

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

**Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN**

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Département de BIOLOGIE**



**MÉMOIRE**

Présenté par : **FALiA Nor imene et El Ghazi Asma**

En vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER**

**En : Biologie de la nutrition**

**Thème :**

**CARACTERISATION PHYSICO CHIMIQUE ET ANTIOXYDANTE DE  
CLOU DE GIROFLE**

**Soutenu le 22/ 06/ 2023**, devant le jury composé de :

**Présidente : BOUANANE SAMIRA**      Professeur      Université de Tlemcen

**Encadrante : BEREKSI REGUIG SELMA**      MCB      Université de Tlemcen

**Examinatrice : BABA AHMED Fatima Zohra**      Professeur      Université de Tlemcen

**Année universitaire 2022/2023**

## **REMERCIEMENTS**

*On tient à exprimer nos sincère remerciements :*

*A Allah le tout puissant pour sa grâce et sa bénédiction de nous avoir donnés la volonté, le courage, la force et la patience pour la réalisation de ce travail et la capacité de pouvoir finir ce mémoire de master.*

*A Madame BREKESI REGUIG Selma on est très honorées de vous avoir comme encadrante de soutenance, on exprime ainsi nos plus haute considération et gratitude et on tient aussi à vous exprimer nos vifs remerciements pour tous vos précieux conseils, écoute attentive et la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être menée au bon part.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury de soutenance composés de Mme. BABA AHMED et Mme BOUANANE Pour l'intérêt qu'elles ont portées à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant tout notre Coursus.*

## ***Dédicaces***

*Ma première gratitude va au tout puissant ALLAH, pour m'avoir la vie et la force pour accomplir mon travail.*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes parents qui m'ont transmis de l'amour le courage et pour l'éducation qu'ils m'ont prodigué.*

*Aucun dédicace aucun mot ne pourrait exprimer mon respect et mes profonds sentiments envers eux je prie mon dieu de les bénir j'espère qu'ils seront toujours fiers de moi A mes frères Imed et Younes.*

*Je vous souhaite un avenir plein d'amour, de bonheur et de succès. Je vous aime beaucoup A mon binôme Nor imene, Tu m'as accompagné dans mon parcours universitaire Je vous remercie pour votre soutien, ta patience et votre dévouement à ce travail.*

**ASMA**

## ***Dédicaces***

*Avec l'expression de ma reconnaissance,*

*Je dédie ce modeste travail a ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverai jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite, et tout mon respect : mon cher père : Mohammed.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse mon adorable mère Narimen.*

*A mes chères sœurs,*

*Darine, Amina, Alaa qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager, et me soutenir, tout au long de mes études, que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A ma chère tante, tous mes cousins et a tous ceux que j'aime, merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*Sans oublier,*

*Mon binôme Asma pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

***Nor imene***

### **Liste des tableaux :**

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 1 :</b> Calendrier de récolte des clous de girofle en fonction du pays producteur Les zones vertes correspondent aux périodes de récolte ..... | 6  |
| <b>Tableau 2 :</b> Les produits chimiques utilisés lors de notre étude.....                                                                               | 18 |
| <b>Tableau 3 :</b> Les résultats des tests phytochimiques. ....                                                                                           | 24 |
| <b>Tableau 4 :</b> Teneur en polyphénols totaux des extraits de clou de girofle.....                                                                      | 27 |
| <b>Tableau 5 :</b> Teneur en flavonoïdes dans les extraits de clou de girofle .....                                                                       | 29 |
| <b>Tableau 6 :</b> Activité antioxydante de clou de girofle.....                                                                                          | 32 |
| <b>Tableau 7 :</b> Les différentes valeurs D IC50 dans les extraits de clou de girofle.....                                                               | 34 |

### **Liste des tableaux en annexe :**

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau A 1 :</b> Résultats des concentrations de polyphénols totaux en décoction .....                 | 39 |
| <b>Tableau A 2 :</b> Résultats des concentrations de polyphénols totaux en macération .....                | 39 |
| <b>Tableau A 3 :</b> Résultats des concentrations de flavonoïdes en décoction.....                         | 40 |
| <b>Tableau A 4 :</b> Résultats des concentrations des flavonoïdes en macération .....                      | 40 |
| <b>Tableau A 5 :</b> Résultats de l'activité antioxydante par DPPH en décoction et macération .....        | 41 |
| <b>Tableau A 6 :</b> Résultats de l'activité antiradicalaire du test frap en décoction et macération ..... | 41 |

