

**Mots clés :** Épices, screening phytochimique, polyphénols, flavonoides, activité antioxydante, activité antimicrobienne.

## Summary

Spices are classified among medicinal plants that have been used in small quantities for a long time in Algerian cuisine. The aqueous extracts of spices prepared by decoction with a concentration of 0.012 g/ml, contain different classes of secondary metabolites returned from various biological activities. The decoctions had different colors with a very aromatic smell. Their quantitative spectrophotometric assay analysis showed that clove decoction is very rich in polyphenols with a content of (2244.39 EAG/100g) and cumin is the richest in flavonoids with a content of (92.44 mg EQ/g DM) and also exhibits good antioxidant activity with an  $IC_{50}$  of  $14.38 \pm 0.26 \mu\text{g/ml}$ . Clove decoction proved to be the most potent antioxidant to BHT and ascorbic acid ( $IC_{50} = 6.13 \pm 1.13 \mu\text{g/ml}$ ). The evaluation of the antibacterial activity carried out by the disc method has also shown that the decoction of cubeb is active on *P. aeruginosa* and that of star anise on *P. mirabilis* with zones of inhibition ranging from  $10.45 \pm 1.03\text{mm}$  to  $16.52 \pm 1.74\text{mm}$ . Cumin and turmeric are the only ones able to inhibit *B. cereus* while they are in addition to cinnamon inactive against *E. coli*, and the powder method shows interesting antibacterial effects compared to the aqueous extracts. Powder of star anise, Turmeric, Cubebe and Clove inhibites the growth of *P. aeruginosa* to varying degrees. the largest inhibition zone was observed with Black pepper powder and Star anise against followed by clove powder against *E. coli*. The values of inhibition notes varied for all spices with *B. cereus*

**Keywords:** Spices, phytochemical, screening, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, antimicrobial activity.

## ملخص

تُصنف التوابل ضمن النباتات الطبية التي استخدمت بكميات صغيرة لفترة طويلة في المطبخ الجزائري. يحتوي المستخلص المائي للتوابل المحضر بالغليان مع تركيز 0.012 جم / مل، على فئات مختلفة من المركبات الثانوية التي تتمتع بأنشطة حيوية متعددة. كان للمستخلصات المائية ألوان مختلفة مع رائحة عطرية خاصة اظهر التحليل الكمي لقياس الطيف الضوئي الكمي أن مستخلص القرنفل غني جداً بالبوليفينول بنسبة (EAG / 2244.39) (100g) والكمون هو الأغنى في مركبات الفلافونويد بتركيز (92.44 مجم EQ / جم DM) ، وهو أيضا يُظهر نشاطاً جيداً مضاداً للأكسدة مع IC50 من  $14.38 \pm 0.26$  ميكروغرام / مل. أثبت مستخلص القرنفل أنه أقوى مضادات الأكسدة لـ BHT وحمض الأسكوربيك ( $IC_{50} = 6.13 \pm 1.13$  ميكروغرام / مل). أظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا الذي بواسطة الاقراص أيضاً أن مستخلص الكبابية نشط على *P. Aeruginosa* و *الينسون النجمي* نشط ضد *P. mirabilis* مع مناطق تثبيط تتراوح من  $10.45 \pm 1.03$  مم إلى  $16.52 \pm 1.74$  ملم. يستطيع الكمون والكرم فقط تثبيط بكتيريا *B. cereus*.

وتظهر طريقة المساحيق تأثيراً مضاداً للبكتيريا مثيراً للاهتمام بالمقارنة مع المستخلصات المائية قام مسحوق الينسون النجمي و الكرم الكبابية و القرنفل بتثبيط نمو *P. aeruginosa* بدرجات حساسية مختلفة لوحظ اكبر منطقة تثبيط عند استخدام مسحوق الفلفل الأسود و مسحوق الينسون النجمي ضد *P. mirabilis* يليه مسحوق القرنفل ضد *E. coli*. قيم مناطق تثبيط *B. cereus* تختلف من مسحوق لآخر و لا تظهر مع مسحوق الفلفل الأسود

**الكلمات المفتاحية :** التوابل، الفرز الكيميائي النباتي ، البوليفينول ، الفلافونويد ، النشاط المضاد للأكسدة ، النشاط المضاد للميكروبات.

# Abréviations

---

**An** : Anis étoilé

**ARN** : Acide ribonucléique

***B. cereus*** : *Bacillus cereus*

**BHIB** : Brain heart infusion

**BHT** : hydroxytoluène butylè

**C** : concentration

**Cb** : Cubèbe

**Cm** : Cumin

**Cn** : Cannelle

**Cr** : Curcuma

**DO** : Densité optique

**DPPH** : 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl

***E. coli*** : *Escherichia coli*

**Gf** : Girofle

**Gg** : Gingembre

**IC<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice à 50%

***P. aeruginosa*** : *Pseudomonas aeruginosa*

***P. mirabilis*** : *Proteus mirabilis*

**Pn** : Poivre noir

# Liste des tableaux

---

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>N° de page</b>
<b>Tableau 01</b>	Les différentes classes d'épices avec quelques exemples.	<b>06</b>
<b>Tableau 02</b>	Différentes épices et leur utilisation cosmétique.	<b>07</b>
<b>Tableau 03</b>	Résultats des tests phytochimiques des différents décoctés	<b>37</b>
<b>Tableau 04</b>	Diamètre des zones d'inhibition (mm) des décoctés (15µl) et des poudres des différentes épices sur les bactéries pathogènes testées.	<b>47</b>

# Liste des figures

N° de la figure	Titre de la figure	N° de Page
<b>Figure 01</b>	Quelques espèces d'épices.	<b>04</b>
<b>Figure 02</b>	Anis étoilé.	<b>09</b>
<b>Figure 03</b>	Cannelle.	<b>11</b>
<b>Figure 04</b>	Cubèbe.	<b>12</b>
<b>Figure 05</b>	Cumin.	<b>14</b>
<b>Figure 06</b>	Curcuma.	<b>15</b>
<b>Figure 07</b>	Gingembre.	<b>17</b>
<b>Figure 08</b>	Poivre noir.	<b>18</b>
<b>Figure 09</b>	Clous de girofle	<b>20</b>
<b>Figure 10</b>	Résultats du test de Tanin	<b>34</b>
<b>Figure 11</b>	Résultats du test de Terpénoïdes	<b>34</b>
<b>Figure 12</b>	Résultats du test des saponines	<b>35</b>
<b>Figure 13</b>	Résultats du test des sucres réducteurs	<b>35</b>
<b>Figure 14</b>	Résultats du test de glycosides cardiaques	<b>36</b>
<b>Figure 15</b>	Résultats du test de coumarines	<b>36</b>
<b>Figure 16</b>	Résultats du test de carbohydrate	<b>38</b>
<b>Figure 17</b>	Résultats du test de protéines	<b>39</b>
<b>Figure 18</b>	Résultats du test de alcaloïdes	<b>39</b>
<b>Figure 19</b>	Résultats du test des quinones libres	<b>41</b>
<b>Figure 20</b>	Résultats du test de phénol	<b>42</b>
<b>Figure 21</b>	Résultats du test des anthraquinones	<b>43</b>
<b>Figure 22</b>	Résultats du test de l'amidon	<b>43</b>
<b>Figure 23</b>	Résultats du test des flavonoïdes	<b>44</b>
<b>Figure 24</b>	Contenu en polyphénols totaux des différents décoctés testés.	<b>44</b>
<b>Figure 25</b>	Contenu total en flavonoïdes totaux des différents décoctés testés.	<b>44</b>
<b>Figure 26</b>	Valeurs des IC <sub>50</sub> pour l'activité du piégeage de DPPH des décoctés des épices étudiés exprimés en µg/m	<b>45</b>
<b>Figure 27</b>	Activité antimicrobienne (en mm) de Gg et Gf sur les bactéries pathogènes testées.	<b>45</b>

# *Introduction*

---

## Introduction :

Depuis des milliers d'années, les herbes et les épices sont considérées comme des éléments indispensables à la vie humaine et sont utilisées aux différents niveaux comme colorants, conservateurs ou des agents aromatisants.

La majorité des épices connues proviennent d'Afrique, d'Europe, et des pays asiatiques, elles sont obtenues à partir des parties sèches de la plantes tels que les tiges, les feuilles, les fruits, les fleurs, les écorces, les boutons floraux, les noix, les grains, ...etc. elles jouent un rôle important dans la préparation des nouveau produits alimentaires, elles fournissent des arômes et des goûts délicieux.

Les épices sont classées sur la base d'analogie botanique ou familles ou de parties de la plante : les grains de poivre noir et les rhizomes de gingembre appartiennent à la catégorie des épices piquantes, les épices aromatiques comprennent ; la cannelle les clous de girofle, le cumin...

Les épices sont utilisés dans les produits alimentaires pour leurs propriétés anti-oxydantes comme conservateurs et stabilisants alimentaires (empêchent la dégradation oxydative des produits).

En raison des propriétés liées à la réduction du risque de nombreuses maladies, les recherches sur leurs bienfaits pour la santé et leurs utilisations dans l'alimentation se sont multipliées ces dernières années.

Les molécules instables connus sous le nom de radicaux, libres peuvent endommager les cellules et contribuer à l'émergence de divers problèmes de santé, les antioxydants agissent en neutralisant ces radicaux et en les empêchant d'endommager le corps.

Plusieurs études phytochimiques ont été menées afin d'apporter un soutien scientifique à l'utilisation traditionnelle de certaines épices dans le domaine thérapeutiques. Les composés naturels ont l'avantage d'avoir une très grande variété de propriétés biologiques tels les propriétés antimicrobiennes qui justifié leurs utilisations en médecine traditionnelle.

En Algérie, plusieurs épices sont traditionnellement préparées et largement utilisées en cuisine parmi les quelles ;

*Ilicium verum* appartient à la famille des Schisandraceae, est utilisé depuis des milliers d'années dans le monde entier, il est largement utilisé en cuisine pour son gout anisé, sous forme complète, moulu, broyé selon l'usage, originaire du sud-est asiatique, utilisé dans le traitement des troubles digestifs et douleurs.

*Cinnamomum verum* est l'une des épices les plus anciennes, utilisée en cuisine algérienne, appartenant à la famille des Lauracées. Elle reconnue par sa capacité à réduire

l'inflammation, à augmenter la sensibilité à l'insuline, à réduire l'excès de gaz et à améliorer la santé cardiaque **(Qin, 2010)**.

*Cuminum cyminum* est un ingrédient essentiel dans les cuisines africaines particulièrement la cuisine algérienne, appartenant à la famille des Apiaceae. Il est riche en huile essentielle, glucides, vitamines, minéraux et particulièrement le cuivre, le fer et le calcium. Il contribue à renforcer les os, à stimuler la production des globules rouges sains et à améliorer le cholestérol sanguin **(Benc, 2020)**.

*Curcuma longa* est une épice utilisée depuis des siècles à travers le monde en raison de ses bienfaits pour la santé. Sa racine contient, la curcumine, responsable de sa couleur jaune qui possède un puissant anti-inflammatoire pouvant éviter les maladies intestinales, et jouant un rôle dans la prévention des maladies cardiaques **(Melvin et al., 2009 ; Melvin et al., 2009)**.

*Piper cubeba* appartient à la famille des Piperaceae, originaire d'Asie du sud-est. On le trouve notamment dans les cuisines des pays du Maghreb. Depuis des siècles le cubèbe est utilisé pour soulager les problèmes respiratoires, antiseptique et cicatrisant, il est aussi un anti douleur naturel.

*Zingiber officinale* appartient à la famille des Zingiberaceae, et est l'une des épices les plus anciennes et les plus employées, le gingembre est connu dans nombreux pays du monde, et en Algérie on l'utilise en cuisine et en médecine traditionnelle depuis longtemps, grâce à son arôme épicé et piquant, citronné et son odeur est aromatique agréable citronnée. Grâce à sa teneur en gingérol, il a des différentes propriétés médicales (anti-inflammatoires, antibactériennes et antivirales) **(Wang, 2014)**.

*Syzygium aromaticum* est d'origine d'Indonésie, appartient à la famille des Myrtaceae, il a des propriétés biologiques, à savoir, antiseptiques, antibactériennes anti-inflammatoire, neuroprotecteur, hépato-protecteurs, anti-anaphylactiques et antioxydant très puissantes grâce à la présence du phénol. **(Barbelet, 2015)**.

*Piper nigrum* appartient à la famille des Piperaceae. leurs fruits sont utilisés sous forme de poivre noir ou blanc moulu et sont appréciés pour leur teneur pipérine, ainsi que pour leur contenu en alcaloïdes, le poivre noir est largement utilisé en médecine traditionnelle en raison de ses diverses activités biologiques ; antiplaquettaire, antioxydant, antiasthmatique, antidépresseur, antibactérien, antifongique et antitoxine du côlon **(Ghoury et Mazouz 2021)**.

L'objectif de ce travail est d'évaluer, *in vitro*, l'activité antioxydante et antimicrobienne des décoctés des épices : *Ilicium verum*, *Cinnamomum verum*, *Cuminum cyminum*, *Curcuma longa*, *Piper cubeba*, *Zingiber officinale*, *Syzygium aromaticum*, *Piper nigrum*.

La stratégie de ce travail repose sur les axes suivants :

- Préparation des extraits aqueux des épices par la méthode de décoction.
- L'analyse phytochimique des extraits préalablement préparés.
- Étude, *in vitro*, de l'activité antioxydante des extraits étudiés.
- Recherche, *in vitro*, des potentialités antimicrobiennes des extraits préparés.

Ce mémoire est composé de quatre chapitres : les deux premiers chapitres traitent des notions sur les épices étudiées et le microbiote intestinal. Le troisième chapitre décrit le matériel et méthodes appliqués et le dernier chapitre se rapportant aux résultats obtenus et leurs discussions.

# *Partie bibliographique*

# Chapitre 1

---



Revue bibliographique sur les épices  
étudiées

### 1.1. Définition

Le mot épice vient de « spices » qui signifie denrée en bas latin. Ce sont des parties (graines, baies, fruits, boutons floraux, étamines de fleurs, écorce, racines, rhizomes, gomme résineuse) de plantes très aromatiques à la saveur et odeur plus au moins fortes ou piquantes et généralement utilisées séchées. Les épices contiennent des substances volatiles organiques appelées aromes qui appartiennent à des groupes chimiques tels que les alcools et les aldéhydes et stimulent les perceptions olfactives et gustatives (**Bernard, 2012**).

Les épices sont utilisées en cuisines en petites quantités comme colorant, conservateur ou assaisonnement et un grand nombre d'épices étaient employées autrefois en médecine (**Heers, 2008 ; Figueredo, 2012**). Comme cité précédemment, elles peuvent provenir de différentes parties de la plante à savoir l'écorce, les grains, les feuilles, les fleurs et les rhizomes. Les épices peuvent être utilisées seules ou sous forme d'un mélange d'épices tels que le curry, Ras el Hanout...etc. (fig. 1).

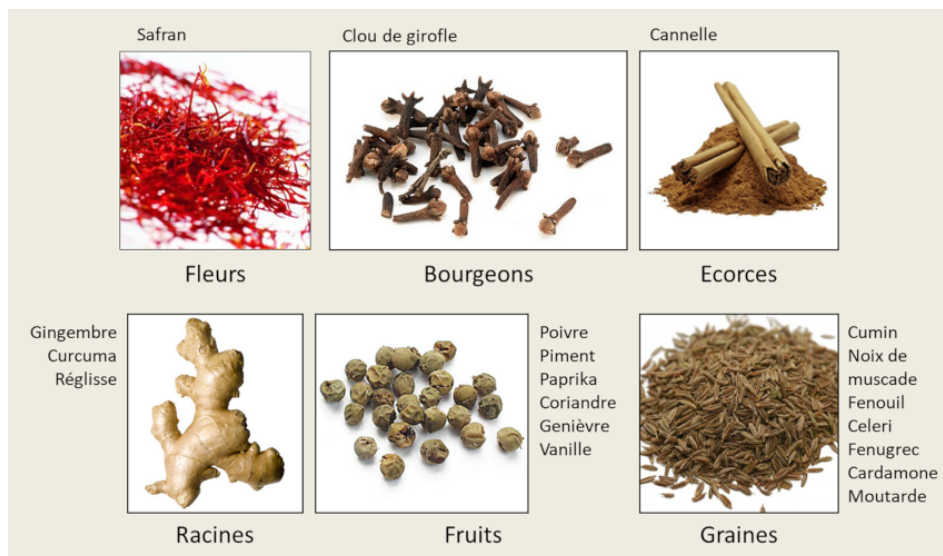


Figure n° 1. Quelques espèces d'épices.

### 1.2. Histoire des épices

Les épices étaient utilisées depuis longtemps, très longtemps, elles étaient déjà utilisées durant l'ère néolithique. Plus tard, elles sont devenues des biens précieux, et ont même déclenché des guerres (**Butterlin, 2021**).

C'est en Inde, bien avant notre ère, en l'an 4000 qu'a commencé l'histoire des épices. Pour la première fois, on fait l'usage du poivre pour agrémente le riz et aussi pour obtenir de nouvelles saveurs (**Fabrice, 2013**).

D'après les écrits des savants grecs, on sait que les épices viennent du continent asiatique (Inde et Chine), du Moyen Orient (Arabie, Syrie, Liban...) et d'Afrique du nord (Ethiopie, Yémen, Egypte...) (Rilly, 2022).

Au cours du Moyen âge, les épices deviennent un enjeu capital, une valeur marchande précieuse transformées en monnaie d'échange et une marchandise fortement imposée par les régimes en place (« Alterafrica », s.d).

Venise par sa position géographique devient alors la plaque tournante commerciale des épices entre le XIe siècle et X (« le livre scolaire fr», s. d)

VIe siècle ; au cours de cette année les Ottomans assiègent le pourtour méditerranéen. La route des Indes est barrée et les richesses cargaisons des navires sont pillées par la même occasion. Ce siège a eu pour conséquence de créer une pénurie en épices et de provoquer une envolée des prix. Cette année-là 1453 marque la fin du moyen âge (« Alterafrica », s.d).

En 1492, l'explorateur Christophe Colomb en allant à la quête d'une nouvelle voie maritime pour accéder aux Indes découvre les Amériques avec des nouvelles épices et richesses. En 1519, Ferdinand Magellan, l'explorateur espagnol, s'en va également à la conquête de nouvelle voie maritime. Il rejoint les Philippines où il périt suite aux assauts d'une tribu indigène. Cette période fut marquée par la conquête de nouveaux territoires et richesses. (« Alterafrica », s.d).

Ainsi les anglais conquièrent les Indes occidentales, les hollandais l'Inde orientales, les français Madagascar, île Bourbon..., les portugais Java, Sumatra Malacca, l'Afrique, le Brésil..., les espagnols l'Amérique du sud et les philippines ; on découvrit alors la vanille, le piment,...etc. A la fin du XVIIIe siècle, les Anglais dominant le commerce des épices mais le marché n'est plus florissant : les épices ne sont plus une valeur précieuse et recherchée (« Alterafrica », s.d).