## Liste des figures

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 1</b> : Clous de girofle.....                                                                                                       | 03 |
| <b>Figure 2</b> : Différentes parties de <i>S.aromaticum</i> (A) arbre giroflier; (B) boutons floraux séchés; (C) fruits; (D) feuille. ....   | 05 |
| <b>Figure 3</b> : Bouregeons floraux rose prêtent pour la récolte .....                                                                       | 07 |
| <b>Figure 4</b> : Structure chimique de l'eugénol .....                                                                                       | 09 |
| <b>Figure 5</b> : Exemple de molécule de tanin condensé (CT) composée de quatre sous-unités f I-7-lavan-3-ol.....                             | 12 |
| <b>Figure 6</b> : Action anticancéreuse générale de l'eugénol (éprouvé dans des modèles de cellules cancéreuses animales ou de culture) ..... | 18 |
| <b>Figure 7</b> : Clou de girofle en poudre.....                                                                                              | 19 |
| <b>Figure 8</b> : Test des tanins hydrolysable.....                                                                                           | 25 |
| <b>Figure 9</b> : Test des tanins condensés.....                                                                                              | 25 |
| <b>Figure 10</b> : Test des anthocyanes.....                                                                                                  | 25 |
| <b>Figure 11</b> : Test des flavonoïdes .....                                                                                                 | 28 |
| <b>Figure 12</b> : Test d'amidon .....                                                                                                        | 26 |
| <b>Figure 13</b> : Test des alcaloïdes.....                                                                                                   | 26 |
| <b>Figure 14</b> : Testdes saponosides .....                                                                                                  | 26 |
| <b>Figure 15</b> : Test des tri terpènes .....                                                                                                | 26 |
| <b>Figure 16</b> : Gamme d'étalonnage d'acide gallique .....                                                                                  | 27 |
| <b>Figure 17</b> : Teneurs en polyphénols totaux des deux extraits de <i>sizigium aromaticum</i> .....                                        | 28 |
| <b>Figure 18</b> : Gamme d'étalonnage de la quercitrine.....                                                                                  | 28 |
| <b>Figure 19</b> : Teneurs en flavonoïdes des deux extraits de <i>sizigium aromaticum</i> .....                                               | 29 |
| <b>Figure 20</b> : Dosage des polyphénols totaux.....                                                                                         | 30 |
| <b>Figure 21</b> : Dosage des flavonoïdes .....                                                                                               | 30 |
| <b>Figure 22</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.....                                                                             | 31 |
| <b>Figure 23</b> : L'activité antioxydante de l'extrait décoction de <i>sizigium aromaticum</i> .....                                         | 31 |
| <b>Figure 24</b> : La gamme de l'activité antioxydante de l'extrait macération de <i>sizigium aromaticum</i> .....                            | 32 |
| <b>Figure 25</b> : L'activité antioxydante des différents extraits de <i>sizigium aromaticum</i> .....                                        | 32 |
| <b>Figure 26</b> : Pouvoir réducteur de l'extrait décoction du <i>sizigium aromaticum</i> .....                                               | 33 |

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 27</b> : Pouvoir réducteur de l'extrait macération du <i>sizigium aromaticum</i> .....            | 33 |
| <b>Figure 28</b> : Le pouvoir réducteur de FRAP des différents extraits de <i>sizigium aromaticum</i> ..... | 34 |
| <b>Figure 29</b> : Test de l'activité anti radicalaire par la méthode DPPH .....                            | 35 |
| <b>Figure 30</b> : Test du pouvoir réducteur FRAP .....                                                     | 35 |

### **Liste des figures en annexe**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure A 1</b> : Incubation des extraits pendant 24h.....          | 42 |
| <b>Figure A 2</b> : réchauffement au bain marie pendant 5minutes..... | 42 |
| <b>Figure A 3</b> : Spectrophotomètre.....                            | 42 |
| <b>Figure A 4</b> : Mise à ébullition (décoction) a 100° .....        | 43 |
| <b>Figure A 5</b> : Filtration du mélange .....                       | 43 |
| <b>Figure A 6</b> : Bain marie .....                                  | 43 |

**Liste des abréviations :**

**HE :** Huile essentielle

**SO :** Stress oxydatif

**ROS :** Espèces réactives de l'oxygène

**RL :** Les radicaux libres

**DMLA :** La dégénérescence maculaire liée à l'âge

**MAO :** la monoamine oxydase

**DPPH :** DiPhenyl-1-PicrylHydrazyl)

**IC50 :** la concentration inhibitrice piégeant 50%.

**FRAP:** Ferric Reducing Ability of Plasma

**ml :** millilitres

**μL :** microlitre

**NaCl :** chlorure de sodium

**ERN :** Espèces réactives d'azote

**% :** Pourcentage

# TABLE DE MATIERE

Remercîment

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction Générale : ..... 1

## Chapitre I: Généralité sur la plante

1 Définition : ..... 2

2 Classification de l'espèce : ..... 2

3 Origine du giroflier : ..... 4

4 Culture : ..... 4

**5** La récolte : ..... 6

6 Les composants chimiques du clou de girofle : ..... 7

6.1 Les flavonoïdes : ..... 8

6.2 Les polyphénols : ..... 8

6.3 L'eugénol : ..... 8

6.4 Les Coumarines : ..... 10

6.5 Les tanins : ..... 10

6.6 Les tanins hydrolysables : ..... 10

6.7 Les saponines : ..... 10

6.8 Les tanins condensés : ..... 11

## **TABLE DE MATIERE**

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 6.9 Autres composants :                | 11 |
| 7 Utilisation et impact sur la santé : | 12 |
| 7.1 Utilisation en médecine :          | 12 |
| 7.2 Utilisation en dentisterie :       | 13 |
| 7.3 Propriétés anti-infectieuses :     | 13 |
| 7.4 Utilisation en cosmétique :        | 13 |

### **Chapitre II : Stress Oxydatif**

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 1. Définition du stress oxydant :                     | 15 |
| 2. Les radicaux libres :                              | 15 |
| 3. Les antioxydants :                                 | 15 |
| 4. Rôles des antioxydants :                           | 16 |
| 5. Activité antioxydante de clou de girofle :         | 16 |
| 6. Rôle du clou de girofle sur quelques pathologies : | 17 |