### 1.3. Classification des épices

#### 1.3.1. Selon l'échelle de Scoville

Le pouvoir brûlant et piquant des épices est évalué sur l'échelle de Scoville, outil de mesure de la force des épices inventée en 1912 par le pharmacologue. Son but est de renseigner sur la teneur en capsaïcine, molécule responsable de la force du piment, par la mesure dans une solution à 5% de saccharose de la dilution du principe sapide ne provoquant plus de sensation brûlante (Société Chimique de France, 2023).

### 1.3.2. En fonction de leurs propriétés organoleptiques

La classification la moins critiquable est celle basée sur les critères morphologiques des plantes, dans le domaine des industries alimentaires et de la gastronomie. Elle est plus intéressante car elle regroupe les épices et les aromates fonction de leurs propriétés organoleptiques (couleur, odeur, arôme et saveur) ce qui conduit à proposer la classification suivante comme rapportée par **Hubert (2008)**.

**Tableau n° 1** : Les différentes classes d'épices avec quelques exemples.

Classe	Exemple d'épice
Épices à saveur piquantes et brulante	<i>Piper nigrum</i> L. <i>Zingiber officinale</i>
Épices à pouvoir colorant	<i>Curcuma longa</i> L.
Épices aux notes terpéniques citronnées	<i>Citrus sinensis</i> L.
Épices à note épicée chaude	<i>Cuminum cyminum</i> L.
Épices à odeur phénolique	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>
Épices à notes florale	<i>Coriandrum sativum</i> L.
Épices à odeur anisée	<i>Illicium verum</i>

### 1.4. Utilisation des épices

Depuis des siècles, les épices font parties de notre alimentation. Nombre d'entre elles ont été reconnues pour leurs propriétés médicinales, bien avant leur utilisation culinaire, les sciences modernes ont maintenant montré que les épices présentent de nombreux avantages pour la santé en prévenant et en agissant contre une grande variété de maladies, elles sont des sources concentrées d'antioxydants qui aident à prévenir les maladies cardiaques et certains cancers. Elles sont employées soit sous leur forme naturelle comme condiment et en pharmacopée traditionnelle, soit par leurs extraits renfermant les principes actifs recherchés dans l'industrie pharmaceutique, alimentaire et cosmétique (**Bahorun, 1997**).

#### 1.4.1. Utilisation cosmétique

Le tableau ci-dessous représente différentes épices et leur utilisation cosmétique.

**Tableau 2 : Différentes épices et leur utilisation cosmétique.**

Épice	Utilisation cosmétique
<b>Cannelle</b>	La cannelle est relaxante. Elle favorise l'augmentation de la température du corps. Elle possède des propriétés antiseptiques et antibactériennes. Elle a la capacité de prévenir les infections et de lutter contre les problèmes d'acné ou d'irritation de la peau. Elle stimule la circulation sanguine, ce qui peut contribuer à améliorer la production de collagène dans la peau. L'odeur de la cannelle est réputée pour réduire le stress (Julia, 2016).
<b>Gingembre</b>	Le gingembre est utilisé dans les produits cosmétiques pour améliorer la tonicité de la peau. Il contribue à l'élimination et à la réduction des taches ou au blanchiment de la peau. Il a une activité exfoliante. Lorsque la température augmente, le gingembre libère son odeur caractéristique (Julia, 2016).
<b>Curcuma</b>	En cosmétique, le curcuma est utilisé sous forme de masque pour blanchir la peau. Il est également utilisé pour les problèmes de peau très grasse et d'acné (Julia, 2016). L'huile essentielle de curcuma entre dans la composition de crèmes et de masques pour purifier et revitaliser la peau, occasionnellement en parfumerie et sert de dépilatoire (Uves, 2010)
<b>Girofle</b>	L'hydrolat de girofle peut être utilisé contre l'acné pour déraciner les boutons et éviter leur propagation. Grâce à son action anti-infectieuse, il est légèrement cicatrisant, ce qui le rend adapté pour les petites plaies ou les peaux acnéiques (« Hydrolat de clou de girofle : bienfaits et utilisation en cosmétique et santé naturelle », 2023).
<b>Anis étoilé</b>	L'anis étoilé est utilisé particulièrement pour préparer un soin tonique et purifiant pour la peau. Il est riche en tanins et connu pour ses propriétés antioxydants et anti-âge naturel. Il laisse une sensation de fraîcheur sur la peau. Il participe à la lutte contre le vieillissement de la peau. La badiane a une action exfoliante. Elle permet d'éliminer les cellules mortes à la surface de l'épiderme (Benjamin,2022).
<b>Poivre noir</b>	L'huile essentielle de poivre noir a une odeur boisée. Elle représente un excellent arôme naturel. Elle peut être ajoutée aux savons. Elle peut être utilisée dans la fabrication de parfums naturels. Elle peut être incorporée dans des huiles de massage (Julia, 2016).
<b>Cumin</b>	L'huile essentielle de cumin est particulièrement riche en vitamine E, caroténoïdes et antioxydants. Elle apaise la peau irritée et calme les démangeaisons. Elle redonne souplesse et douceur à l'épiderme. Elle favorise la régénérescence cellulaire. Sa teneur en polyphénols lui confère un fort pouvoir tonifiant sur les cheveux et les ongles (Aurélia,2018)
<b>Cubèbe</b>	Le cubèbe est utilisé pour falsifier l'huile essentielle de Patchouli, ce qui nécessite de la prudence pour les utilisateurs de Patchouli  Plusieurs sociétés cosmétiques connues l'utilisent dans leurs produits anti-âge, et comme un agent rafraichissant (« Boowiki.info », s.d).

### 1.4.2. Utilisation médicinale

Depuis l'aube de l'humanité, les épices sont reconnues pour leurs propriétés thérapeutiques. Principalement toniques et diurétiques, elles sont utilisées en cuisine. Pour autant, leurs effets bienfaisants se trouvent décuplés sous forme de tisanes, de gels massant ou d'huiles essentielles. Bien au-delà de leurs qualités gustatives, les épices présentent de très nombreux bienfaits pour la santé et font parfois l'objet d'une utilisation ancestrale pour leurs propriétés médicinales. Les clous de girofle ont une forte activité antifongique et anti infectieuse, ils permettraient d'améliorer le fonctionnement du système digestif. On attribue au curcuma des propriétés anticancéreuse du fait de sa concentration curcumine, il est riche en vitamine A et C et en antioxydants, et aurait une action anti-inflammatoire et hépato-protectrice. En médecine traditionnelle, il est utilisé pour soigner de nombreux maux parmi les quels les maladies du foie, le rhum et les problèmes digestifs. La cannelle est classée parmi les aliments les plus antioxydants, extrêmement riche en tanins dont l'action permet de resserrer les tissus et améliore la résistance de l'organisme aux parasites. Elle participe au renforcement de système immunitaire notamment par sa richesse en fer et en manganèse. Le poivre noir facilite la digestion, stimule les papilles gustatives et améliore le processus digestif. En médecine ayurvédique la poivre est utilisé pour calmer la toux ; la pipérine qu'il contient ayant des vertus antibactériennes permettant de guérir la toux d'origine infectieuse (**Manon, 2014**).

L'anis étoilé en infusion soigne les petites plaies buccales et les maux de gorge sans fièvre ; elle possède des vertus antibactériennes reconnues. Elle est aussi utilisée pour soulager les vomissements liés à la nervosité (**Ambre, 2021**).

Le cumin est un antalgique, anti-inflammatoire, antispasmodique et antipyrétique ; il est utilisé pour soulager les digestions difficiles, douleurs et spasmes de l'estomac et les douleurs gastriques, les inflammations rhumatismales, les hépatites et fièvres. Il réduit les infections d'origine alimentaire, et augmente la libération des protéines digestives dans la bouche, l'estomac et l'intestin grêle pour avoir une digestion plus facile et efficace et augmente la libération de la bile du foie qui contribue à digérer les graisses et certains nutriments dans l'intestin (**Benjamin, 2018**).

Le gingembre améliore la digestion et aide à entretenir la flore intestinale et à mieux digérer les graisses (**Platel, 2004**). Il réduirait par ailleurs les vomissements (**Chrubasik, 2005**) et peut baisser la fièvre (**Anne, 2017**).

Le cubèbe tonifie la circulation sanguine et lymphatique grâce à ses huiles essentielles, et augmente l'appétit. Il favorise la digestion par ses propriétés carminatives. Il est antiseptique, diurétique, antidouleur naturel, cicatrisant et antipyrétique (agit sur les fièvres) (« **Alimentation. ooreka** », s.d).

### 1.4.3. Utilisation culinaire

On utilise les épices comme aromates végétales pour l'assaisonnement, la coloration, et la conservation des aliments et des boissons. Certaines épices doivent être ajoutées au début de cuisson et d'autres ne doivent pas cuire pour éviter de perdre leurs qualités (**Wichti et Anton, 2003**).

## 1.5. Caractéristiques des épices étudiés

### 1.5.1. Anis étoilé

Badianier de Chine est un arbre tropical originaire du sud-est asiatique, traditionnellement utilisé dans le traitement des troubles digestifs et utilisé aussi comme traitement adjuvant de la composante douloureuse des troubles fonctionnels digestifs (**Asbadi, 2014**).

L'anis étoilé est utilisé comme une épice en cuisine, elle est sous forme d'étoile à 8 branches d'où est extrait leur nom par sa jolie forme, elle se distingue de toutes les autres épices. La badiane a une odeur rappelant celle de l'anis vert (**Ambre, 2021**).

Elle rentre dans la préparation des plats sucrés et salés parce qu'elle possède des arômes frais et chaud. Ce fruit est utilisé moulu, broyé ou en huile essentielle selon l'usage. La récolte de Badiane se fait deux fois par an en automne et en printemps. Après le séchage, on peut l'utiliser tout au long de l'année en cuisine (« **Badiane. pdf** », 2020).

D'un point de vue médicinal, cette épice est préconisée contre la toux mais aussi comme remède digestif et diurétique efficace (**Hans, 2007**).



**Figure 2** : Anis étoilé.

### 1.5.1.1. Description botanique

L'anis étoilé est un petit arbre de 8 à 15 m de hauteur selon le climat (régions tempérées et moyennement froides). Il aime le climat tropical où la température ne descend pas au-dessus de 5°C (Hans, 2007). La Badiane est un arbre sempervirent à cime pyramide de famille d'Illiciaceae. La badiane se compose d'un poly follicule ligneux à huit carpelles contenant chacun une graine brillante (Gastronomique, 2021).

Les fruits sont cueillis verts avant d'être séchés au soleil où ils prennent une couleur marron rouge.

Les feuilles sont persistantes de couleur verte et brillante, allongées, lancéolées et lisses. Elle a une longue période de floraison au printemps et en été, durant ce temps ses branches sont décorées de jolies fleurs blanches ou jaunes très parfumées, qui se transforment en fruits à l'automne (Hans, 2007).

### 1.5.1.2. Classification

Domaine	Biota Endl.
Règne	Plantae
Sous règne	Viridiplantae
Infra règne	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous classe	Magnoliidae
Super ordre	Austrobaileyanae
Ordre	Austrobaileyales
Famille	Schisandraceae
Genre	<i>Illicium</i> L.
Espèce	<i>Illicium verum</i> Hook.f.

(« Inventaire National du Patrimoine Naturel », s. d.-a).

### 1.5.1.3. Régions productrices

Originnaire du sud-ouest de Chine, les chinois sont les premiers producteurs de badiane dans le monde suivis par le nord de Vietnam. Elle a été introduite en Europe au 13<sup>ème</sup> siècle (carrément fleurs) (« Badiane. pdf », 2020).

Il est présent à l'état sauvage et est également cultivé au Japon, dans le sud de la Chine et à Taiwan, certains affirment qu'il a été introduit au Japon et il ne se produit pas naturellement en Asie du sud-est (Michel, 2020).

### 1.5.1.4. Conservation

En graine ou en poudre elle doit être stockée dans un pot hermétique entreposé dans un endroit sombre sec et assez frais si c'est possible, pour garder ses saveurs et ses propriétés le plus longtemps possible (« **Badiane. pdf** », 2020).

### 1.5.2. Cannelle

La cannelle est en effet l'un des ingrédients les plus anciens et couramment utilisés dans la cuisine algérienne. Elle possède un goût chaud, légèrement piquant et sucré qui ajoute une saveur distinctive aux plats. Il existe plusieurs types de cannelle, tous appartenant au genre *Cinnamomum*. Les deux types les plus couramment disponibles sur le marché sont la cannelle de Chine et la cannelle de Ceylan. En Algérie, la cannelle de Chine, également appelée *Cinnamomum cassia*, est la plus vendue dans les épiceries en raison de son arôme plus fort que celui de la cannelle de Thaïlande. La cannelle de Chine a une odeur agréable et très aromatique, et elle est de couleur brun clair. Elle se présente sous la forme d'une seule couche d'écorce enroulée et a une couleur moins pâle que l'autre variété et selon leur épaisseur on distingue leurs qualités commerciales (« **Cannelle le bon, le mauvais et le délicieux** », 2020).

La cannelle est riche en polyphénols (Rao, 2014) et elle est reconnue par sa capacité à réduire l'inflammation, à augmenter la sensibilité à l'insuline (Qin, 2010) et à réduire l'excès de gaz et à améliorer la santé cardiaque.



Figure 3 : Cannelle.

#### 1.5.2.1. Description botanique

Le cannellier est un arbre qui peut mesurer de 6 à 15 m de haut. Les feuilles sont persistantes luisantes à la surface supérieure, de couleur d'abord rougeâtre puis verte, ovales allongées, de 12 à 23 cm de longueur et de 5 à 7 cm de largeur, à la base 3 nervures principales, elles dégagent une forte odeur lors du froissement (Robert, 2005).

L'arbre âgé d'au moins 7 ans a une écorce interne qui peut être découpée en lamelles et qui a la capacité de s'enrouler sur elle-même. Elle est de couleur brun clair et son épaisseur

définit les différentes qualités commerciales de la cannelle. La collecte de l'écorce se fait deux fois par an à la fin de la saison des pluies.

### 1.5.2.2. Classification

Domaine	Biota Endl
Règne	Plantae
Sous règne :	Viridaeplantae
Infra règne :	Streptophyta
Classe :	Equisetopsida
Sous classe :	Magdoliidae
Super ordre :	Magnolianaes
Ordre :	Laurales
Famille :	Lauraceae
Genre :	<i>Cinnamomum</i>
Espèce :	<i>Cinnamomum verum</i>

(« Inventaire National du Patrimoine Naturel », s. d.-b).

### 1.5.2.3. Régions productrices

Les canneliers poussent naturellement au Sri Lanka et dans les régions humides. Originaire du sud de l'Inde, la cannelle de Ceylan pousse dans les forêts tropicales de Ceylan, de l'Inde orientale, de Java, de Madagascar...elle est cultivée de manière intensive dans toutes les régions tropicales, notamment aux Philippines et à Antilles. La cannelle de Chine est une espèce possédant les mêmes propriétés thérapeutiques que celle de Ceylan. Originaire de Chine et du Japon (**Reculeau-Arnoud, s. d.**).

#### 1.5.2.3.1. Conservation

La cannelle se conserve à l'abri de l'humidité et de la lumière dans des récipients en verre ou en métal pour garder son arôme et ses qualités gustatives.

### 1.5.3. Cubèbe

Le poivre à queue, également connu sous le nom de *Piper cubeba* ou Kankol, est une plante cultivée principalement pour son huile essentielle et ses baies de la famille des Piperaceae (**Nahak et Sahu, 2010**). Comme de nombreux autres types de poivre, le cubèbe est utilisé dans une variété de plats, qu'ils soient salés ou sucrés. On le trouve notamment dans les cuisines des pays du Maghreb et il est souvent inclus dans le mélange d'épices arabes appelé Ras El Hanout.



**Figure 4 :** Cubèbe.

Les grains de poivre cubèbe sont récoltés lorsqu'ils sont encore verts, ce qui permet de concentrer leur arôme. Chaque grain est attaché à un petit pédoncule, qui peut être aussi long que le diamètre du grain lui-même. Les baies de poivre cubèbe poussent le long d'une tige longue et souple. Le poivre cubèbe se distingue par son léger piquant. Les baies ont une saveur aromatique, légèrement poivrée, et elles peuvent être légèrement âpres et amères. Bien qu'elles soient similaires au poivre noir, elles ont une force moins prononcée et dégagent un parfum différent. Elles laissent en bouche une saveur douce et agréable.

### 1.5.3.1. Description botanique

*Piper Cubèbe* de la famille des Piperaceae, est une plante vivace, grimpante et ligneuse. Cette épice est obtenue à partir des baies récolter avant maturité. Les feuilles sont de couleur blanc jaunâtre et les fruits sont arrondis, ridés et de couleur noire grisâtre. Une petite tige est attachée aux fruits au niveau des articulations, les fruits sont aromatiques leur poudre est de couleur brun rougeâtre avec une odeur dure. Il existe trois variétés de cubèbe : chini, habshi, hindi, le cubèbe chini est de la meilleure qualité. Le fruit de cette variété est petit avec une petite tige dessus (Wasimet *al.*, 2012).

### 1.5.3.2. Classification taxonomique

Domaine	Biota Endl
Règne	Plantae
Sous règne	Viridiaeplantae
Infra règne	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous classe	Magdoliidae
Super ordre	Magdolianae
Ordre	Piperales
Famille	Piperaceae
Sous famille	Piperoidae
Genre	Piper L.
Espèce	<i>Piper cubeba</i> L.f.

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-c)

### 1.5.3.3. Régions productrices

Le cubèbe est originaire de l'Inde. Il pousse au milieu de forêts tropicales principalement sur les îles de Java et Sumatra en Indonésie (Nahak et sahu, 2011).

### 1.5.3.4. Conservation

Pour une conservation optimale (durant 2 à 3 ans), il faut garder l'épice à l'abri de la lumière.

### 1.5.4. Cumin

Est un ingrédient essentiel dans les cuisines africaines et surtout algérienne. C'est une plante annuelle de la famille Apiaceae dont les grains sont utilisés pour leur arôme unique. Il existe plusieurs variétés de cumin. Le cumin indien est largement utilisé dans les aliments, les boissons, les liqueurs, les médicaments, les articles de toilette et la parfumerie, et est cultivé dans les climats doux du Gujarat, du Rajasthan et de l'Uttar Pradesh. Les meilleures graines de cumin noir (*Nigella sativa*) viennent d'Égypte (Shamina, 2008). Il a un goût légèrement amer, piquant et légèrement sucré. Les grains doivent être incorporés au début de la recette car ils ont besoin de temps pour libérer leur arôme.

Il est riche en vitamines et minéraux et particulièrement en cuivre, fer et calcium, il contribue également à fortifier les os, à stimuler la production des globules rouges sains et à améliorer le cholestérol sanguin (Bence, 2020).



Figure 5 : Cumin.