### **Matériels et méthodes**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1. Matériels et méthodes :          | 18 |
| 1.1 Objectif:                       | 18 |
| 1.2 Protocole d'étude               | 18 |
| 1.3 Produits chimiques utilisés :   | 18 |
| 1.4 Préparations des extraits :     | 19 |
| 1.4.1 Macération en milieu aqueux : | 19 |
| 1.4.2 La décoction :                | 19 |
| 1.5 Screening phytochimique :       | 20 |
| 1.6 Dosage des polyphénols :        | 21 |
| 1.6.1 Le principe :                 | 23 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.6.2 Mode opératoire :                                                    | 23 |
| 1.7 Dosage des flavonoïdes :                                               | 24 |
| 1.7.1 Mode opératoire :                                                    | 24 |
| 1.8 Test du DPPH :                                                         | 24 |
| 1.8.1 Mode opératoire :                                                    | 22 |
| 1.9 Test du pouvoir réducteur(FRAP) :                                      | 24 |
| 1.9.1 Le principe :                                                        | 24 |
| 1.9.2 Mode opératoire :                                                    | 23 |
| 1.Résultats des tests phytochimiques :                                     | 27 |
| 2.Dosage des polyphénols :                                                 | 27 |
| 3.Dosage des flavonoïdes :                                                 | 28 |
| 4.Test anti radicalaire DPPH :                                             | 34 |
| 5. Activité antioxydante évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP) : | 36 |
| 8. Discussion :                                                            | 36 |
| Conclusion et perspectives :                                               | 38 |
| Annexe :                                                                   | 39 |
| Références bibliographiques :                                              | 48 |

---

# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

---

## **INTRODUCTION GENERALE**

Les épices telles que le clou de girofle, l'origan, la menthe, le thym et la cannelle sont utilisées depuis des siècles comme conservateurs alimentaires et comme plantes médicinales principalement en raison de leurs activités antioxydantes et antimicrobiennes. Aujourd'hui, de nombreux rapports confirment les propriétés antifongiques, antibactériennes, antivirales et anticancéreuses des plantes à épices. Le clou de girofle (CG) représente une plante très intéressante avec un énorme potentiel comme conservateur alimentaire et comme riche source de composés antioxydants. Ses activités biologiques prouvées suggèrent le développement des médicaments à usage humain et animal et confirment pourquoi cette plante est utilisée depuis des siècles (**Cortés et al, 2014**).

Les médicaments à base de plantes ont été documentés comme une source importante pour la découverte de nouvelles molécules médicamenteuses pour le traitement de maladies graves. Il a été rapporté que de nombreuses espèces végétales ont des activités pharmacologiques attribuables à leurs constituants botaniques, tels que les glycosides, les saponines, les flavonoïdes, les stéroïdes, les tanins, les alcaloïdes, les terpènes, etc. (**Batiha et al, 2020**).

L'usage excessif du clou de girofle peut être toxique. Surtout pendant la grossesse il faut éviter l'usage abusif de cette plante. Aussi le CG peut être irritant pour les voies gastro-intestinales et devrait être limité chez les personnes ayant des colites ou le syndrome du côlon irritable et des ulcères gastriques, s'ils sont pris en excès, les clous de girofles peuvent provoquer des vomissements, hémorragies digestives forte, des nausées, et de la diarrhée. Il peut également provoquer une insuffisance rénale, des modifications de la fonction hépatique, une perte de conscience, des hallucinations et même la mort. L'huile de clou de girofle est riche en eugénol, qui peut irriter la peau et les muqueuses. Cette huile est contre-indiquée pendant la grossesse et l'allaitement. Son utilisation dépend du dosage (**Kecemi, 2017**).

Notre Objectif est de déterminer la caractérisation physico chimique et antioxydante du clou de girofle à partir des tests phytochimiques réalisés au niveau de laboratoire de recherche de physiologie, physiopathologie, et biochimie de la nutrition à l'université d'Abou-Bekr-Belkaid Tlemcen.

---

---

**SYNTHESE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

---

---

## 1- Définition :

Le clou de girofle ou « *Syzygium aromaticum* », autrement appelé « *Eugenia caryophyllata* » est la fleur du girofler, est l'une des épices traditionnelles les plus précieuses qui a été utilisée depuis des siècles pour la conservation des aliments et possède diverses activités pharmacologiques. **S. aromaticum** est originaire d'Indonésie mais est de nos jours cultivé dans plusieurs parties du monde. Cette plante est riche en plusieurs composés phytochimiques et phénoliques tels que l'acétate d'eugényle, l'eugénol et le  $\beta$ -caryophyllène qui présente un fort potentiels pour les applications médicinales, pharmaceutiques, alimentaires, cosmétiques et agricoles. Elle est aussi caractérisée par son odeur puissante et épicée (**Cortés et al, 2014**).