#### 1.5.4.1. Description botanique

Le cumin est une petite plante annuelle, mince et glabre, de la famille du persil, atteignant généralement 25 cm de hauteur (certaines variétés atteignant le double de cette hauteur). Les feuilles linéaires bleu-vert sont longues de 5 à 10 cm, pennées ou bipennées, avec des folioles filiformes. Les fleurs blanches ou roses fleurissent en petites ombelles composées. Le fruit est un akène latéral fusiforme ou ovoïde mesurant de 4 à 5 mm de long, contenant une seule graine. Les plantes fleurissent en juin et juillet. Les graines sont normalement prêtes 4 mois après la plantation (lorsque les grains passent du vert au gris brun). Les graines se présentent sous forme de carpelles appariés ou séparés et mesurent 3–6 mm de long. Ils ont un motif rayé de neuf crêtes et canaux d'huile et sont poilus, de couleur brunâtre, en forme de bateau ; se rétrécissant à chaque extrémité, avec de minuscules tiges attachées (Shamina, 2008).

### 1.5.4.2. Classification taxonomique

Domaine	Biota Endl
Règne	Plantae
Sous règne	Viridaeplantae
Classe	Equisetopsida
Sous classe	Magdoliidae
Super ordre	Asteranae
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Sous famille	Apioideae
Genre	Cuminum L.
Espèce	<i>Cuminum cyminum</i> L

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-d)

### 1.5.4.3. Régions productrices

L'Inde et le premier consommateur et producteur mondial de cumin avec la Syrie et la Turquie et le Pakistan (**Shamina, 2008**). L'origine du cumin est le bassin méditerranéen oriental cultiver à l'origine en Iran aujourd'hui il est cultivé en Chine Ouzbékistan Turquie Tadjikistan Syrie Maroc – Égypte Chili Mexique et en Inde (« **qu'est-ce que le cumin ?** », 2021)

### 1.5.4.4. Conservation

La conservation des grains se fait dans des boîtes hermétiques une fois que les graines sont bien séchées pour garder leurs saveurs.

### 1.5.5. Curcuma

Une espèce des plantes herbacées qui pousse dans les pays tropicaux (Patrick, 2006) appartenant à la famille des Apaiacea qui est cultivée en Asie, en Afrique et en Europe (Johri, 2010). Le curcuma possède une couleur jaune vive qui colore les plats. La partie utilisée en cuisine est le rhizome réduit en poudre. Il existe plusieurs espèces de curcuma, le plus connu et le plus utilisé en cuisine algérienne est *Curcuma longa*, également appelé safran indien. La curcumine est le principal ingrédient actif du curcuma, possédant des effets antioxydant et anti-inflammatoire puissant. Il neutralise les radicaux libres mais stimule également les enzymes antioxydants du corps (Tayyem, 2006).



**Figure 6 :** Curcuma.

### 1.5.5.1. Description botanique

Le curcuma est une plante herbacée vivace qui peut atteindre jusqu'au 100 cm ou plus d'hauteur, comportant plusieurs tiges courtes avec des feuilles oblongues et lancéolées et des fleurs qui vont du jaune pâle à l'orange éclatant (Pascal, 2012). Le rhizome qui représente l'épice est légèrement piquant tubéreux de couleur rouge orangé et la surface extérieure est gris jaunâtre, de 4 à 7 cm de long et 1 à 2 cm de diamètre.

### 1.5.5.2. Classification taxonomique

Domaine	Biota Endl
Règne	Plantae
Sous-règne	Viridaplantae
Infra règne	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous classe	Magdoliidae
Super ordre	Lilianaes
Ordre	Zingiberales
Famille	Zingiberaceae
Sous famille	Zingiberoidae
Genre	Curcuma L.
Espèce	<i>Curcuma longa</i> L.

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-e)

### 1.5.5.2. Régions productrices

Curcuma est cultivé en Chine, Honduras, Inde, Indonésie, Jamaïque, Sud de l'Asie (Chempakam et Parthasarathy, 2008).

### 1.5.5.3. Conservation

Le curcuma frais se garde quelques semaines au frigo, et peut être conservé au congélateur jusqu'au moment de l'utilisation. Il est préférable de conserver la poudre à l'abri de la lumière pour éviter qu'elle perde sa coloration jaune vif.

### 1.5.6. Gingembre

*Zingiber officinale* fait partie de la famille Zingiberaceae, vivace de taille atteignant de 60 cm, et est l'une des espèces les plus anciennes et les plus employées d'Indonésie et de Chine. Depuis 5000 ans, le gingembre est connu dans nombreux pays du monde, et en Algérie on l'utilise en cuisine et en médecine traditionnelle depuis longtemps, grâce à son arôme épicé et piquant. Il est connu depuis longtemps en cuisine. Son arôme est épicé piquant, citronné et son odeur est aromatique agréable citronnée. Il est utilisé frais ou séché et agrmente agréablement bon nombreux des plats qu'ils soient salés ou sucrés. Il présente ses saveurs épicées avec le

curcuma et cardamome. Grace à sa teneur en gingérol, il a des propriétés anti-inflammatoire, antibactérienne et antivirale (Wang, 2014).



Figure 7 : Gingembre.

### 1.5.6.1. Description botanique

*Zingiber officinale* est une plante tropicale herbacée et vivace peut attendre jusqu'au plus de 130 cm. elle ne produits ni des grains ni des fruits par son rhizome aromatique et articulé on obtient le gingembre après que ce rhizome séché et moulu donc il est constitué de deux parties la partie souterraine : Rhizome et la partie aérienne est formée de feuilles, tiges et fruits.

Son rhizome est noueux et parfumé peau beige pâle, avec chair jaune pâle et juteuse. Il devient plus fibreux avec l'âge. Les feuilles sont persistantes bisériées, longues, étroites, lancéolées pointues et longues de 20 cm. Les tiges ont deux sortes : tiges hautes stériles servant à l'assimilation chlorophyllienne et des tiges plus courtes ; environ 20 cm. Portant des fleurs irrégulières en épi, l'inflorescence est en cours épis axillaires très serré à tige couverte d'écaillés. Elle a des fleurs parfumées blanches jaunes avec des trainées rouges sur les lèvres. Les fruits sont des capsules triviales contenant des grains noirs peu nombreuses. La floraison est entre le mois d'août et novembre (Faivre, 2006).

### 1.5.6.2. Classification taxonomique

Domaine	Biota Endl
Règne	Plantae
Infra règne	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous classe	Magdoliidae
Super ordre	Lilianae
Ordre	Zingiberales
Famille	Zingiberaceae
Sous famille	Zingiberoideae
Genre	Zingiber
Espèce	<i>Zingiber officinale</i>

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-f)

### 1.5.6.3. Régions productrices

Le gingembre est cultivé dans les zones ensoleillées et humides principalement en Asie, Chine et en Népal. Il est connu dans nos régions grâce au commerce méditerranéen des Romains et des Grecs. Il est cultivé dans les pays chauds surtout en Inde et en Chine tropicale ainsi que Jamaïque (Laure, 2017).

### 1.5.6.4. Conservation

On peut conserver les racines de gingembre au réfrigérateur durant quelques semaines dans des bocaux hermétiques car l'humidité peut faciliter la moisissure ou on peut le faire sécher. Il suffit alors de couper le gingembre en rondelles et de les laisser sécher quelques heures et il est possible par la suite de conserver à température ambiante.

### 1.5.7. Poivre noir

Appartient de la famille des Piperaceae, et connu et apprécié depuis l'antiquité pour sa saveur et ses utilisations comme médicament, il est surnommé l'or noir ou le roi des épices, car il est l'épice la plus importante et la plus consommée au monde (Peter, 2000). Il représente environ 20 % de toutes les importations des épices et 35% du commerce mondial des épices (Narayanan, 2000).

Le *Piper nigrum* est l'une des épices les plus courantes dans la cuisine algérienne, il est cultivé pour ses fruits qui sont séchés et moulu puis utilisés. Il est riche en un puissant antioxydant appelé pipérine et peut aider à prévenir les dommages causés par les radicaux libres aux cellules, riche aussi en manganèse et en vitamine K (Butt, 2013).

Le poivre stimule les papilles gustatives pour faire montrer l'acide chlorhydrique, ce qui accélère la digestion. Le poivre noir a des différents usages dans l'industrie agro-alimentaire, en cuisine, en médecine traditionnelle, en parfumerie et même en soins de beauté.



Figure 8 : Poivre noir.

### 1.5.7.1. Description botanique

Le poivre noir est le fruit séché, moulu de la plante tropicale vivace *P. nigrum* L., de la famille Piperaceae, il est cultivé pour ses fruits qui rassemblent à des baies ou grains de poivre, ils sont ronds mesurant environ 0,5 à 1 cm de diamètre. Ils deviennent rouge-jaunâtres à maturité et portent une seule graine, les fleurs blanches sessiles sont portées en épis denses et minces d'environ 60 fleur chacun, la longueur d'épi est en fonction de la région cultivable. Les baies jeunes sont vert blanchâtre ou violet clair tandis que celles mûres sont vertes, violet pâle ou un jaune pâle varient au rouge à maturité. Les formes sauvages sont dioïques tandis que les formes cultivées sont bisexuées (Alerte, 1998).

### 1.5.7.2. Classification taxonomique

Domaine	Biota Endl
Règne	Plantae
Sous-règne	Viridaeplantae
Infra-règne	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous classe	Magdoliidae
Super ordre	Magdolianae
Ordre	Piperales
Famille	Piperaceae
Sous famille	Piperoidaea
Genre	Piper L.
Espèce	<i>Piper nigrum</i> L.

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-g)

### 1.5.7.3. Régions productrices

Le *Piper nigrum* se trouve dans les forêts à feuilles persistantes des Ghâts occidentaux et des zones adjacentes presque du niveau de la mer jusqu'à une altitude de 1300m. Le Vietnam est devenu le premier producteur et exportateur mondial de poivre noir, elle domine le marché d'exportation, exportant la quasi-totalité de ses produits (Ahler, 1998).

Le poivre noir est originaire du sud de l'Inde où il est largement cultivé ainsi que d'autres régions tropicales, les pays producteurs sont l'Inde, l'Indonésie, La Malaisie, Le Sri Lanka, Le Vietnam et Le Brésil (Peter, 2000).

### 1.5.7.4. Conservation

Le poivre noir peut être stocké en poudre dans des récipients hermétiques pendant des nombreuses années sans perdre son arôme et son goût (Peter, 2000).

### 1.5.8. Girofle

Le clou de girofle est une espèce de plantes appartenant à la famille des Myrtaceae. Cette épice est beaucoup utilisée dans la cuisine indienne et asiatique, car elle a un goût puissant et obtenue à partir des boutons floraux séchés des fleurs du giroflier. Cet arbre originaire d'Indonésie peut mesurer jusqu'à 20 m de hauteur. Les principaux producteurs de clou de girofle dans le monde sont l'Indonésie avec 68%, Madagascar avec 15.5%, la Tanzanie avec 9.7%, le Sri Lanka avec 3.2% et les Comores avec 2.3% (Clou de girofle bio, s. d.).

Le girofle est connu pour ses nombreux bienfaits. Il est anti-inflammatoire, et apaise les douleurs musculaires. Il est un très bon anesthésiant local et un antiseptique efficace qui agit contre les bactéries et les virus (Jesus, 2017).



**Figure 9 :** Clous de girofle.

#### 1.5.8.1. Description botanique

Le giroflier est un arbre de 20m de haut, ses feuilles peuvent mesurer jusqu'à 12 cm avec des fleurs blanches, voire roses et sur un même plan l'ensemble des pédoncules et pédicelles floraux forme les griffes. On récolte les boutons floraux de couleur rose avant leur éclosion : ce sont les clous de girofle. Ceux qui ne sont pas cueillis vont mourir et deviendront des drupes, plutôt rouge foncé (Jesus, 2017).

Toutes les parties du Giroflier sont aromatiques, les fleurs restent les plus parfumées, et en moyenne il produit 2 à 3kg de clous de girofle par an (Claire, 2019).

### 1.5.8.2. Classification taxonomique

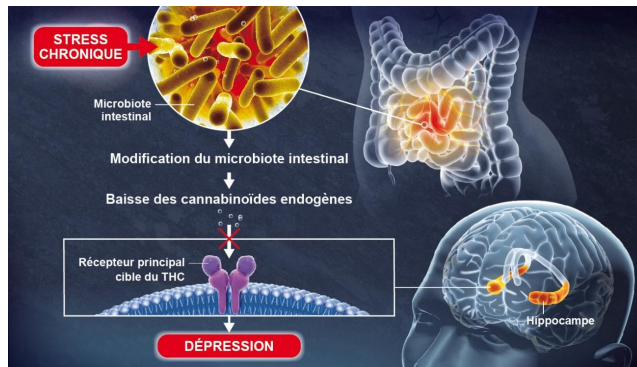
Domaine	Biota Endl
Règne	Plantae
Sous-règne	Viridaeplantae
Infra-règne	Streptophyta
Classe	Equisetopsida
Sous classe	Magdoliidae
Super ordre	Rosanae
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae
Sous famille	Myrtoideae
Genre	<i>Syzygium</i>
Espèce	<i>Syzygium aromaticum</i> L.

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-h)

### 1.5.8.3. Conservation

Les clous de girofle qu'ils soient entiers ou en poudre se conservant plusieurs mois, voir années, s'ils sont conservés dans un flacon hermétique, à l'abri de la chaleur et de la lumière, ils perdent plus vite leur intensité aromatique s'ils sont moulus.

# Chapitre 2



## Le microbiote intestinal

Le tube digestif héberge  $10^{14}$  microorganismes vivant en symbiose avec l'hôte, ce qui représente un nombre environ 100 fois plus important que le nombre des cellules du corps humain (O'hara et Shamaham, 2006). Ce microbiote intestinal est essentiellement composé de certaines espèces bactériennes mais on retrouve également des virus, des archées et des cellules eucaryotes (Eckburg *et al.*, 2005 ; Walker *et al.*, 2014).

### 2.1. Composition normale

Le tube digestif est stérile. Dès la naissance, des microorganismes colonisent le tube du nouveau-né sur toute sa longueur avec un gradient croissant dans le sens oro-anal. Ces microorganismes sont issus principalement de la flore vaginale, intestinale et cutanée de la mère par un transfert vertical (Adler-berth et Wold 2009 ; Schmidt *et al.*, 2011 ; Cho et Blaser 2012).

Au cours de la vie, la composition du microbiote peut cependant être affectée par l'aliment, l'activité du système immunitaire de l'hôte et par des changements physiologiques en particulier chez les personnes âgées (O'Toole et Claesson, 2010).

La plupart des espèces bactériennes du microbiote intestinal sont ni cultivables ni identifiables avec les méthodes fondées sur les caractéristiques morphologiques et biochimiques. L'essor des techniques moléculaires basées principalement sur le séquençage des gènes codant l'ARN ribosomique 16S a permis une meilleure caractérisation des communautés microbiennes (Fraher *et al.*, 2012).

### 2.2. Rôle du microbiote intestinal

Le microbiote joue un rôle crucial dans la santé de l'hôte tant au niveau intestinal que dans la physiologie globale en remplissant de nombreuses fonctions importantes. Il y a lieu de citer la production de vitamines, la fermentation des aliments non digestibles, et aussi le rôle protecteur en maintenant des jonctions serrées et en renforçant le système immunitaire. Le développement et la maturation de ces fonctions sont étroitement liés à la composition du microbiote et à son interaction avec l'épithélium digestif et le système immunitaire (Sekivior *et al.*, 2010).

### 2.3. Troubles digestifs

Le déséquilibre de la biodiversité de notre flore intestinale est appelé « dysbiose » ; il se traduit par une diminution du nombre de bactéries présentes dans la flore intestinale ou une augmentation des mauvaises bactéries au détriment des bonnes bactéries. Parmi les principales

causes de la dysbiose, il y a le déséquilibre alimentaire, l'hygiène de vie et l'environnement, les médicaments et les déficits immunitaires. Le déséquilibre de la flore peut entraîner des problèmes de santé tels que des ballonnements, ventre gonflé et douloureux, des gaz intestinaux douloureux, la constipation, les diarrhées, l'affaiblissement des défenses immunitaires et d'autres maladies digestives comme :

- Maladie de Crohn
- Rectocolite hémorragique
- Syndrome de l'intestin irritable
- Maladie Colique
- Gastro-entérite.

L'obésité et l'allergie sont aussi liées également à un déséquilibre de la flore intestinale selon des nombreuses études scientifiques (Atelier @Bz Prestashop 1.6, s. d.).

### 2.4. Généralités sur les bactéries étudiées

#### 2.4.1. *Bacillus cereus*

*Bacillus cereus* est une bactérie à gram positif, responsable de toxi-infections caractérisées par des symptômes diarrhéiques, ainsi que d'intoxications se traduisent par des symptômes émétiques. Il s'agit d'un bacille sporulant et aéro-anaérobie facultatif( « **Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments: *Bacillus cereus* »,2021)**

##### 2.4.1.1. Taxonomie

Domaine	Bacteria
Phylum	Firmicutes
Classe	Bacilli
Ordre	Bacillales
Famille	Bacillaceae
Genre	<i>Bacillus</i>
Espèce	<i>Bacillus cereus</i>

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-i)

##### 2.4.1.2. Habitat

*Bacillus cereus* est largement répandu dans l'environnement : terre, eau, végétaux, aliments (« **les *Bacillus cereus* », 2011)**).

La spore est très résistante (chaleur et dessiccation...) et persista dans certains produits alimentaires ou dans l'air (Clave, 2014).

### 2.4.1.3. Caractères biochimiques

Lactose : négatif

Fermentation de glucose : positif

Production de gaz : négatif

Test d'uréase : positif

Test de Catalase : positif

Test d'oxydase : variable

Test de gélatine : positif

Test de citrate : positif

Test de nitrate : positif

La spectrométrie de masse permet de bien identifier *Bacillus cereus* (Clave, 2014).

### 2.4.1.4. Caractères morphologiques

*Bacillus cereus* est une bactérie à gram positif, anaérobie facultative, sporifère et vagile qui se présente sous forme de bâtonnet, les spores de *B. cereus* sont ellipsoïdales, subterminales et ne gonflent pas le sporange, les cellules *B. cereus* à se présenter en chaînes et la stabilité de ces chaînes détermine la forme de la colonie, qui peut varier d'une souche à l'autre (Logan et Devos, 2009).

### 2.4.1.5. Pouvoir pathogène

Cette bactérie pathogène induit deux types de pathologies alimentaires :

Syndrome diarrhéique : dû à des toxines préformées dans l'aliment ou produites dans l'intestin grêle. Les symptômes apparaissent en 8 à 16h et disparaissent au bout de 12 h.

Syndrome émétique : se caractérise par des vomissements, nausées, douleurs abdominales. Les symptômes apparaissent de 30 min à 6h. La toxine (céréulide) provoquant ces troubles est thermostable et persiste donc dans les aliments après leur cuisson.

Les deux syndromes peuvent être cumulés (Boyer, 2021).

### 2.4.1.6. Sensibilité aux antibiotiques

La résistance de *B. cereus* à différents antibiotiques est très variable selon les souches (Bernahard *et al.*, 1978). La plupart des souches de *B. cereus* produisent la  $\beta$  lactamase et sont donc considérées résistantes aux agents antimicrobiens de la  $\beta$  lactame (Coonrodet *et al.*, 1971).

### 2.4.2. *Escherichia coli*

*E. coli* constitue une espèce bactérienne sous dominante du microbiote aéro-anaérobie facultative intestinale de l'homme et des animaux. Cette bactérie représente 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants ou coliformes fécaux. Elle est une bactérie versatile qui comprend à la fois les bactéries commensales du tube digestif, des bactéries pathogènes et des bactéries adaptés à l'environnement (**Diallo, 2013**).

#### 2.4.2.1. Taxonomie

Domaine	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordre	Enterobacterales
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	<i>Escherichia</i>
Espèce	<i>Escherichia coli</i>

(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-j)

#### 2.4.2.2. Habitat

*Escherichia coli* est l'espèce la plus fréquemment isolée dans les laboratoires de bactériologie. C'est un commensal de l'intestin de l'homme et des animaux (**Jean, 2010**) représentant l'espèce aérobie quantitativement la plus importante de la flore digestive.

#### 2.4.2.3. Caractères biochimiques

Test oxydase : négatif  
Test catalase : positif  
Test lactose: positif  
Test sorbitol: positif  
Test mannitol : positif  
Uréase : négatif (**Clave, 2015**).

#### 2.4.2.4. Caractères morphologiques

*E. coli* est un bacille mobile à gram négatif de la famille des Entérobactéries, de 2 à 3 nm de long sur 0.5 nm de large, généralement polymorphes (**Hanes, 2003**). Il existe différents sérotypes d'*E. coli* selon Ag O et Ag H, Ag K (**Kaperet al., 2004**).

*E. coli* peut être divisée en plusieurs groupes phylogénétiques dont quatre principaux (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, D, E et F) regroupant la majorité des souches (**Ménil, 2016**).

### 2.4.2.5. Pouvoir pathogène

*E. coli* est le premier germe responsable d'infections communautaire et nosocomiale ; ces infections sont de deux types : infection intestinale à type diarrhées et infection extra-intestinale (François *et al.*, 2016).

### 2.4.2.6. Sensibilité aux antibiotiques

*E. coli* est l'un des microorganismes les plus fréquemment isolés dans les échantillons cliniques. La résistance à plusieurs médicaments chez *E. coli* est devenue un problème bouleversant observé chez l'homme et a été reconnu comme un contribuant à la dissémination des gènes de la résistance aux antibiotiques. Le contrôle de la dissémination des souches multi-résistantes est problématique en raison du très petit nombre d'antibiotiques disponibles. En raison de la résistance croissante aux céphalosporines, aux fluoroquinolones et aux aminoglycosides, les carbapénèmes sont progressivement devenus le dernier recours comme agent antimicrobien à large spectre. Néanmoins, avec une consommation croissante, l'émergence d'*E. Coli* résistante aux carbapénèmes est devenue un grave problème de santé publique dans le monde entier (Tiantet *al.*, 2020).

### 2.4.3. *Proteus mirabilis*

*Proteus mirabilis* est une bactérie que l'on trouve dans le tube digestif de l'homme et des animaux. Elle est à Gram négatif appartenant aux entérobactéries et au genre *Proteus*. Au cours des années 90, il y a eu un rapport dans la littérature pour suggérer que *Proteus mirabilis* peut jouer un rôle étiopathogénique dans la polyarthrite rhumatoïde. Cette étude montre que les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde ont des niveaux plus élevés de *Proteus* urinaire que ne la font les contrôles comparables sains des deux sexes ou les femmes avec des non-polyarthrite-rhumatoïde conditions arthritiques (Wilson, 1997 in O'hara *et al.*, 2000).

#### 2.4.3.1. Taxonomie

La classification des bactéries de genre *Proteus* a changé au cours du XXe siècle

Domaine : Bacteria  
Phylum : Proteobacteria  
Classe : GammaProteobacteria  
Ordre : Enterobacterales  
Famille : Enterobacteriaceae  
Genre : *Proteus*  
Espèce : *Proteus mirabilis* (Holt,1986)

### 2.4.3.2. Habitat

Les *Proteus mirabilis* se trouvent habituellement dans l'environnement, l'eau polluée, le sol et le fumier. On les rencontre aussi dans la viande putride, et les abcès. Elles sont pour la plupart des habitants des voies urinaires de l'homme où elles provoquent des infections associées à la formation de calculs rénaux et de calculs vésicaux (Armbruster *et al.*, 2018).

### 2.4.3.3. Caractères biochimiques

*P. mirabilis* fermente le glucose, le glycérol, le tartrate, le tréhalose et la xylose.

Lactose : pas de fermentation

Saccharose : négatif

Production de gaz : positif

Test d'indole : négatif

Test de catalase : positif

Test d'oxydase : négatif

Test d'uréase : positif

Test de citrate : positif

(Loqman, s. d.)

### 2.4.3.4. Caractères morphologiques

*Proteus mirabilis* est un petit bacille à Gram négatif très mobile, polymorphe et qui mesure environ 0.4 à 0.8 µm de large et 1 µm de long. Cette bactérie, aéro-anaérobie facultative, peut facilement se développer sur des milieux de culture microbiologique ordinaire (BHIB, Soja trypticase, gélose nutritive) (Loqman, s. d.).

### 2.4.3.5. Pouvoir pathogène

*Proteus mirabilis* est une espèce qui provoque des infections urinaires avec une fréquence la plus élevée parmi toutes les espèces de *Proteus*. Elle est impliquée dans les infections compliquées et les infections chez les patients cathétérisés pendant une longue durée (Philips, 1995). Elle est l'un des principaux agents pathogènes de l'appareil urinaire humain chez les patients hospitalisés (Holt *et al.*, 1986).

### 2.4.3.6. Sensibilité aux antibiotiques

*Proteus mirabilis* a une résistance naturelle à colistine, cyclines (spécificité de l'espèce *mirabilis*) et furanes. Les autres antibiotiques testés sur les bacilles à Gram négatif type Entérobactéries sont habituellement actifs ( $\beta$ -lactamines, aminosides, quinolones, cotrimoxazole, chloramphénicol). Toutes les  $\beta$ -lactamines sont actives sur *Proteus mirabilis* sauf pénicilline G et M (Archambaud et Clave, 2004).

### 2.4.4. *Pseudomonas aeruginosa*

*P. aeruginosa* est une bactérie à gram négatif, qui a été découverte en 1882. Elle est présente dans le monde entier dans le sol et l'eau, et est considérée comme un agent pathogène opportuniste (Jeannot et Guillard, 2019).

#### 2.4.4.1. Taxonomie

Selon la 19<sup>ème</sup> édition de Bergey's manual of systematic bacteriology (1994), *P. aeruginosa* est classé comme suit :

Domaine	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordre	Pseudomonadales
Famille	Pseudomonaceae
Genre	<i>Pseudomonas</i>
Espèce	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

#### 2.4.4.2. Habitat

*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie ubiquitaire, très répandue dans l'air, le sol, l'eau, et surfaces et particulièrement en milieu humide (Clave, 2011).

Les téguments et les muqueuses de l'homme et des animaux. Elle peut contaminer le matériel hospitalier, hôtelier, médical ou chirurgical, les solutions antiseptiques, les solutés injectables, des produits médicamenteux ou cosmétiques.

#### 2.4.4.3. Pouvoir pathogène

Le *P. aeruginosa* est une bactérie de faible virulence. Cependant lorsque les défenses immunitaires de l'hôte sont effondrées, ce germe peut exprimer de nombreux facteurs de virulence qui jouent un rôle certain dans sa pathogénicité. Ce sont entre autres : les pili qui sont responsables de la fixation des cellules épithéliales, le flagelle joue un rôle essentiel dans la mobilité et vraisemblablement un rôle indirect dans l'adhérence cellulaire, le lipopolysaccharide a une activité antiphagocytaire,... (Dombia, 2022).

### 2.4.4.4. Caractères biochimiques

Oxydase : positif

Catalase ; positive

ADH : positive

(Loqman, s. d.)

### 2.4.4.5. Caractères morphologiques

Le *P. aeruginosa* est un bacille à gram négatif, fin de 1.5 µm de large, non sporulé et non capsulé. Il est très mobile grâce à une ciliature polaire en général monotriche, il est aérobie strict utilisant pour sa respiration les nitrates comme accepteurs d'hydrogène.

De l'extérieur à l'intérieur on distingue la membrane externe avec une double couche lipidique asymétrique comprenant deux feuillets : le feuillet externe est constitué par le lypopolysaccharide et le feuillet interne par les phospholipides. La membrane externe contient des protéines mineures et des protéines majeures. Parmi ces dernières, il y a des protéines intervenant dans la pénétration des antibiotiques, particulièrement les β-lactamines et leur mutation donne une résistance (Doumbia, 2022).

### 2.4.4.6. Sensibilité aux antibiotiques

*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 constitutive d'un système d'efflux actif dénommé MexAB-OprM.

De la production inductible d'un système d'efflux actif dénommé MexXY(OprM).

De la production d'une β-lactamase Inductible à large spectre, AmpC.

De la production d'une β-lactamase à spectre restreint, OXA-50.

De la production d'une enzyme modifcatrice des aminosides APH (3')-IIb. (Jeannot et Guillard, 2019).

# *Partie expérimentale*

# Chapitre 3

---



Matériel & Méthodes

Le choix des épices pour l'étude est basé sur celles habituellement utilisées dans la cuisine algérienne. Les échantillons d'épices ont été prélevés le 15 février 2023, d'une épicerie au centre-ville de la wilaya de Mostaganem. Notre étude a été réalisée au sein des laboratoires de Biochimie et Microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Mostaganem. Elle s'est étalée sur une période 4 mois (Du 28 Février au 22 Juin).

### 3.1. Matériels utilisés

#### 3.1.1. Matériel végétal

Les épices étudiées sont :

- Le poivre noir, le cubèbe, les clous de girofle, le cumin et l'anis étoilé à l'état de grains non emballés ;
- La cannelle sous forme d'écorces ;
- Le curcuma et le gingembre sous forme des rhizomes.

Le prélèvement a été effectué à l'aide d'une spatule que le vendeur utilise quotidiennement et les échantillons ont été emballés dans des petits sachets et ont servis à la préparation des décoctions par la suite.

#### 3.1.2. Matériel biologique

Les espèces bactériennes utilisées sont référencées et ont été fournies par le laboratoire de recherche en microbiologie et biologie végétale.

Bactéries	Gram
<i>Eschrechia coli</i>	Négatif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC27853	Négatif
<i>Proteus mirabilis</i> ATCC35659	Négatif
<i>Bacillus cereus</i> ATCC10876	Positif

#### 3.1.3. Milieux de culture

Selon les méthodes utilisées dans l'essai et selon les souches, nous avons utilisé les milieux suivants :

**La gélose nutritive** : pour la culture des bactéries.

**La gélose Mueller Hinton** : pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux différents poudres et décoctés d'épices.

### 3.2. Méthodes

#### 3.2.1. Préparation des décoctions

Trois g de chaque épice sont pesés à l'aide d'une balance de précision, puis mis dans une bouteille en verre stérile contenant 250ml d'eau distillée. Après fermeture hermétique et étiquetage (nom d'épices, durée de décoction et concentration), les bouteilles sont placées dans une cocotte-minute pendant 1 heure pour avoir des décoctions à  $C=0,012\text{g/ml}$ .

#### 3.2.2. Tests phytochimiques

Un screening chimique est réalisé dans le but de mettre en évidence des différents métabolites secondaires : polyphénols, alcaloïdes, flavonoïdes, terpénoïdes, glycosides cardiaques, carbohydrates, saponines, glycosides d'antraquinone, quinones libres, tanins, sucres réducteurs, protéines, coumarines, amidon, chlorophylles et caroténoïdes.

##### 3.2.2.1. Tannins

La présence des tannins est mise en évidence en ajoutant à 1 ml de chaque décocté, 0,5 ml de solution de  $\text{FeCl}_3$  à 5%. Un précipité verdâtre a montré la présence de tanins (**Okerulu et al., 2015**).

##### 3.2.2.2. Terpénoïdes

Ils sont caractérisés par le test de Salkowski. 2,5ml de l'extrait est ajouté à 1ml de chloroforme et 1,5 ml d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

La formation d'un anneau marron-rouge ou brun rougeâtre à l'interphase indique la présence des terpénoïdes (**Dahanayakeet al., 2019**).

##### 3.2.2.3. Saponines

**Test de la mousse :** Quelques ml de l'extrait est agité vigoureusement et dans le sens de la longueur du tube pendant 15 secondes puis laissé au repos pendant 15 min. La formation d'une mousse persistante stable indique la présence de saponosides (**Tilaouiet al., 2021**).

##### 3.2.2.4. Sucres réducteurs

Un ml de réactif de Fehling est ajouté à 5 ml de la solution puis le mélange est incubé 8 min à  $70^\circ\text{C}$  dans un bain marie. Un test positif est obtenu par la présence d'un précipité rouge brique (**Vishnu et al., 2019**).

### 3.2.2.5. Glycosides cardiaques

**Test Keller- Killani :** Deux ml de l'extrait est mélangé à 1 ml d'acide acétique glacial contenant quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$ , puis, l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Un anneau brun à l'interface indique la présence de sucres réducteurs (**Vishnu et al., 2019**).

### 3.2.2.6. Coumarines

La présence des coumarines est mise en évidence en ajoutant 3 ml de NaOH (10%) à 2ml de l'extrait. Après agitation de la solution, l'apparition d'une couleur jaune indique la présence de coumarines (**Vishnu et al., 2019**).

### 3.2.2.7. Carbohydrates

**Test de Molisch :** À environ 2 ml de l'extrait, 2 gouttes de solution alcoolique d' $\alpha$ -naphthol ont été ajoutées et le mélange a été bien agité. Quelques gouttes de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré ont été ajoutées le long des côtés du tube à essai. Un anneau violet indique la présence de sucres (**Vishnu et al., 2019**).

### 3.2.2.8. Protéines

**Test de Biuret :** On prélève 2 ml de décocté auquel on ajoute 1 goutte de solution de sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4$ ) à 2 % ; 1 ml d'éthanol à 95% a été ajouté. Ensuite, quelques gouttes de KOH ont été ajoutées. L'apparition d'une couleur rose indique la présence des protéines (**Vishnu et al., 2019**).

### 3.2.2.9. Alcaloïdes

**Test de Dragendroff :** 2 ml de HCl 2% ont été ajoutés à 5 ml d'extrait, puis 1 ml de réactif de Dragendroff a été ajouté un précipité orange ou rouge montre un résultat positif pour les alcaloïdes (**Vishnu et al., 2019 modifié**).

### 3.2.2.10. Quinones libres

Deux gouttes de NaOH (1 %) ont été ajoutés à 1 ml de décocté, l'observation d'une couleur jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres (**Rajkumar et al., 2022**).

### 3.2.2.11. Phénols

On ajout quelques gouttes de Folin-ciocalteu à 2 ml de décocté, l'apparition d'une couleur bleu verdâtre indique la présence des phénols (**Deepthika et al., 2022**).

### 3.2.2.12. Antraquinones

On prélève 2 ml de décocté auquel on ajoute 1 ml de KOH à 10%, l'apparition d'une couche rouge montre un résultat positif pour les anthraquinones (**Rajkumar et al., 2022**).

### 3.2.2.13. Amidon

Mettre dans un tube à essai 2 ml d'extrait à tester et ajouter quelques gouttes de lugol (5ml d'eau distillée + 0,01g d'iode + 0,075g d'iodure de potassium). Observer l'apparition d'une couleur bleu violacé indique la présence de l'amidon (**Vishnu et al., 2019**).

### 3.2.2.14. Flavonoïdes

Deux gouttes de NaOH à 10% ont été ajoutées à 1 ml de l'extrait, la couleur jaune indique la présence des flavonoïdes (**Vishnu et al., 2019**).

## 3.2.3. Dosage des composés phénoliques

### 3.2.3.1. Dosage des polyphénols

**Principe :** Le dosage des poly phénols est réalisé à l'aide du réactif de « Folin-ciocalteu ». Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les poly phénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (**Biozot et al., 2006**).

La teneur en polyphénol totaux des extraits a été déterminé par spectrophotométrie, suivant le protocole décrit par **Slinkard and Singleton (1977)**, 1 ml de l'extrait a été mélangé avec 5 ml de Foin-Ciocalteu (C=10 %), après 5 min d'incubation 4ml de carbonate de sodium à C=7.5 % ont été additionnées puis incubé une heure de temps.

Un étalon a été réalisé avec des concentrations croissantes d'acide gallique (standard) allant de 0.02 à 0.1 mg/ml. Après une heure d'incubation à la température ambiante, l'absorbance a été lue à 765 nm contre un blanc, à l'aide d'un spectrophotomètre de type Jenway. L'expression des résultats a été obtenue à partir de l'équivalence du standard (Acide gallique) par milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/g MS).

### 3.2.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux

Le dosage de trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) tel décrit par **Boulanouar *et al.* (2013)** est utilisé pour quantifier les flavonoïdes dans les décoctés.

Le chlorure d'aluminium forme un complexe très stable avec les groupements hydroxyles (OH) des phénols. Ce complexe jaune absorbe la lumière visible à une longueur d'onde de 430 nm. Pour réaliser le test 1 ml de décocté est ajouté à un volume égal d'une solution trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) à raison de 2% dans l'eau distillée. Le mélange est vigoureusement agité et l'absorbance est lue à 430 nm dans un spectrophotomètre après 10 min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante (**Bouzi *et al.*, 2017**).

Une courbe d'étalonnage linéaire réalisée par le standard Quercétine à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les échantillons testés permettent la quantification des flavonoïdes. Les résultats obtenus sont exprimés en milligrammes équivalents Quercétine par gramme de matière fraîche (mg EQ/g MS).

### 3.2.4. Évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH

La méthode de DPPH est une méthode simple, fortement sensible et rapide, employée pour évaluer l'activité antiradicalaire dans une durée relativement brève. Presque 90% des études sur l'activité antioxydante utilisent cette méthode (**Kulisic *et al.*, 2004 ; Moon et Shibamoto, 2009**).

La réduction du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) par un antioxydant pourrait être suivie par spectrophotométrie UV-visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 515 nm provoquée par la présence des décoctés.

Le DPPH, initialement violé, se décolore lorsque son électron célibataire est apparié. Cette décoloration est représentative de la capacité des extraits à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques. Le radical stable DPPH, en réagissant avec une molécule antioxydante, se transforme en DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) coloré en jaune avec perte de son absorbance caractéristique à 517 nm (**Villano *et al.*, 2007**).