## 2- Classification de l'espèce :

**Règne :** *Plantae*.

**Sous-règne :** *Tracheobionta*.

**Embranchement :** *Magnoliophyta* (= *phane*).

**Sous-embranchement :** *Magnoliophytina* (= *angiospermes*).

**Classe :** *Magnoliopsida* (= *dicotylédones*).

**Ordre :** *Myrtales*.

**Famille :** *Myrtaceae*.

**Genre :** *Syzygium*.

**Espèce :** *S. aromaticum* (**Ghedira et al, 2010**).



**Figure 1 : clous de girofle (koroshe, 2018)**

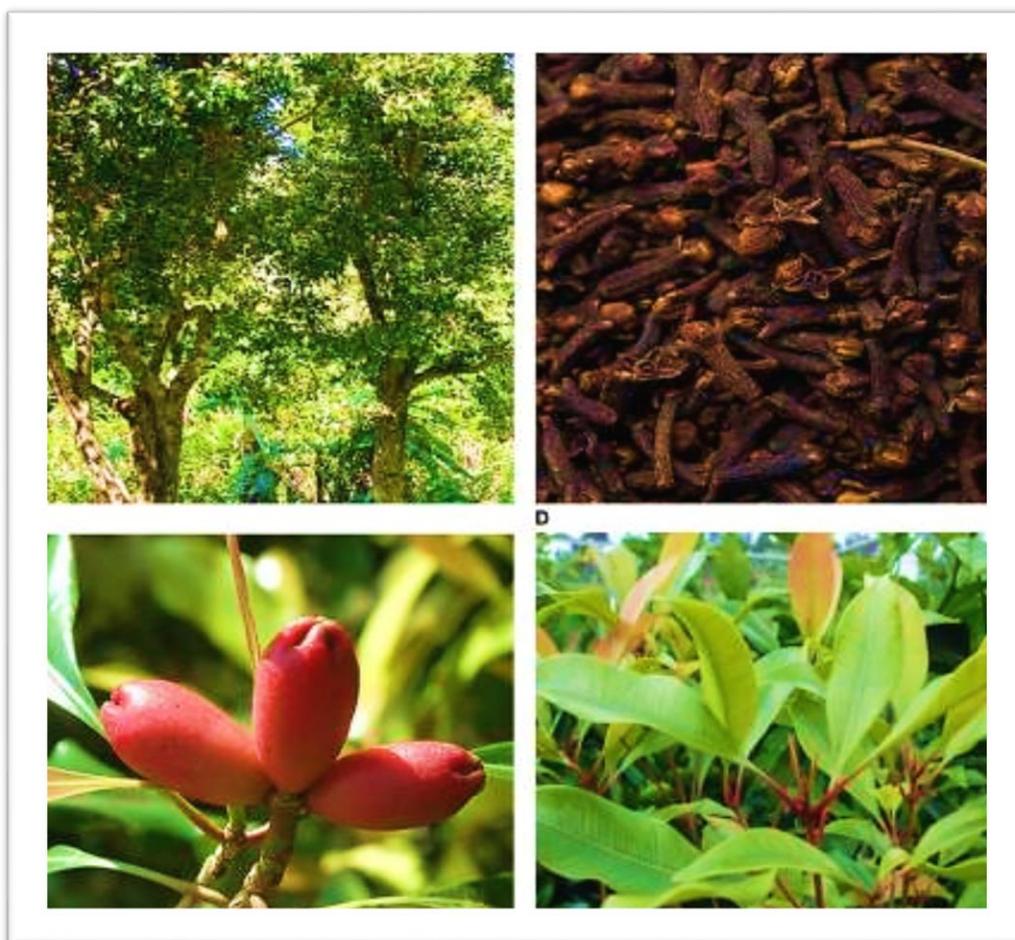
### 3- Origine du giroflier :

C'est un arbre tropical appartenant à la grande famille des Myrtacées, originaire d'Indonésie, du sud des Philippines et des îles de Moluques, d'Afrique et d'Amérique du sud, principalement dans des pays tropicaux (**Figure 02**). (**Penot et al, 2014**).

### 4- Culture :

Le giroflier est une plante appartenant à la famille des myrtacées sa culture est beaucoup plus favorable dans les pays au climat tropical humide. Cet arbre préfère une exposition au soleil aussi, il faut leur donner un peu d'ombre pendant les premiers mois. Il nécessite également de l'humidité, de la chaleur et une basse altitude ne dépassant pas 300 mètres. Sa culture n'est favorable qu'en zone équatorial marin. Bien qu'il ait besoin de 80% d'humidité atmosphérique, l'eau stagnante est nocive pour les racines cet arbre apprécie les sols bien drainés et les collines à faible pente. Idéalement, les *Syzygium aromaticum* ont besoin d'un sol volcanique (ou sédimentaire), proche de la mer (surtout en altitude), de fortes précipitations toute l'année et du plein soleil lorsque les inflorescences émergent (**Barbelet, 2015**).

Donc, généralement la culture de giroflier requiert les expositions suivantes : mi- ombre, lumière, soleil. Cet arbre pousse dans des sols profonds, frais, fertiles mais bien drainés (**Goetz, 2021**).



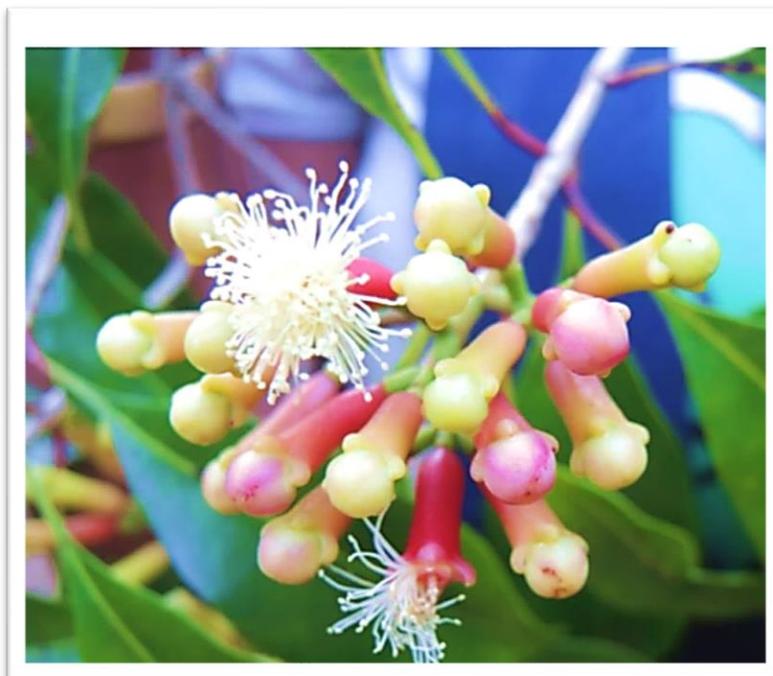
**Figure 2** : Différentes parties de *S. aromaticum* (A) arbre giroflier ; (B) boutons floraux séchés ; (C) fruits ; (D) feuille. (Cong et al, 2022)