Les réactions ont lieu à température ambiante et en milieu éthanolique, qui permet une bonne solubilisation de la plupart des antioxydants. 275  $\mu\text{L}$  d'une solution éthanolique de DPPH 25  $\mu\text{M}$  sont mélangés à 25  $\mu\text{L}$  de décocté des épices étudiées à différentes concentrations. Après 1 h d'incubation à température ambiante, l'absorbance des échantillons était rouge à 517 nm. Les analyses ont été réalisées en triple. L'activité de piégeage des radicaux DPPH a été exprimée

par :  $[(A_0-A_1/A_0) \times 100]$ , où  $A_0$  est l'absorbance de la réaction témoin (sans échantillon) et  $A_1$  est l'absorbance de l'échantillon. Les résultats ont été exprimés en valeurs  $IC_{50}$  (**Boulanouar *et al.*, 2013**).

### 3.2.5. Évaluation de l'activité antimicrobienne

Le test de successibilité est effectué selon la méthode de diffusion ou des disques en milieu gélosé. L'apparition d'une zone circulaire transparente autour du disque montre l'absence de la croissance ; plus que le diamètre est grand, plus la souche est sensible (**Pradhan *et al.*, 2023**).

#### 3.2.5.1. Préparation des cultures jeunes

On cultive les quatre souches bactériennes séparément dans des boîtes de pétri contenant un de la gélose nutritive et on laisse incuber à 37°C pendant 24h.

#### 3.2.5.2. Préparation des milieux de cultures

L'ensemencement des bactéries dans un milieu MH à partir d'une suspension est être réalisé en suivant le protocole suivant :

##### Méthode de diffusion sur disque

La préparation d'une suspension bactérienne : prélever une petite quantité de culture bactérienne et la suspendre dans un volume connu de la solution de l'eau physiologique (9 ml) pour avoir une DO entre 0.08 et 0.1 à 620 nm. Dilution de la suspension : si la DO est trop élevée, il est recommandé de diluer la suspension pour obtenir une concentration appropriée, si elle est trop basse on ajoute des petites quantités de culture.

Ensemencement sur le milieu MH : à l'aide d'un écouvillon stérile et à partir de la suspension précédente, on ensemence en stries serrées en 3 fois ....

Des disques de papier Watman n° 02 de 6 mm de diamètre imbibés de 30 µl de l'extrait de concentration 0,0012 g/ml ont été déposés à la surface de gélose. Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 24 heures d'incubation

##### Méthode de diffusion en puits

Similaire à la précédente sauf que, les puits sont réalisés par le haut de pipette Pasteur stérile. En suite les puits sont remplis par 0,05 g de poudre de chacun des épices. Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 24 heures d'incubation.

### 3.2.5.3. Détermination du diamètre des zones d'inhibition

Après 24 h d'incubation, les diamètres d'inhibition sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse, un halo clair est présent autour d'un disque si le décocté inhibe le développement microbien. Plus la zone est grande, plus le germe est sensible, tous les tests sont répétés trois fois.

### 3.2.6. Analyse statistique

La saisie et l'analyse des données statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel SPSS version 21 avec l'analyse multivariée de la variance. La comparaison multiple est faite par le test de Duncan. Les représentations graphiques sont représentées sous forme d'histogrammes à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2019. Les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart-type pour les variables quantitatives.

# Chapitre 4

---



Résultats et discussion

### 4.1. Screening phytochimique

Le screening phytochimique qualitatif basé sur des réactions colorées ou des précipitations par des réactifs chimiques spécifiques a pour but de révéler les différentes familles des substances chimiques existantes dans les décoctés d'une heure des épices étudiées.

Les résultats des tests phytochimiques ont révélé la présence des tannins dans le décocté du girofle uniquement tout comme les coumarines dans le décocté du cumin alors que les autres métabolites secondaires sont présents de manière variables dans les épices étudiées (terpénoides, saponines, glycosides cardiaques, alcaloïdes, quinones libres et anthraquinones).

Tous les décoctés contenaient des phénols et des flavonoïdes. Les décoctés du curcuma, du gingembre et du poivre noir renfermaient de l'amidon. Les carbohydrates et les protéines sont présents dans tous les décoctés des épices étudiées. Ces résultats ne concordent pas en totalité aux résultats d'autres chercheurs en raison de la variabilité des tests appliquées, des variétés d'épices étudiées ainsi que de la fraction analysée c'est-à-dire le solvant utilisé pour l'extraction. Cependant, la présence de métabolites secondaires bioactifs est reportée par plusieurs auteurs dans les extraits aqueux et les décoctés d'épices (**Tacouriet *al.*, 2013 ; ayshriand Jayesh, 2018**).

Tableau 3 : Résultats des tests phytochimiques des différents décoctés.

Test	Épice							
	A.E	Cn	Cm	Cr	Cb	Gg	Gf	P.N
Tanins	-	-	-	-	-	-	+	-
Terpénoïdes	+	+	+	+	+	+	+	+
Saponines	-	+	-	-	++	+++	+	++
Sucres réducteurs	-	+	-	+	+	-	+	+
Glycosides cardiaques	-	-	-	+	+	-	+	-
Coumarines	+	+	+	+	+	-	+	+
Carbohydrates	+	++	+++	+	+	+	+	++
Protéines	+	+	+	+	+	+	+	+
Alcaloïdes	+	+	+	-	+	-	+	-
Quinones libres	+	+	+	+	+	+	+	+
Phénols	+	+	+	+	+	+	+	+
Anthraquinones	+	+	+	+	+	-	+	+
Amidon	-	-	-	+	-	+	-	+
Flavonoïdes	+	+	+	+	+	+	+	+

A.E : anis étoilé, Cn : cannelle, Cm : cumin, Cr : curcuma, Cb : cubèbe, Gg : gingembre, Gf : girofle, P.N : poivre noir.

+++ : Quantité important ; + : Petite quantité, - : Absence.

#### 4.1.1. Tanins

L'apparition d'un précipité verdâtre montre la présence des tanins chez l'extrait de Girofle contrairement aux autres extraits (anis étoilé, cannelle, cumin, curcuma, cubèbe, gingembre, poivre noir) qui sont pauvre en Tanins (Figure 10)

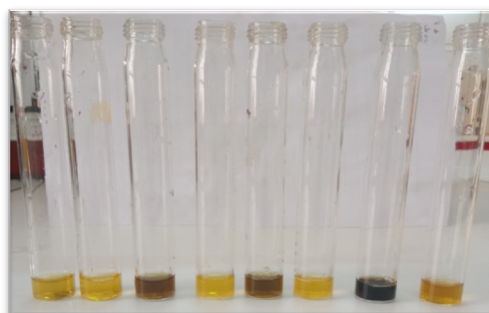


Figure n° 10. Résultats du test de Tanin (cliché personnel, 2023)

### 4.1.2. Terpénoïdes

La formation d'un anneau marron-rouge ou brun rougeâtre à l'interface indique la présence des terpénoïdes dans tous les décoctés



Figure n° 11. Résultats du test de Terpénoïdes (cliché personnel, 2023).

### 4.1.3. Saponines

Selon la figure 12, la formation d'une mousse persistante stable pendant 15 min indique la présence de Saponines en concentration faible dans la décoction de Cannelle, cubèbe et girofle avec forte concentration chez Gingembre, et poivre noir, contrairement chez les décoctions de l'Anis étoilé, le Cumin et le Curcuma, grâce à la disparition rapide de la mousse juste après sa formation (Figure 12).

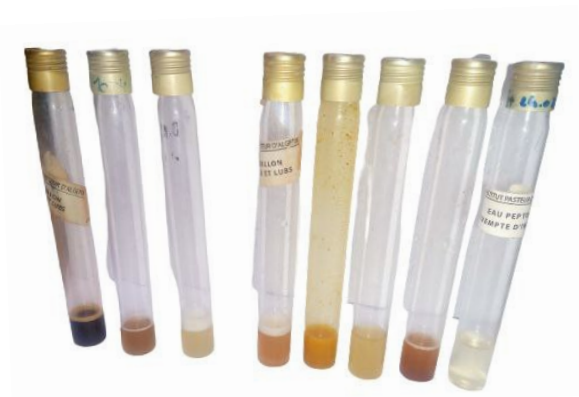
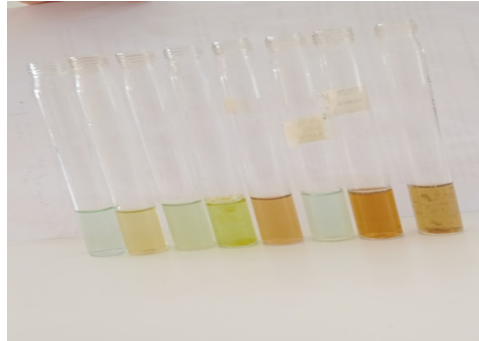


Figure n° 12. Résultats du test des saponines (cliché personnel, 2023).

### 4.1.4. Sucres réducteurs

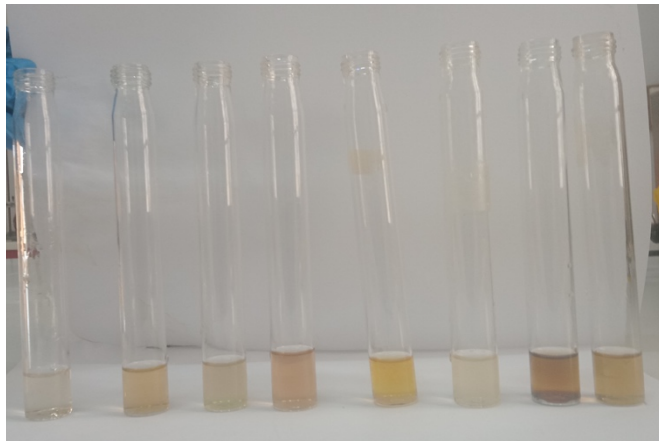
Pour les résultats de ce texte, il semble que les décoctions de Cannelle, Curcuma, Cubèbe, Girofle et Poivre noir contient forte concentration de sucres réducteurs, grâce à la formation d'un précipité rouge brique (Figure 13).



**Figure n° 13.** Résultats du test des sucres réducteurs (cliché personnel, 2023)

### 4.1.5. Glycosides cardiaques

Selon la figure 14 les Glucosides cardiaques sont présents seulement dans les décoctés de Curcuma, Cubèbe, Girofle, ces résultats sont confirmés par la formation d'un anneau brun rougeâtre ou brun violet.



**Figure n° 14.** Résultats du test de glycosides cardiaques (cliché personnel, 2023).

### 4.1.6. Coumarines

D'après le test utilisé, les Coumarines sont présentes dans tous les extraits, sauf dans la décoction de la Gingembre ou est apparue la couleur jaune caractéristique (figure 15).

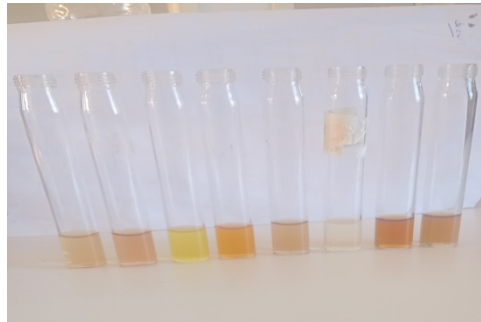


Figure n° 15. Résultats du test de coumarines (cliché personnel, 2023).

### 4.1.7. Carbohydrates

Les carbohydrates sont présents dans toutes les décoctions, ce résultat est indiqué par l'apparition d'un anneau violet (figure16).

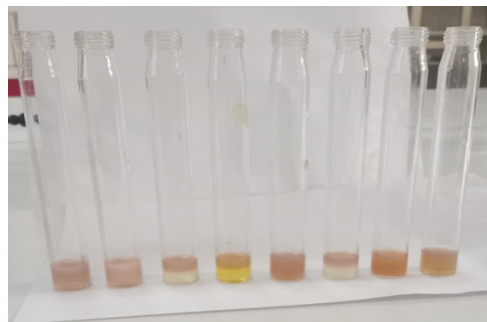


Figure n° 16. Résultats du test de carbohydrate (cliché personnel, 2023)

### 4.1.8. Protéines

L'apparition d'une couleur rose indique la présence des protéines dans tous les décoctés et pour le poivre noir elle est très claire.

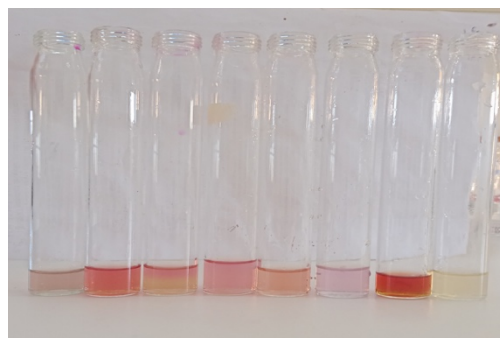
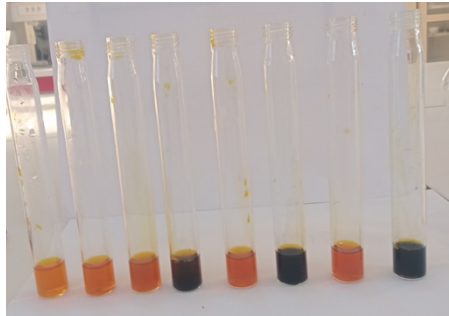


Figure n°17. Résultats du test de protéines (cliché personnel, 2023).

### 4.1.9. Alcaloïdes

Un précipité rouge dans les décoctés de l'Anis étoilé, la Cannelle, le Cumin, le Cubèbe, le Girofle et montre que les résultats sont positifs pour les alcaloïdes.



**Figure n° 18.** Résultats du test de alcaloïdes (cliché personnel, 2023).

### 4.1.10. Quinones libres

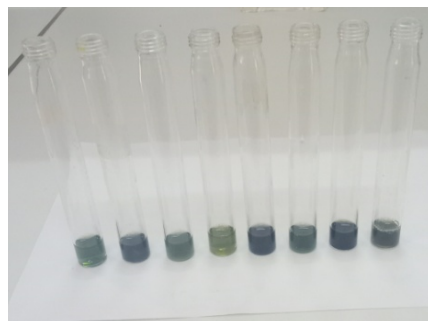
L'observation d'une couleur jaune, rouge ou violet dans tous les tubes indique la présence des quinones libres.



**Figure n° 19.** Résultats du test des quinones libres (cliché personnel, 2023)

### 4.1.11. Phénols

L'apparition d'une couleur bleu verdâtre indique la présence du phénol chez tous les décoctés (Figure 20)



**Figure n° 20.** Résultats du test de phénol (cliché personnel, 2023)

### 4.1.12. Anthraquinones

L'apparition d'une couche rouge montre un résultat positif pour les anthraquinones dans tous les décoctés sauf le gingembre



Figure n° 21. Résultats du test des anthraquinones (cliché personnel, 2023).

### 4.1.13. Amidon

Pour les résultats de ce test, il paraît que les décoctés de Anis étoilé, Cannelle, Cumin, Cubèbe, Girofle sont dépourvus d'amidon, alors que ceux de Curcuma, Gingembre, Poivre noir en contiennent (apparition d'une couleur bleu violacé).

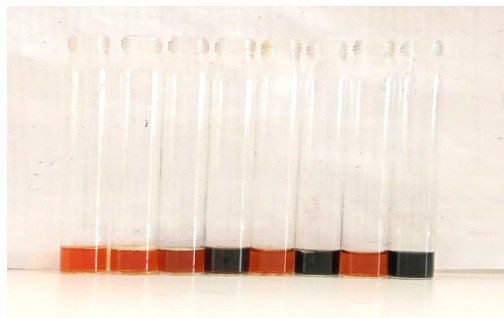


Figure n° 22. Résultats du test de l'amidon (cliché personnel, 2023).

### 4.1.14. Flavonoïdes

La présence de la couleur jaune dans tous les tubes des différents décoctés indique la présence des flavonoïdes.



Figure n° 23. Résultats du test des flavonoïdes (cliché personnel, 2023).

#### 4.2. Teneurs en polyphénols et flavonoïdes

Les résultats du dosage des composés phénoliques totaux dans les différents décoctés, représentés dans la figure 24, et l'analyse statistique a permis de les classer nos épices en 2 ensembles significativement différents ( $p < 0.01$ ) :

- Épices renfermant des teneurs minimales en composés phénoliques allant de 80,78 à 943.56 EAG/100g d'épice (curcuma, gingembre, cumin, anis étoilé, cubèbe, cannelle et poivre noir)
- Épice très riche en polyphénols avec une teneur de 2244.39 EAG/100g d'épice pour le girofle.

Une variation importante en contenu phénolique chez 26 espèces appartenant à 12 familles botaniques a été rapportée par (Shan *et al.*, 2005). Il variait de 0,04 à 14,38 g de EGA/100g de MS avec la teneur la plus élevée pour le girofle (14.38g de EGA/100g de MS). Cette richesse du girofle en polyphénols (85 mg EGA/g de MS) parmi les 13 herbes et épices étudiées est également observée par **Muzolf-Panek and Stuper-Szablewska (2021)**.

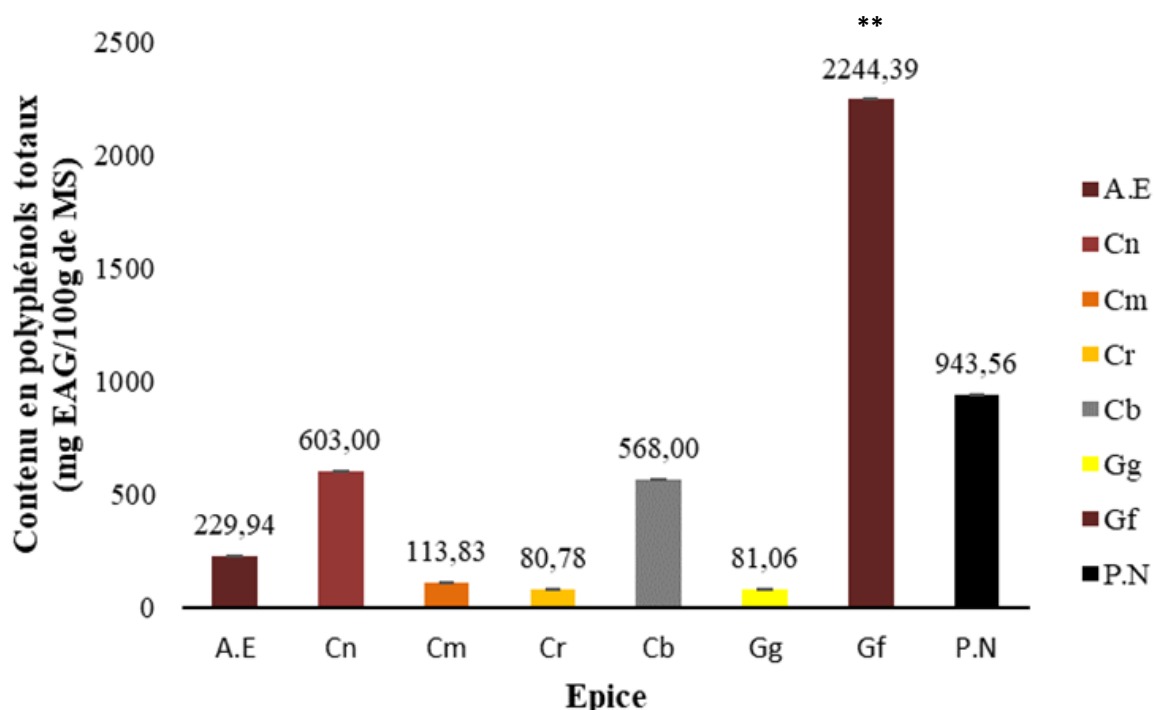
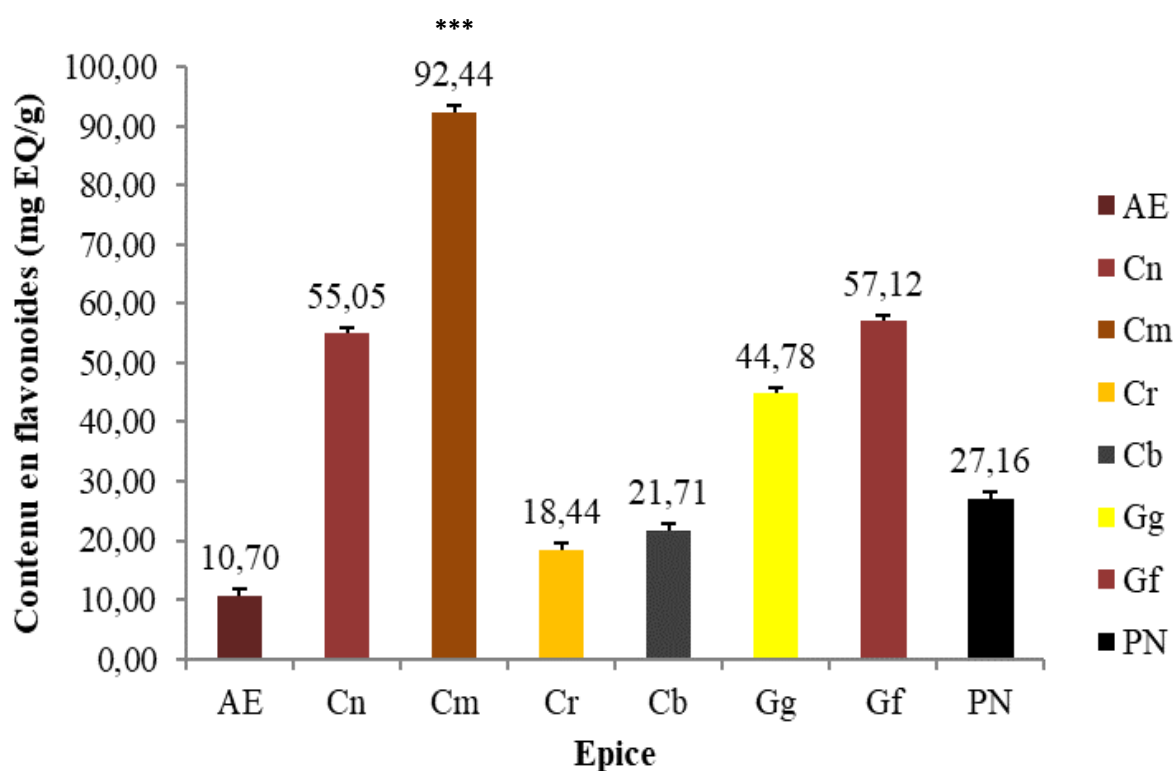


Figure n° 24. Contenu en polyphénols totaux des différents décoctés testés.

Les flavonoïdes, l'un des groupes de composés naturels les plus divers et les plus répandus, sont probablement les composés phénoliques naturels les plus importants. Le cumin en l'occurrence s'est révélé le plus riche en flavonoïdes ( $p < 0.001$ ) par rapport au girofle (92.44 mg EQ/g de MS vs 44.78 mg EQ/g de MS). **Kim et al., (2011)** ont également signalé des résultats comparables avec 101.34 ( $\mu\text{g QE/g}$ ) pour le cumin contre 75.97 ( $\mu\text{g QE/g}$ ) pour le girofle. Ce dernier renfermant la teneur la plus élevée dans d'autres études (**Ali et al., 2021 ; Muzolf- Panek and Stuper-Szablewska, 2021**).

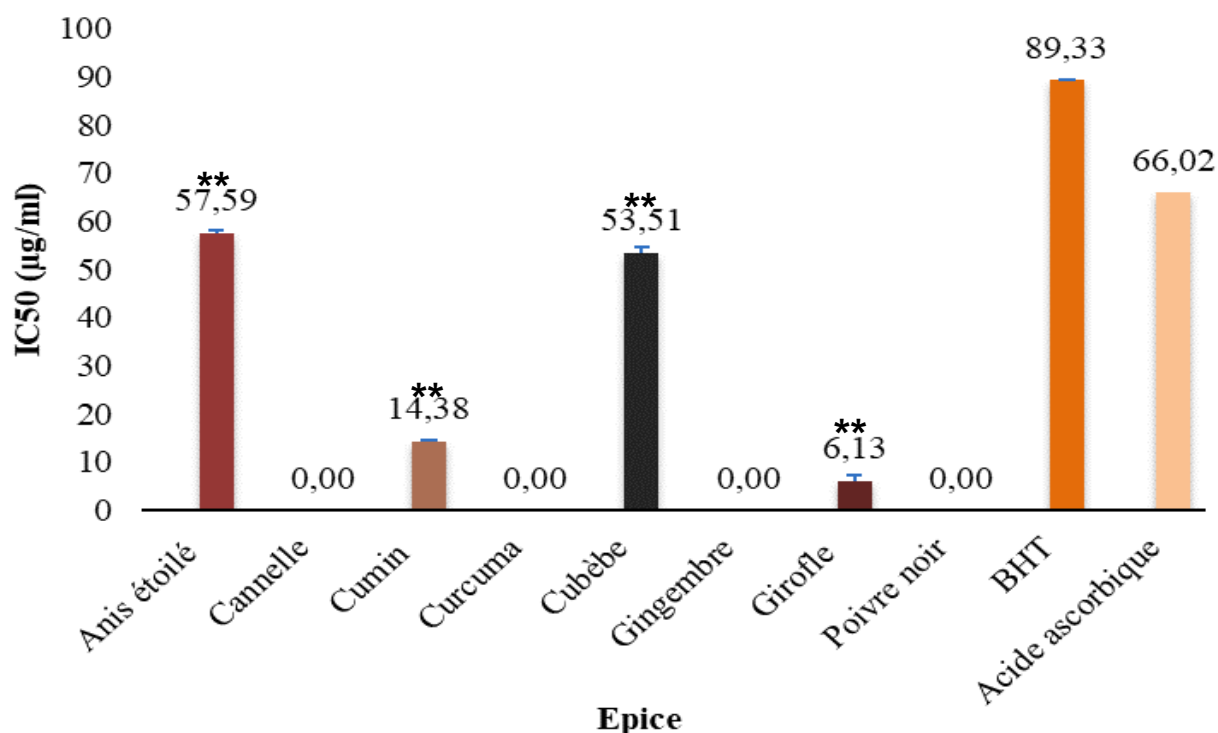
Une large gamme de valeurs en contenus phénolique et flavonoïdique pour les épices testées dans cette étude indique la grande diversité biogénique des composés phénoliques chez ces dernières.



**Figure n° 25.** Contenu total en flavonoïdes totaux des différents décoctés testés.

### 4.3. Activité antioxydante

L'activité de piégeage du radical libre DPPH•+ des différents décoctés d'épices étudiées est exprimée en valeur  $IC_{50}$  (la concentration de décocté nécessaire pour inhiber 50% du radical libre DPPH•+). Les résultats obtenus sont représentés dans la figure ci-dessous.



**Figure n° 26.** Valeurs des IC<sub>50</sub> pour l'activité du piégeage de DPPH des décoctés des épices étudiées exprimés en µg/ml.

Une valeur IC<sub>50</sub> inférieure à celle du BHT et de l'acide ascorbique (antioxydants de référence) indique une activité antioxydante plus élevée. Les résultats obtenus montrent que les décoctés affichent des activités antioxydantes significativement différentes ( $p < 0.001$ ). Les décoctés d'anis étoilé et du cubèbe possèdent une bonne capacité à piéger le radical DPPH avec des IC<sub>50</sub> de  $57.59 \pm 0.53$  µg/ml et  $53.51 \pm 1.03$  µg/ml, respectivement. Le décocté du cumin présente une meilleure activité antioxydante avec une IC<sub>50</sub> de  $14.38 \pm 0.26$  µg/ml. Le décocté du girofle s'est révélé être l'antioxydant le plus puissant comparativement au BHT et l'acide ascorbique (IC<sub>50</sub> =  $6.13 \pm 1.13$  µg/ml).

Ce test a permis de montrer que parmi les 8 épices étudiées, le girofle possède la plus forte activité antiradicalaire par le test au DPPH. La valeur plus élevée de DPPH pour le clou de girofle pourrait être attribuée aux teneurs plus élevées en composés phénoliques totaux, qui sont des agents antioxydants potentiels. **Kim et al., (2011)** ont trouvé qu'une relation significative et linéaire existait entre l'activité de piégeage du DPPH et la teneur en phénols (avec un coefficient de corrélation  $r = 0.9158$ ,  $p < 0.001$ ) des extraits chauds des 13 épices étudiées.

### 4.4. Activité antimicrobienne

Les résultats obtenus (tableau 4) montrent une activité intéressante des décoctés testés sur *P. aeruginosa* avec le cubèbe et *P. mirabilis* avec l'anis étoilé aussi le cubèbe. Le cumin et le curcuma sont seuls à pouvoir inhiber *B. cereus* alors qu'ils sont en plus de la cannelle inactifs contre *E. coli*. Il est également mentionné que les extraits de *P. cubeba* étaient plus efficaces contre les bactéries Gram-positives ; cela peut être dû au fait que les bactéries Gram-négatives ont une paroi cellulaire multicouche composée de phospholipides et de lipopolysaccharides qui constitue une barrière à l'invasion d'agents antimicrobiens à travers la membrane cellulaire (Akshita *et al.*, 2020).

L'effet antimicrobien des extraits des espèces Pepper peut être attribué à l'huile essentielle qui cible la paroi cellulaire des bactéries, endommageant ainsi les protéines ancrées à cette paroi et influençant la formation et l'adhésion des biofilms. En comparaison, les extraits attaquent et détruisent le peptidoglycane, entraînant l'effondrement des cellules bactériennes. De plus, ces plantes ont également été associées à l'inhibition du stress oxydatif, à l'induction de l'apoptose et à l'inhibition du quorum sensing (QS) chez les microbes pathogènes (Drissi *et al.*, 2022).

Concernant la poudre des épices étudiées, des zones d'inhibition sont observées indiquant que les poudres ont une activité antibactérienne intéressante par rapport les extraits aqueux.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que les poudres de anis étoilé, curcuma, cubèbe, et girofle inhibent la croissance de *P. aeruginosa* avec des degrés de sensibilité différents variant de 8.92 à 15.45 mm.

La plus grande zone d'inhibition est celle de la poudre de poivre noir et l'anis étoilé envers la souche bactérienne *P. mirabilis* (25.39, 24.92 mm) suivi par la poudre des clous de girofle avec une zone d'inhibition de 23.05 mm vis à vis de *E. coli*.

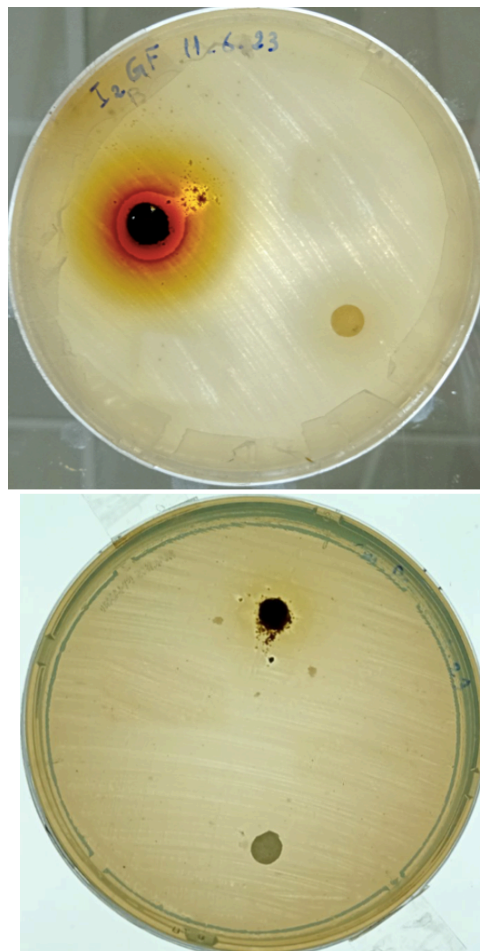
Les valeurs des zones d'inhibition varient de 8.79 à 12.11 mm pour *B. cereus* avec tous les épices sauf le poivre noir n'a aucun effet inhibiteur.

*E. coli* de plus cette étude à montrer que la poudre de clou de girofle à une activité antibactérienne plus élevée en inhibant la croissance des Gram+ que les Gram- (Abdali, 2014).

**Tableau 4 :** Diamètre des zones d'inhibition (mm) des décoctés (15µl) et des poudres des différentes épices sur les bactéries pathogènes testées.

Epice	<i>E. coli</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>P. mirabilis</i>		<i>B. cereus</i>	
	Décocté	Poudre	Décocté	Poudre	Décocté	Poudre	Décocté	Poudre
<b>A.E</b>	9,14	10.44	8,78	14.93	16,52	24.92	-	10.92
<b>Cn</b>	-	10.71	6,65	9.31	8,1	10.23	-	8.79
<b>Cm</b>	-	-	8,89	-	9,62	20.78	8,47	8.96
<b>Cr</b>	-	7.00	7,59	8.92	-	7	7,38	9.01
<b>Cb</b>	8,48	11.79	10,45	10.51	12,38	22.09	-	12.11
<b>Gg</b>	8,67	23.05	9,1	-	7,9	16.75	-	10.60
<b>Gf</b>	9,95	12.86	8,13	15.45	8,41	12.72	-	11.73
<b>P.N</b>	9,91	15.01	9,36	-	8,6	25.39	-	-

A.E : anis étoilé, Cn : cannelle, Cm : cumin, Cr : curcuma, Cb : cubèbe, Gg : gingembre, Gf : girofle, P.N : poivre noir.



**Figure n° 27.** Activité antimicrobienne (en mm) de Gg et Gf sur les bactéries pathogènes testées.

# *Conclusion*

---

Les épices sont utilisées traditionnellement dans divers domaines, culinaire, cosmétique et médicinal ainsi les sciences actuellement favorisent l'utilisation de ces plantes en phytothérapie moderne.

Par le présent travail, nous avons tenté de contribuer à la valorisation de quelques épices qui sont très utilisées en cuisine algérienne pour leurs vertus thérapeutiques en établissant une relation entre leurs compositions chimiques et leurs activités biologiques.

Les extraits aqueux préparés par décoction de  $C = 0.012$  g/ml ont donné des décoctés des couleurs différents avec une odeur très aromatique. Leur analyse quantitative de dosage spectrophotométrie a montré que le décocté de girofle est très riche en polyphénols avec une teneur de (2244.39 EAG/100g) et le cumin est le plus riche en flavonoïdes avec un teneur de (92.44 mg EQ/g de MS), et présente aussi une bonne activité antioxydante avec une  $IC_{50}$  de  $14.38 \pm 0.26$   $\mu$ g/ml. Le décocté du girofle s'est révélé être l'antioxydant le plus puissant comparativement au BHT et l'acide ascorbique ( $IC_{50} = 6.13 \pm 1.13$   $\mu$ g/ml).

L'évaluation de l'activité antibactérienne réalisée par la méthode des disques, a montré par ailleurs que le décocté du cubèbe sont actifs sur *P. aeruginosa* et celui de l'anis étoilé sur *P. mirabilis* avec des zones d'inhibitions allant de  $10,45 \pm 1.03$  mm à  $16,52 \pm 1,74$  mm. Le cumin et le curcuma sont seuls à pouvoir inhiber *B. cereus* alors qu'ils sont en plus de la cannelle inactive contre *E. coli*.

Les poudres des épices étudiées ont montré des zones d'inhibition, ce qui indique que ces poudres ont une activité antibactérienne intéressante par rapport les extraits aqueux.

Les résultats obtenus révèlent que les poudres d'anis étoilé, de Curcuma, de Cubèbe et Girofle inhibent la croissance de *P. aeruginosa* avec des degrés de sensibilité différents allant de 8.92 à 15.45 mm.

La plus grande zone d'inhibition est observée avec la poudre de poivre noir et l'anis étoilé contre la souche bactérienne *P. mirabilis* (25.39, 24.92 mm) suivie par la poudre de clou de girofle avec une zone d'inhibition de 23.05 mm vis à vis de *E. coli*.

Les valeurs des zones d'inhibition varient de 8.79 à 12.11 mm pour *B. cereus*, toutes les épices ayant un effet inhibiteur sauf le poivre noir.

Les résultats obtenus constituant une justification scientifique de l'usage culinaire de ces épices non seulement pour leurs saveurs et arômes mais aussi pour lutter contre les troubles digestifs de par leur action inhibitrice des bactéries pathogènes incriminées notamment l'anis étoilé et le cubèbe. En plus de leur apport d'antioxydants naturels bioactifs dont les vertus thérapeutiques sont innombrables et bien connues actuellement.

Des recherches supplémentaires et approfondies sont nécessaires pour l'identification de molécules bioactives présentes dans les décoctés ainsi que l'élucidation de leurs mécanismes d'action.