### 5- La récolte :

Ces clous aromatiques sont obtenus à partir des boutons floraux de giroflier, récoltés avant l'éclosion des fleurs. Ils seront ensuite séchés au soleil pendant quelques jours. Jusqu'à l'obtention d'un produit de couleur brun-rouge à brun-noir. Le meilleur moment pour récolter est lorsque les bourgeons deviennent roses (**Figure 03**). Cueillis trop tôt, les clous ne pourront pas synthétiser entièrement leurs composants, cueillis trop tard, les fleurs perdent les pétales. Puisque les clous ne mûrissent pas en même temps (les branches inférieures fleurissent plus tôt que les branches supérieures), les girofliers n'atteignent leurs pleines productions qu'à 20 ans, mais il est possible qu'ils commencent à produire des clous à partir de la 5<sup>ème</sup> année Vers la 8<sup>ème</sup>. Un giroflier peut produire pendant 75 à 80 ans, et ces vieux arbres peuvent donner 50 kg de clous de girofle frais par an. La période de récolte diffère selon les régions de production (Tableau 01). Il y a deux cueillettes par an à Zanzibar : décembre-janvier et juillet-septembre, car ces arbres y fleurissent deux fois par an. A Madagascar, les clous sont récoltés d'octobre à janvier, quand ils sont bien roses et qu'ils contiennent le maximum d'essence. (**Barbelet, 2015**).

**Tableau 1** : calendrier de récolte des clous de girofle en fonction du pays producteur Les zones vertes correspondent aux périodes de récolte (**Penot et al, 2011**)

| Pays producteur   | Janv | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Jul | Aut | Sep | Oct | Nov | Déc |
|-------------------|------|-----|------|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Indonésie</b>  |      |     |      |       |     |      |     |     |     |     |     |     |
| <b>Madagascar</b> |      |     |      |       |     |      |     |     |     |     |     |     |
| <b>Zanzibar</b>   |      |     |      |       |     |      |     |     |     |     |     |     |
| <b>Siri Lanka</b> |      |     |      |       |     |      |     |     |     |     |     |     |



**Figure 3** : Bouregeons floraux rose prêtent pour la récolte (**Barbelet ,2015**)

### **6- Les composants chimiques du clou de girofle :**

Les clous de girofle contiennent une grande quantité de composés phénoliques : (flavonoïdes, acide hydrodynamique, acide hydroxy benzoïque et hydroxyphénylpropène). L'eugénol est le principal composé bioactif du clou de girofle. En ce qui concerne les acides phénoliques, le composé avec la concentration la plus élevée (783,50 mg/100 g de poids frais) est l'acide gallique et ces dérivés tels que les tanins hydrolysables qui ont des concentrations plus élevées (2375,8 mg/100 g). Les autres acides phénoliques présents dans les clous de girofle sont l'acide caféique, l'acide férulique, le tanin et l'acide salicylique. Les flavonoïdes tels que le kaempférol, la quercétine et leurs dérivés (silicates de glycosyle) sont également présents dans les clous de girofle à des concentrations plus faibles. Des concentrations allant jusqu'à 18% d'huile essentielle peuvent être trouvées dans les boutons floraux du clou de girofle. Fondamentalement, l'eugénol représente 89% de l'huile essentielle clou de girofle et 5% à 15% est de l'acétate d'eugénol et du  $\beta$ - caryophyllène, l' $\alpha$ -humulene a des concentrations allant jusqu'à 2,1% (**Cortés et al, 2014**).

### 6-1- Les Flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques présents dans la nature, généralement sous forme de métabolite secondaires dans les plantes, les légumes et les champignons.

Les flavonoïdes ont de nombreux avantages pour la santé tels qu'une activité anti-inflammatoire et antioxydante, tandis que les flavonoïdes naturels contribuent aux effets antidiabétiques. De nombreuses études *in vitro* et *in vivo* démontré l'effet hypoglycémiant des flavonoïdes végétaux (**Darmarajan et al, 2021**).

### 6-2- Les polyphénols :

Notre alimentation est riche en oligo-éléments végétaux. Ces composés sont connus pour leurs puissantes activités biologiques qui se traduisent au niveau de l'organisme par un large éventail de propriétés biologiques susceptibles de contribuer aux effets sur la santé des produits végétaux.

Comme les caroténoïdes, les vitamines C et E, les polyphénols sont des agents réducteurs et les « antioxydants » les plus abondants dans les aliments, Protège les cellules et les tissus de l'organisme du stress oxydatif et des affections qui en résultent, notamment le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires, les principaux polyphénols sont des acides phénoliques, dont l'acide caféique, appartenant aux familles des flavonoïdes, des stilbènes et des lignanes composés de. L'activité antioxydante de ces composés dépendra de la structure et de la biodisponibilité des polyphénols interagissant avec les récepteurs cellulaires et de l'activité enzymatique (**Tapiero et al ,2022**). Ces composés organiques se trouvent principalement dans les fruits secs, Légumes, thé vert et grains entiers, herbes et épices (**Rajeev et al, 2019**).

### 6-3- L'eugénol :

L'eugénol (C 10 H 12 O 2 ; phénylpropanoïde, **Figure 4**) est un composé aromatique qui fait partie du groupe des phénols, c'est le composant le plus important de l'huile essentielle de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) connu par sa fonction antioxydante. (**Landowska Olas ,2021**).

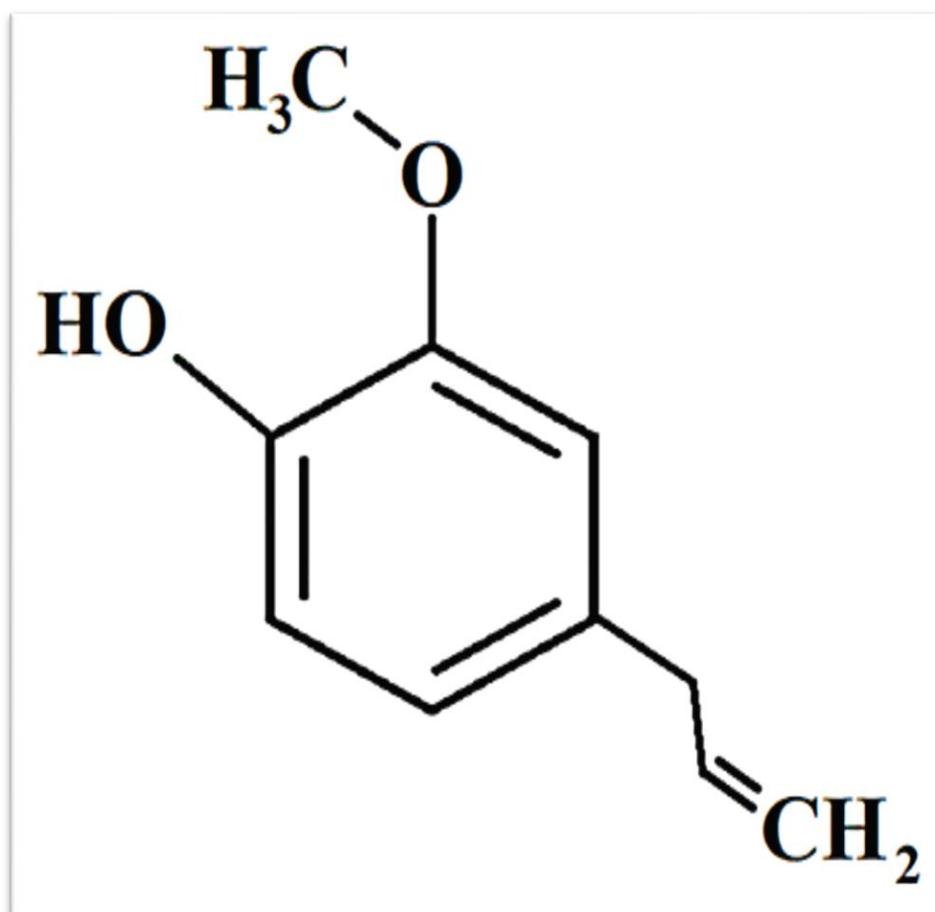


Figure 4 : Structure chimique de l'eugénol (Ulanowska, Olas .2021)

### 6-4- Les coumarines :

Les coumarines sont des dérivés C6-C3. Ce sont des composés aromatiques naturels avec un groupe benzopyrone dans leur structure. La formule internationale est 2H-benzopyran-2-one, qui peut être considérée comme l'approximation de premier ordre de la lactone d'acide 2-hydroxy-Z-cinnamique (**Dridi ,2015**).

### 6-5- Les tanins :

Le tanin est l'un des quatre groupes de métabolites secondaires des plantes supérieures, avec les saponines, les huiles essentielles et les alcaloïdes. Contrairement aux métabolites primaires, directement impliqués dans la nutrition et la croissance, les métabolites secondaires interviennent dans la relation entre les plantes et leur environnement. Ainsi, la synthèse des tanins est l'un des mécanismes de défense contre les attaques des phytopathogènes (bactéries, champignons, virus) et des prédateurs (insectes, mammifères herbivores). Selon leur structure chimique, il existe deux groupes de tanins : les tanins hydrolysables et les tanins condensés. (**Ghnimi, 2020**).

### 6-6- Les tanins hydrolysables :

Les tanins hydrolysables sont constitués de molécules phénoliques simples. Il s'agit d'esters d'acide gallique et de ses dimères (acide digallique, acide ellagique) et de monosaccharides (le plus souvent (glucose)). Comme leur nom l'indique, ils sont facilement hydrolysés par les acides et les enzymes en pyrogallol par des acides et des enzymes (tannase). Au niveau cellulaire, les tanins hydrolysables se trouvent principalement dans la paroi cellulaire et l'espace intracellulaire (**Rira ,2019**).

### 6-7- Les saponines :

Les saponines sont des macromolécules qui forment des solutions colloïdales, Produit de la mousse de savon avec de l'eau en raison de la tension superficielle réduite de l'eau. Ils ont un goût amer. Dans les plantes, ils existent sous forme de glycosides Amorphe avec diverses structures. La teneur en saponines dans différentes plantes Tenez compte de la pièce, de son âge, de la saison, etc. (**Couplan, 2011**).

Son nom est dérivé du mot latin "sapo", signifiant savon, car les composés Mousse lorsqu'ils sont mélangés avec de l'eau. Ils sont constitués d'aglycones non polaires liés à Unau. Il existe Plusieurs types de sucre. C'est une combinaison d'éléments structurels polaires et non polaires. Ces molécules expliquent leur comportement moussant dans les solutions aqueuses (**Koné, 2009**).

A doses modérées, certaines plantes à saponines ont des usages thérapeutiques, comme la saponaire, qui est expectorante et diurétique (**Couplan, 2011**).