# *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

- Akshita, C.; Vijay, B.V.; Praveen, D. Evaluation of phytochemical screening and antimicrobial efficacy of *Mesua Ferrea* and *Piper cubeba* fruit extracts against multidrug resistant bacteria. *Pharmacophore* 2020, 11, 15–20.
- Alderbeth I, Wold A 2009 Establishment of the gut microbiota in western infants *Acta Paediatrica*, 98,(2) P229-238
- ALI ASBADI M., (2014) Badiane remède ou poison *Revue des professionnels de la santé et du médicament* P36
- Ali, A., Wu, H. E., Ponnampalam, E. N., Cottrell, J. J., Dunshea, F. R., & Suleria, H. A. R. (2021). Comprehensive Profiling of Most Widely Used Spices for Their Phenolic
- Alimentation.ooreka (s. d). Guide des aliments, cubèbe. Consulté le 26 avril 2023 sur <https://alimentation.ooreka.fr/astuce/voir/493223/cubebe>.
- Alterafrica, (s.d). Histoire des épices. Consulté le 19 juin 2023 sur <https://www.alterafrica.com/Histoire-des-epices.htm>.
- Alterafrica, (s.d). Histoire des épices. Consulté le 19 juin 2023 sur <https://www.alterafrica.com/Histoire-des-epices.htm>.
- AMBRE M., 2021, Badiane: tous les bienfaits de l'anis étoilé, passeport santé, Fr
- Ambre M., (2021) Passeport santé, herbier médicinal : Badiane : tous les bienfaits de l'anis étoilé , P160 , France
- Anne B, 2017 Le gingembre: de son utilisation ancestrale à un avenir promoteur *Sciences pharmaceutiques*. Ffhal-01932085f
- Archambaud M., Clave D. (2004). Fiche Technique Bactériologie 051. Laboratoire de Bactériologie. Hygiène. CHU Toulouse Rangueil. EN.FTBAC. 27-08-11.01. 1-4.
- Armbruster, C. E., Mobley, H. L. T., and Pearson, M. M. (2018). Pathogenesis of *Proteus mirabilis* Infection. *EcoSal Plus*, 8(1), 10.1128/ecosalplus.ESP-0009-2017. <https://doi.org/10.1128/ecosalplus.ESP-0009-2017>.
- Atelier @ Bzprestashop 1.6.(s.d). Comprendre ce qu'est la Dysbiose ? Effinov-nutrition. Consulté le 30 mai 2023 sur <https://www.effinov-nutrition.fr/blog/comprendre-ce-quest-la-dysbiose-n72>.
- Aucune source spécifiée dans le document actif.
- Aurélie H., (2018). Femme actuelle. Gingembre, cumin, safran... le top des soins beauté aux épices. Consulté le 26 avril 2023 sur <https://www.femmeactuelle.fr/beaute/soin-beaute/gingembre-cumin-safran-le-top-des-soins-beaute-aux-epices-2065337>.
- BAHORUN.T., 1997. Substances naturelles actives : la flore mauricienne , une source d'approvisionnement potentielle . Food and agricultural research council, Réduit , Mauritius. P83-
- Barbelet, S (2015). Le giroflier : histoire, description, et utilisation de la plante et de son huile essentielle. Thèse de doctorat, Université de LORRAINE, P : 121.
- Benc, C. (2021, 16 septembre). Les épices : quels sont leurs atouts et comment bien les utiliser-ScanUp. ScanUp <https://scanup.fr/epices-atouts-utilisations/> consulté le 28 avril 2023.

- Bence, C (2021,16 septembre). Les épices : quels sont leurs atouts et comment bien les utiliser-ScanUp. ScanUp. Consulté le 28 avril 2023 sur<https://scanup.fr/epices-atouts-utilisations/>
- Benjamin, 2022 l'île des épices recettes avec de la badiane
- BENJAMIN,L.(2018) Les bienfaits du cumin pour la santé, France PLATEL K, Srinivasan K.Digestive action of spices : amyth or reality? Indian J Med Res 2004 May; 119(5): 167-79
- Bernahard,K.,Schrenpf,H. Goebel,W.'1978)Bacteriocin and antibioticresistanceplasmid in bacillus cereus and bacillus subtilis.JBacterial 133,897-903
- BERNARD A., 2012. Les épices c'est malin, cannelle clou de girofle, poivre,, leurs bienfait et toute leur utilisation méconnue pour la santé, la beauté et la maison 16
- Biozot N., Charpentier. J.P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahier des techniques de l'Inra,pp 79-82. hal-02669118.
- Boowiki.info, (s.d). *Piper cubeba*. Description, produits chimique contenus, Histoire. (sd).<https://boowiki.info/art/piperaceae/piper-cubeba.html>.
- Boulanouar, B., Abdelaziz, G., Aazza, S., Gago, C. and Miguel, M.G. (2013) Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. Ind Crops Prod. 46: 8596. ▪Boyer, M. (2021).*Bacillus cereus*. Laboratoire Vigilab/ Agroalimentaire, hydrologie. Consulté le 3 mai 2023 sur<https://www.vigilab.com/documentation/fiches-microbiologie/bacillus-cereus>
- Bouzidi, S., Benkiki, N., Hachemi, M., & Haba, H. (2017). Investigation of In Vitro Antioxidant Activity and In Vivo Antipyretic and Anti-Inflammatory Activities of Algerian
- Butt, M.S., Pasha, L., Sultan, M.T., Randhawa, M.A., Saeed, F., Ahmed, W.(2013). Black pepperandhealthclaims:acomprehensivetreatise.Criticalreviewinfood science and nutrition,53(9),875-886.
- Butterlin P ., Sauvage M (2021). la circulation des matières précieuses et les grandes voies commerciales au Proche –Orient du Néolithique au 2 é millénaire avant notre 1 ère. Cahiers d'histoire, 151,17 -34. <https://doi.org/10.4000/chrhc.17254>
- CHRUBASIK S, Pittler MH, RoufogalisBD.Zingiberisrhizoma: acomprehensivereview on the gingereffect and efficacy profiles. Phytomedicine 2005 September ;12(9):684-701.
- Claire, C (2019, 1 aout) clou de girofle. Cuisine de A à Z. Consulté le 1 mai 2023 sur<https://www.cuisineaz.com/articles/clou-de-girofle-2472.aspx>
- Clave, D. (2011). Fiche Technique Bactériologie111. EN.FTBAC14-10-11.01 Centre Toulousain pour le Contrôle de qualité en biologie clinique. Toulouse. Pp 1-4.
- Clave, D. (2014). Fiche technique Bactériologie 143. EN.FTBAC. 31-08-17.01. Centre Toulousain pour le Contrôle de qualité en Biologie clinique. 1-2.
- Clave, D. (2015). Fiche Technique Bactériologie153. EN.FTBAC07-09-17.01 Centre Toulousain pour le Contrôle de qualité en biologie clinique. Toulouse. Pp 1-2.
- Clou de girofle Bio- Acheter, bienfaits et vertus, recettes, culture. (s. d.). Epices.com.<https://www.epices.com/epices-du-monde/91-clou-de-girofle.html>
- Compounds through LC-ESI-QTOF-MS2 and Their Antioxidant Potential. Antioxidants, 10(5), 721. <https://doi.org/10.3390/antiox10050721>  
[content/uploads/2019/07/BACTERIE\\_Pseudomonas.pdf](content/uploads/2019/07/BACTERIE_Pseudomonas.pdf)

- Coonrod, J. D., Leadley, P. J., Eichkoff, T. C. (1971) Antibiotic susceptibility of *Bacillus* species. *Infect Dis* 123,102-105.
- Dahanayake J. M., Perera P. K., Galappatty P., Perera H. D. S. M., and Arawwawala L. D.A.M. (2019). Comparative phytochemical analysis and antioxidant activities of Tamalakyadi decoction with its modified dosage forms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* Volume 2;2019:6037137. doi: 10.1155/2019/6037137.
- Deepthika K., Karunagoda K., Perera P. K. and Arawwawala M. (2022). Quality assessment of a decoction of *Sesamum indicum* L. and *Nigella sativa* L.: Polycystic ovary syndrome. 6. 32-41.
- Diallo AA., (2013) *Escherichia coli* pathogènes et résistantes aux antibiotiques dans les effluents d'origine humaine et animale : prévalence et caractérisation avant et après traitement épuratoire. Thèse de doctorat, Université de Toulouse 3-Paul Sabatier\_Toulouse (France). Pp13-14.
- Doumbia A. (2022). Etude de la résistance aux antibiotiques des espèces de *Pseudomonas aeruginosa* et *Acinetobacter baumannii* isolées de janvier 2020 à décembre 2020 dans un laboratoire privé à BAMAKO. Thèse de doctorat. Université des Sciences et des Technologies de BAMAKO MALI, p101.
- Drissi, B.; Mahdi, I.; Yassir, M.; Ben Bakrim, W.; Bouissane, L.; Sobeh, M. Cubeb (*Piper cubeba* L.f.): A comprehensive review of its botany, phytochemistry, traditional uses, and pharmacological properties. *Front. Nutr.* 2022, 9, 2836
- Eckburg, P.B., Bik, E.M., Bernstein, C.N., Purdom, E., Dethlefsen, L., Sargeant, M., Gill, S.R., Nelson, K.E., Relman, D.A., 2005, Diversity of the human intestinal microbial flora. *Science*, 308, (5728), 1635-1638.
- Epices-revue (2021, 12 juin) Qu'est-ce que le cumin ?- revue Epices. *Revue Epices*. Consulté le 20 mai 2023 sur <https://epices-review.fr/cumin/>  
*Eryngium campestre* L. *Current Bioactive Compounds*, 13(4).
- Fabrice (2013). L'histoire des épices. *Mondépices*. <https://www.mondepices.com/blog/histoire-des-epices/l-histoire-des-epices.html>
- Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Bacillus cereus*. (Mars 2021). Anses, <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2016SA0075Fi.pdf>.
- Fichier PDF Badiane.pdf. (2020, 5 octobre). Fichier PDF. Consulté le 20 juin 2023 sur <https://www.fichier-pdf.fr/2020/10/05/badiane/>.
- FIGUEREDOG., 2007. Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne, École Doctorale Des Sciences Fondamentales. P13
- Fraher MH, O'Toole PW, Quigley EM 2012, Techniques used to characterize the gut microbiota : a guide for clinician, *nature reviews Gastro enterology and Hepatology*, 9,(6), P312-322 .
- François D, Marie-Cécile P, Claire P, Christian M, Vincent C. (2016) *Bactériologie médicale : techniques usuelles*. éd : 3<sup>e</sup>, Elsevier Masson, Paris, 575 pages.
- *Gastronomique*. Anis étoilé (2021, 1<sup>er</sup> avril). Consulté le 9 juin 2023 sur <https://www.gastronomiac.com/glossaire-des-produits/anis-atoile/>

- Ghouri, R . Mazouz,W. (2021). Evaluation de l'activité antibactérienne du poivre noir ( *Piper nigrum*) commercialisé à BISKRA, Mémoire de Master , Université de BISKRA P :61.  
*Gingembre officinal, Gingembre, Démon de minuit.*  
[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/447936/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/447936/tab/taxo)
- Hans ,wKothe (2007)
- HEERS., 2008. ROLE HISTORIQUE des spices et des arômes. Terre de vie N°96
- Hnes D., 2003, Nontyphoid Salmonella, BierJ. Ed International Hand book of food borne. Pathogens Edition. Milotis N., New york, P149.
- Holt J., Bergey's Manual of systemicBacteriology, Williams& Wilkins, Baltimore MD, Vol 1&2, 1986.  
[https://doi.org/10.1186/s43141-023-00490-0.](https://doi.org/10.1186/s43141-023-00490-0)  
<https://doi.org/10.2174/1573407212666160815124204>
- <https://www.passeportsante.net/fr/solutions/herbierMedicinal/Plante.aspx?doc=badiane-tous-les-bienfaits-de-l-anis-etoile>
- Hubert (2008). Épices et herbes aromatiques. Planet-vie.ens. Consulté le 22 mai 2023 sur<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/cellules-et-molecules/molecules/epices-et-herbes-aromatiques>
- Hydrolat de clou de girofle : bienfaits et utilisation en cosmétique et santé naturelle. (2023, 2 septembre). Consulté le 28 mai, 2023 sur[https://www.compagnie-des-sens.fr/hydrolat-clou-de-girofle.](https://www.compagnie-des-sens.fr/hydrolat-clou-de-girofle)
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (1887). *Bacillus cereus* Frankland & Frankland.,  
[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/1016164/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/1016164/tab/taxo)
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (1919). *Escherichia coli* Castellani &Chalmers.,[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/814648/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/814648/tab/taxo)
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (s. d.). *Cinnamomum verum* J.Presl, 1825 - *Cannellier*.[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/447272/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/447272/tab/taxo)
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (s. d.). *Illicium verum* Hook.f., 1888 - *Anis étoilé*. Consulté le 20 juin 2023 sur[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/629897/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/629897/tab/taxo).
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (s. d.c). *Piper cubeba* L.f., 1782.[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/842812/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/842812/tab/taxo)
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (s. d.-d). *Cuminumcyminum* L., 1753 - *Cumin commun, Cumin*.[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/93564/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/93564/tab/taxo)
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (s. d.-e). *Curcuma longa* L., 1753 - *Curcuma, Safran des Indes, Safran calédonien, Safran des îles, Safran de montagne, Safran du pays, Faux safran, Safran*.[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/447931/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/447931/tab/taxo)
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (s. d.-f). *Zingiber officinale* Roscoe, 1807 -
- Inventaire National du Patrimoine Naturel. (s. d.-g). *Piper nigrum* L., 1753 - *Poivrier noir,*
- Jayshri Ramrao Mulay, Jayesh Salve (2018). Phytochemical Analysis of Some Selected Spices. International Journal of Engineering Research. 6. 296.
- Jeannot K. et Guillard T. (2019). *Pseudomonas aeruginosa*.1-6. Consulté sur<https://www.sfm-microbiologie.org/wp->

- Jeannot K. et Guillard T. (2019). *Pseudomonas aeruginosa*.1-6. Consulté sur [https://www.sfmmicrobiologie.org/wpcontent/uploads/2019/07/BACTERIE\\_Pseudomon.pdf](https://www.sfmmicrobiologie.org/wpcontent/uploads/2019/07/BACTERIE_Pseudomon.pdf)
- Jesus C (2017), Girofle *syzygiumaromaticum* De Doctissimo, LR (2017). Girofle. Doctissimo. <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/girofle.htm>
- Julia (2016). Les épices en cosmétique-Astuces pratiques. <http://www.astuces-pratiques.fr/sante/les-epices-en-cosmetique>. Consulté le
- Kaper J, B., Mobley HLT, 2004. pathogenic *Escherichia coli*, *nature reviews microbiology* ; 2 :123-144.
- Kelley, S., Michel S B., Rhett L., Jackson, Gus G., *Proteus infection :overview, Medicine*, 2009
- Kim, I., Yang, M., Lee, O., & Kang, S. (2011). Antioxidant Activities of Hot Water Extracts from Various Spices. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(6), 4120-4131. <https://doi.org/10.3390/ijms12064120>
- Klisic T., Radonic A., Katalinic V., Milos M., (2004). Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chem.*, 85: 633-640
- Krieg, N.R., Ludwig, W., Rainey, F.A., Schleifer, K., H. Whitman, W.B.E. Pp. 21-127. *New York :Springer*
- le livre scolaire .fr éditions (s.d) Venise, grande puissance maritime et commerciale/ le livre scolaire. fr . <https://www.livrescolaire.fr/page/6387958>
- Les *Bacillus cereus*. (6 septembre 2011). Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, consulté le 7 juin 2023 sur <https://agriculture.gouv.fr/les-bacillus-cereus#>
- Logan, N.A., De Vos P. (2009) Genus I. *Bacillus*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol 3 : The Firmicute, ed. De Vos P., Garrity, G., Jones, D.,
- Loqman, B. (s. d.). *Proteus Mirabilis* : Infection, Caractéristiques et Identification. <https://microbiologie-clinique.com/proteus-mirabilis.html>
- Ménil M., Bertrand P., Erich D., (2016). Diversité des populations d'*E. coli* et leurs variations au cours du temps au sein du microbiote intestinal, *Revue* n°486 35-43.
- Merr. & L.M. Perry, *Inventaire National du Patrimoine Naturel. (1929). Syzygiumaromaticum (L.) - Giroflier*. [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/630768/tab/taxo](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/630768/tab/taxo)
- Michel C., (25 février 2020) *illicium anisatum*. PROSEA. Consulté le 30 mai 2023 sur [https://uses.plantae.projet.org/en/Illicium-anisatum-\(PROSEA\)](https://uses.plantae.projet.org/en/Illicium-anisatum-(PROSEA)).
- Moon J-K., Shibamoto T., (2009). Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 :1655- 1666.
- Muzolf-Panek, M., Stuper-Szablewska, K. (2021) Comprehensive study on the antioxidant capacity and phenolic profiles of black seed and other spices and herbs: effect of solvent and time of extraction. *Food Measure* 15, 4561–4574. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01028-z>
- Nahak, Gayatri Sahu, R-K. (2011). Phytochemical évaluation and antioxidant activity of *Piper cubeba* and *piper nigrum* ? *Journal of applied pharmaceutical science*, Vol 1, n°8, P
- O'hara C-M., Brenner F-W., and Miller J. M. (2000). Classification, Identification, and Clinical Significance of *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. *Clin. Microbiol. Rev.*, Vol. 13, No. 4, p. 534–546.

- O'Hara, C-M, Schanhan, F 2006 The gut floral as a forgotten argan, EMBO reports,7,(7),P688-693
- O'Toole, PW, Classon ?Mj 2010 Gut microbiota :Ghangesthroughout ,the lifespanfrom in foncy to elderly international dairy journal ,20,(4),P281-291.
- Okerulu, C-T. Onyema, F- C. Agunabu (2015). Assessment of the phytochemicals proximate and elemental composition of the fruits of *Dialiumguineese* (Icheku). AASCIT Journal of Chemistry. Vol. 2, No. 4, pp. 93-96.
- Parthasarathy,V-A., Bhageerathy, C., Zackariah, T-,J.,(2008).Chimistry of spices.CABI.Cambridge.EnglandP211-212
- Philips J., In vitro Studies on Protiusorganisms of animal origin, JHYG (lond) 1995,Vol 53 n°1,Pp 26-31.
- Pradhan, S., Dash, S., Parida, S. *et al.* (2023). Antioxidant and antimicrobial activities and GC/MS-based phytochemical analysis of two traditional Lichen species *Trypethellium virens* and *Phaeographisdendritica*. *J Genet Eng Biotechnol* 21, 41.
- Qin B., Panickar K.S., Anderson R.A. (2010). Cinnamom : potential role in the prevention of insulin resistance, metabolic syndrome, and type 2 diabetes. *Journal of diabetes science and technology*,4(3),Pp : 685-693
- Rajkumar, G., Panambara, P. A. H. R., & Sanmugarajah, V. (2022). Comparative analysis of qualitative and quantitative phytochemical evaluation of selected leaves of medicinal plants in jaffna, Sri Lanka. *Borneo Journal of Pharmacy*, 5(2), 93-103. <https://doi.org/10.33084/bjop.v5i2.3091>
- Rao,P.V.,Gan,S.H.(2014).Cinnamom:amultifacetedmedicinalplant.Evidence-basedcomplementary and alternative medicine:eCAM,2014,642942..
- Reculeau-Arnoud, X. (s.d.). Hippocrates -Primum non nocere la cannelle “Une épice pas comme les autres.” Consulté le 21 juin 2023 sur<https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-epices/cannelier-cannelle/cannelle.pdf>
- Richard H., 1992. Epices et agromates. Tec&Doc,Lavoisier,Paris, P 438 ; il est exprimé en unité de chaleur Scoville (SHU)
- Rilly C (2022).Des temples dans la savane. Africae, 2017 Licence OpenEdition Books.<https://books.openedition.org/africae:2817?lang=fr>
- Robert A, Annelise L(2005).Plantes aromatiques .ed tec & doc, Paris .522
- Sekivor, Inna , Shannon, L.CaetanoM.Antunes ,B.Brett Finlay .2010.Gut microbiota in health and disease .physiological Reviews.90(3) :859-904. <http://di.org/10.101152/physrev.00045.2005>.
- Sgi.(2020,12 aout) . Cannelle : le bon, le mauvais et le délicieux-Sciété gastro-intestinale [www. mauxdeventre.org](http://www.mauxdeventre.org).Société Gastro-intestinale [www. mauxdeventre.org](http://www.mauxdeventre.org).<https://badgut.org/centre-information/sante-et-nutrition/cannelle/?lang=fr>
- Shan, B., Cai, Y., Sun, M., & Corke, H. (2005). Antioxidant Capacity of 26 Spice Extracts and Characterization of Their Phenolic Constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7749-7759. <https://doi.org/10.1021/jf051513y>
- Slinkard K. and Singleton V., (1977). Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Vitic.* 28:49–55.

- Société Chimique de France (SCF). (2019, 11 décembre). Epices-Produits SCF- Société Chimique de France. Société Chimique de France (SCF). Consulté le 22 mai 2023 sur <https://new.societechimiquedefrance.fr/produits/epices/>.
- Tacouri DD, Ramful-Baboolall D, Puchooa D. (2013). *In vitro* bioactivity and phytochemical screening of selected spices used in Mauritian foods. *Asian Pac J Trop Dis.*;3(4):253–61.
- Tamalakyadi decoction with its modified dosage forms. Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine Volume 2019, Article ID 6037137, P 9 disponible sur <https://doi.org/10.1155/2019/6037137>.
- Tian X., Zheng X., Sun Y., Fang R., Zhang S., Lin J., Coa J Zhou T. (2020) Molecular Mechanisms and Epidemiology of Carbapenem Resistance Escherichia coli isolated from Chinese patients during 2002-2017. *Infection and Drug Resistance*. Vol. 13. Pp : 501-512
- Tilaoui M., Achibat H., Lébri M., Lagou S., Mouse H. A., Zazouli S., Hafid A., Zyad A. & Khouili M. (2021). Phytochemical screening, antioxidant and *in vitro* anticancer activities of *Bombax buonopozense* stem bark extracts, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35:1, 1662-1668
- Uves C., (2010). Grand traité des épices. éd le bureau, Paris P-230
- Villano D., Fernandez-Patchon M.S., Moya M.L. Troncoso A.M., Garcia Parilla M.C, (2007). Radical scavenging ability of phenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta*, 71 :230-235.
- Vischnu B, Sheerin F, Sreenithi V, (2019) A guide to photochemical analysis *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education* Vol-
- Wang CZ., Qi LW., Yuan CS (2014) effet de chimie prévention du cancer de gingembre et de ses constituants actifs : potentiel de découverte de nouveaux médicaments, le journal américain de médecine chinoise. 34 (07) :1351-1363.
- Wasim A., Azhar H., Ansari A., Tahera T. and Fahmeeda Z. (2012). An Appraisal of Medicinal Properties of Kababchini (*Piper cubeba*). *UNIMED Kulliyat*. Vol 5-7, Issue 1-2, 13-18.
- Wichtl, M., Anton, R (2003). *Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. 2<sup>e</sup> éd Lavoisier. France P 692
- Willson C., Thakore A., Isenberg D., Ebrenger A., Correlation between anti *Proteus* antibodies and isolation rates of *Proteus mirabilis* in rematoid arthritis. *Rheumatol Int*, 1997, Vol 16, Pp 187-250.

*Annexe*

## **Annexe**

### **Composition des milieux de cultures Milieu MH (Gélose Mueller Hinton)**

Infusion de viande bovine 3g

Hydrolysate acide de caséine 17.5g

Amidon soluble 1.5g

Agar 15g

Eau distillée 1000ml

21g du milieu MH +15g d'agar dans 01litre d'eau distillée stérile Homogénéisation de ces derniers jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène, chauffage, et stérilisation à l'autoclave 121 degré pendant 15 minutes.

### **Coloration de Gram**

La coloration de Gram est une technique de laboratoire utilisée pour différencier les bactéries en fonction de la composition de leur paroi cellulaire.

La coloration de Gram implique plusieurs étapes.

Une colonie de bactéries à étudier est prélevé et déposé sur une lame de verre.

Ensuite, la lame est chauffée pour fixation des bactéries sur la surface.

La première étape de la coloration consiste à coloration par le violet de gentiane ou cristal violet. Laissez agir de 30 secondes à 1 minute, puis rincez à l'eau Ce colorant pénètre dans la paroi cellulaire

Ensuite, le lugol (un agent de fixation) ; est ajouté pour stabiliser le colorant violet cristal dans la paroi cellulaire. ) Recouvrez de lugol et laissez agir le même temps que le violet de gentiane ; rincez à l'eau déminéralisée

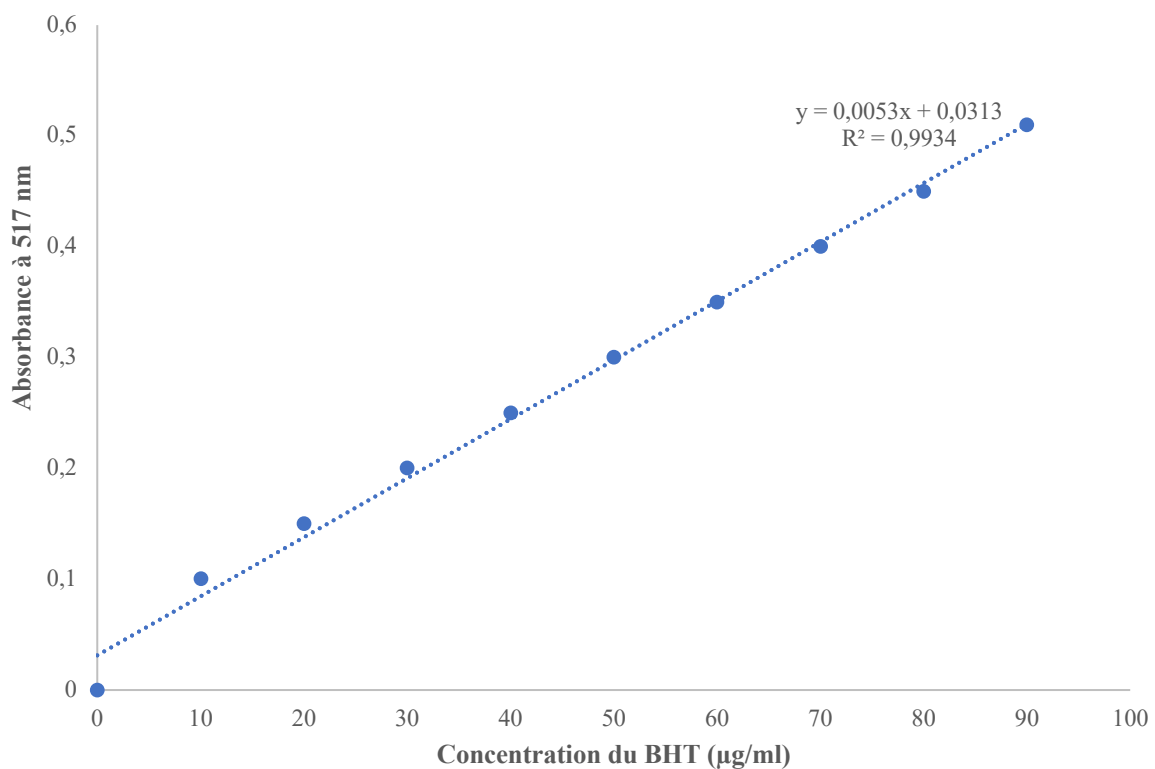
Après, la lame est lavée avec de l'alcool ou un mélange d'alcool et d'acétone pour éliminer l'excès de colorant des bactéries qui ne retiennent pas le violet cristal. Décoloration (rapide) à l'alcool (+acétone). Cette l'étape est la plus importante de la coloration

Enfin, recoloration à la safranine ou à la fuchsine. Est appliqué sur les bactéries. Les bactéries qui ont retenu le violet cristal apparaissent alors violettes ou bleues, tandis que celles qui n'ont pas retenu le violet cristal apparaissent rouges ou roses. Mettez de l'eau distillée sur la lame et quelques gouttes de fuchsine. Laissez agir de 30 secondes à 1 minute. Lavez doucement à l'eau déminéralisée. Séchez la lame sur une platine chauffante à 50 °C ;

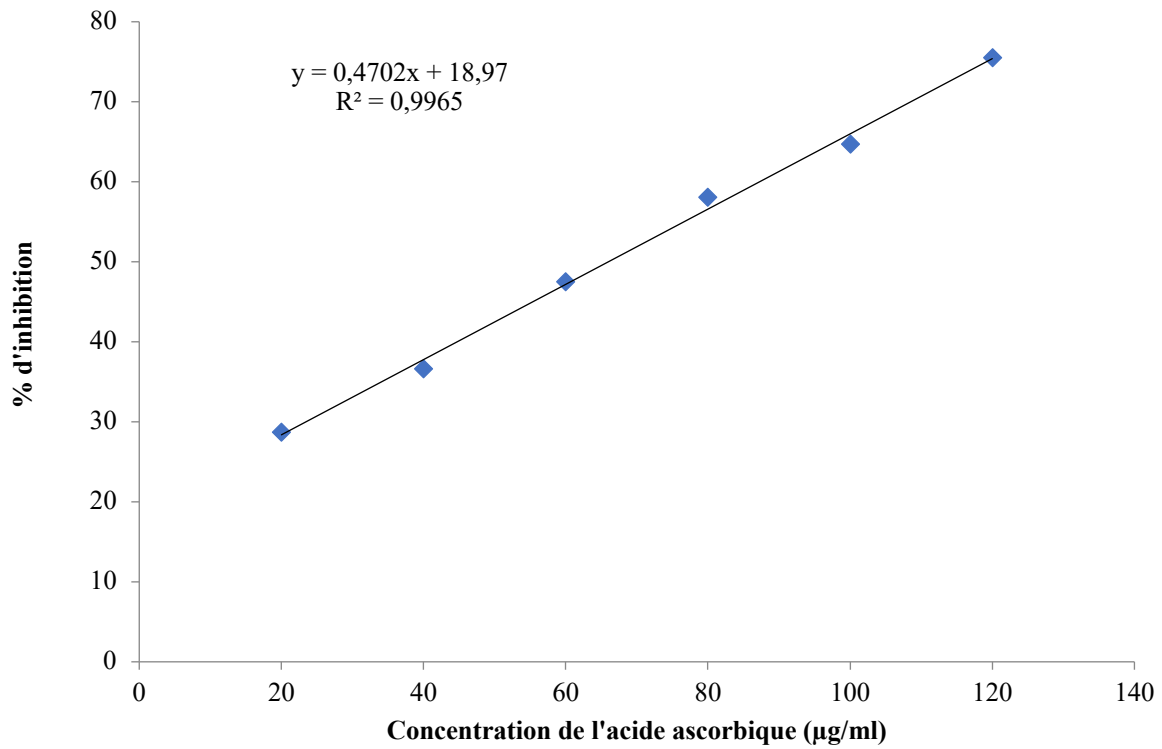
La coloration de Gram permet donc de différencier les bactéries en deux groupes principaux : les bactéries à Gram positif qui retiennent le violet cristal et apparaissent violettes ou bleues, et les bactéries à Gram négatif qui n'ont pas retenu le violet cristal et apparaissent rouges ou roses.

Observez avec une goutte d'huile à immersion objectif 100.

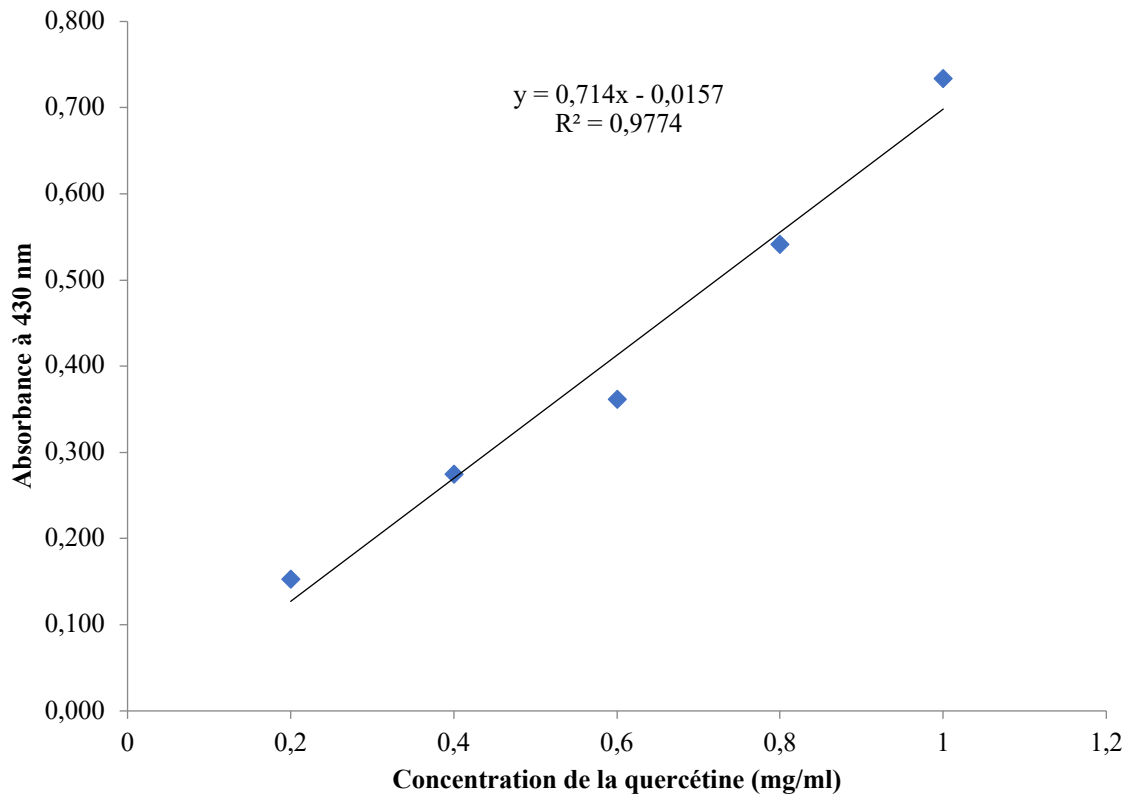
Cette distinction est importante car les bactéries à Gram positif et à Gram négatif ont des caractéristiques différentes, notamment en ce qui concerne leur réaction aux antibiotiques. La coloration de Gram est donc une étape essentielle dans l'identification et la classification des bactéries en laboratoire.



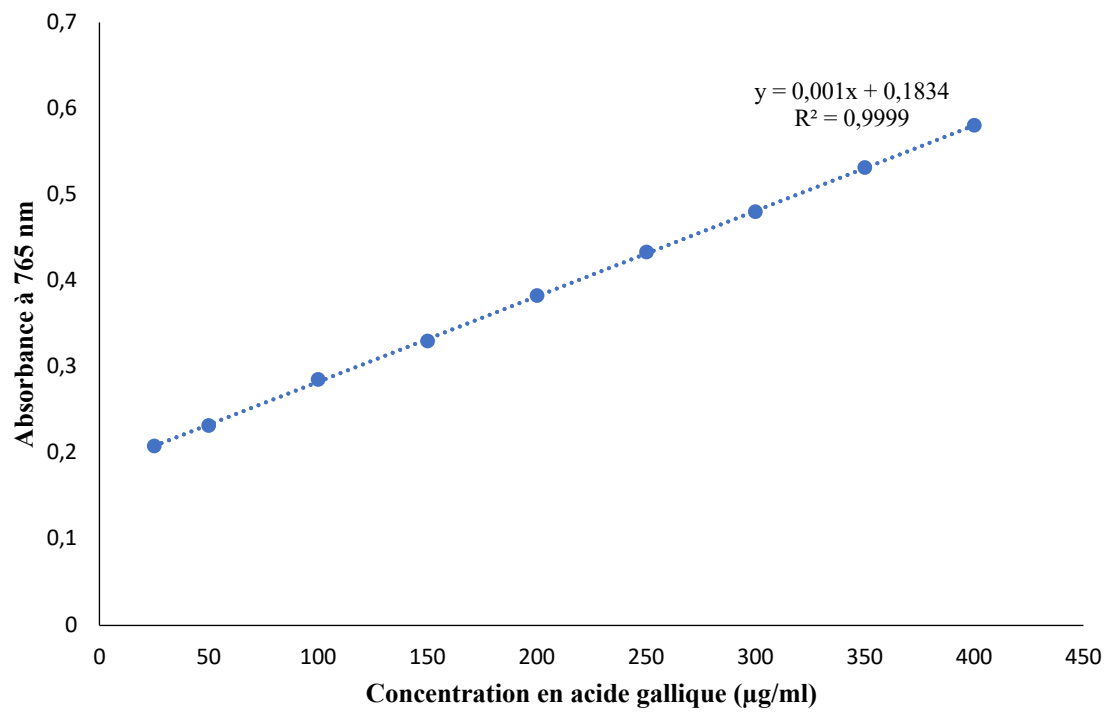
Courbe d'étalonnage du BHT pour l'activité de piégeage du radical libre DPPH



Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour l'activité de piégeage du radical libre DPPH



Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes



Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols

**Test d'égalité des variances des erreurs de Levene<sup>a</sup>**

	D	ddl1	ddl2	Sig.
EAGmg100gdeMS	4,910	7	16	,004
EQmgg	15,898	7	16	,000
IC50µgml	5,787	7	16	,002

Teste l'hypothèse nulle que la variance des erreurs de la variable dépendante est égale sur les différents groupes.

a. Plan : Ordonnée à l'origine + Epices

**Tests des effets inter-sujets**

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Modèle corrigé	EAGmg100gdeMS	11204254,514 <sup>a</sup>	7	1600607,788	6,665	,001
	EQmgg	15323,699 <sup>b</sup>	7	2189,100	7,639	,000
	IC50µgml	12777,828 <sup>c</sup>	7	1825,404	5397,523	,000
Ordonnée à l'origine	EAGmg100gdeMS	8873962,782	1	8873962,782	36,951	,000
	EQmgg	40199,500	1	40199,500	140,280	,000
	IC50µgml	6496,217	1	6496,217	19208,614	,000
Epices	EAGmg100gdeMS	11204254,514	7	1600607,788	6,665	,001
	EQmgg	15323,699	7	2189,100	7,639	,000
	IC50µgml	12777,828	7	1825,404	5397,523	,000
Erreur	EAGmg100gdeMS	3842495,370	16	240155,961		
	EQmgg	4585,068	16	286,567		
	IC50µgml	5,411	16	,338		
Total	EAGmg100gdeMS	23920712,667	24			
	EQmgg	60108,267	24			
	IC50µgml	19279,457	24			
Total corrigé	EAGmg100gdeMS	15046749,884	23			
	EQmgg	19908,766	23			
	IC50µgml	12783,240	23			

a. R deux = ,745 (R deux ajusté = ,633)

b. R deux = ,770 (R deux ajusté = ,669)

c. R deux = 1,000 (R deux ajusté = ,999)