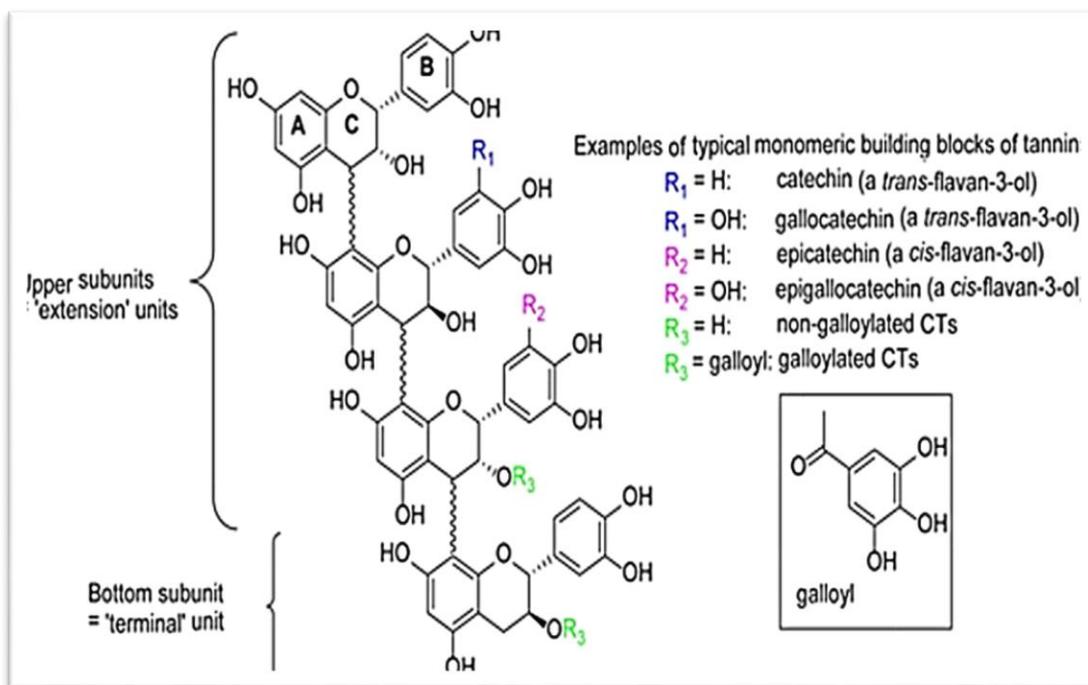
### **6-8- Les tanins condensés :**

Les tanins condensés, appelés pro anthocyanidines ou procyanidines Sont des composés qui possèdent comme structure de base le flavan-3-ol ou le flavan-3,4-diol. Ces unités sont liées entre elle majoritairement par les liaisons C4-C8 (parfois C4-C6) ou des liaisons carbone-oxygène. Les unités flavan-3-ols les plus courantes trouvées dans les tanins condensés comprennent la catéchine, l'épicatéchine, la gallo catéchine et l'épigallocatechine (**figure 5**) (**Donatien, 2009**).

### **6-9- Autres composants :**

Même s'ils sont présents en faible quantité dans L'HE de clou de girofle, ces composants renforcent la synergie d'action entre les constituants.

- **Les Aldéhydes aromatiques :** L'oxydation de l'eugénol entraîne à la formation d'un aldéhyde aromatique qui est la vanilline. Qui permet la synthèse de l'arôme artificiel : la vanille.
- **Les oxydes sesquiterpéniques :** Ces molécules sont issues de l'oxydation des sesquiterpènes, et sont peu représentées dans les huiles essentielles. Leurs propriétés restent mal connues, mais il s'agirait de molécules anti-inflammatoires et faiblement anxiolytiques Parmi elles, l'oxyde de caryophyllène qui est présent dans l'H.E. de clou de girofle (<1%). (**Wernerm, 2008**).



**Figure 5** : Exemple de molécule de tanin condensé (CT) composée de quatre sous-unités flavan-3-ol (Zeller et Wayne, 2019)

### 7- Utilisation et impact sur la santé :

#### 7-1- Utilisation en médecine :

Le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) est une panacée qui stimule l'énergie, élimine les toxines, renforce le système immunitaire ainsi que le système lymphatique. De plus, la diététique traditionnelle chinoise nous apprend que ce petit bouton floral – riche en huile essentielle antiseptique et en vitamine C – combat les maux hivernaux, notamment la toux, et les refroidissements. (Giraud, 2011), dans les problèmes de digestion : le clou de girofle et son HE peuvent être utilisés en cas de digestion difficile car ils augmentent la vidange gastrique au même titre que le métoprolamide (Agbaje, 2008).

### 7-2- Utilisation en dentisterie :

Le premier avantage de l'utilisation du clou de girofle en dentisterie est sa propriété Anesthésiante qui est due à la présence de deux principes actifs : l'eugénol et le  $\beta$ -caryophyllène. L'intérêt de l'HE de Clou de girofle en cas de problèmes dentaires repose sur la combinaison de propriétés antibactériennes et anesthésiantes. Au niveau de la flore buccale, elle agit préférentiellement sur *Streptococcus mutans*, responsable de la plaque dentaire et des caries, quand l'eugénol et le  $\beta$ -caryophyllène procurent un effet anesthésiant local sur la gencive ou la dent (Carstens et al, 2013).

### 7-3- Propriétés anti-infectieuses :

A cause de sa forte teneur en eugénol, Le Clou de girofle possède des propriétés bactéricides, fongicide et acaricide. L'eugénol et l'eugényl acétate ont démontré leur activité sur de nombreuses souches bactériennes, provenant aussi bien de bactéries à Gram+ (*Staphylococcus aureus*) que de bactéries à Gram - (*Pseudomonas aeruginosa*) (Cailleta et al ,2007). Cette HE fait partie de celles qui ont le plus fort pouvoir bactéricide (parmi celles de Cannelle, Origan, Sarriette et Thym CT thymol) et a l'avantage de ne pas présenter de résistance de la part de ces différents germes. Ces propriétés antibactériennes pourront être utilisées par voie locale, en cas de panaris par exemple, ou par voie orale, pour traiter une cystite (Barbelet, 2017).

### 7-4- Utilisation en cosmétique :

Très bon anti-infectieux, il est un véritable soin apaisant contre l'acné ou autres imperfections. Vaporisé dans les maisons, il viendra à bout de certains insectes et laissera une odeur épicée, rappelant la période hivernale. (Faucon, 2018).

---

**CHAPITRE II :**

**STRESSE OXYDANT**

---

### 1- Définition du stress oxydant :

Le stress oxydant est le résultat d'un déséquilibre entre la production des (ROS) espèces réactives de l'oxygène et les défenses antioxydantes de l'organisme. Les ROS sont produites de manière continue et à grande vitesse et sont une source d'oxydants anti-stress avec des modifications irréversibles des lipides, des protéines et des acides nucléiques. Le stress oxydatif est associé au vieillissement et à la physiopathologie de nombreuses maladies, telles que le cancer avec une élimination défectueuse des cellules cancéreuses, les maladies cardiovasculaires avec des parois vasculaires endommagées et les maladies inflammatoires, car les ROS sont des acteurs importants de la défense sans anticorps. Pour se protéger du stress oxydatif, les organismes ont développé une série d'antioxydants, des enzymes (superoxyde dismutase) **(Baudin, 2020)**.

### 2- Les radicaux libres :

Les radicaux libres (RL) sont des molécules très réactives qui perdent ou gagnent des électrons. C'est ainsi que les molécules d'oxygène deviennent des radicaux libres "superoxydes" à l'intérieur des cellules après avoir fixé des électrons. Une réaction en chaîne fait vieillir nos cellules, ce qui fait vieillir nos organes. Les gènes sont également touchés. Ce « stress oxydatif » a été lié à de nombreuses maladies : cancer, atteinte du système cardiovasculaire, arthrite. A doses modérées, ces radicaux libres restent utiles : ils interviennent dans le fonctionnement de certaines enzymes, dans les réponses immunitaires et dans la destruction des cellules tumorales. A doses excessives, ils deviennent nocifs. Heureusement, nous trouvons des antioxydants dans notre alimentation qui nous protègent des attaques des RL. **(Feillet, 2018)**.

### 3- Les antioxydants :

Les antioxydants sont des composés chimiques qui, lorsqu'ils sont présents à de très faibles concentrations dans les aliments et dans le corps humain, réduisent ou préviennent les processus oxydatifs qui entraînent la détérioration des aliments et la propagation de maladies dégénératives dans le corps **(Shahidi et Zhong, 2015)**. Ce processus est réalisé en bloquant la synthèse des radicaux libres en début de réaction ou en inactivant directement les ROS **(Desmier, 2016)**.

### 4- Rôles des antioxydants

Les antioxydants ont de nombreux effets sur le corps :

- Premièrement Ils inhibent ou piègent les radicaux libres en les convertissant en composés chimiques neufs et stables.
- Ils fournissent un excellent soutien pour le système immunitaire de l'organisme, ce qui en fait un excellent moyen efficace de prévenir la maladie
- Ils favorisent la croissance de cellules saines ; et aident à lutter contre la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA).
- Les antioxydants protègent les cellules du vieillissement prématuré et anormal. **(Lecerf ,2009).**

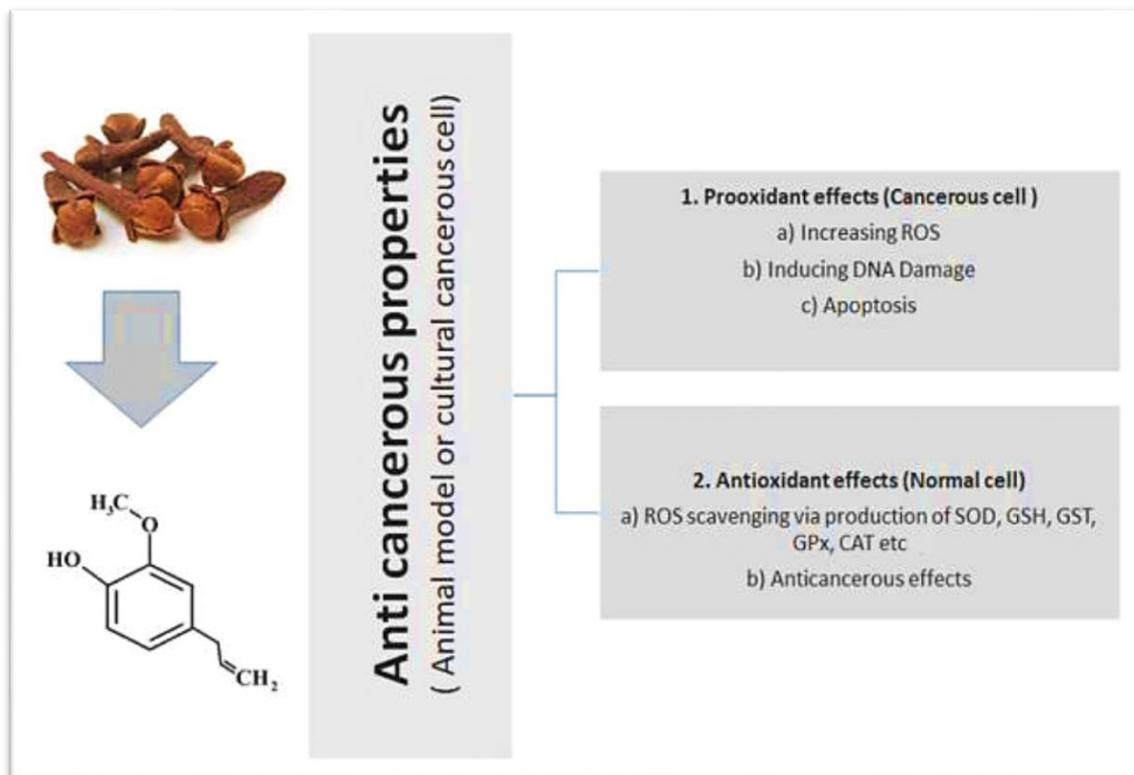
### 5- Activité antioxydante de clou de girofle :

En raison de sa capacité antioxydante, l'huile essentielle de clou de girofle est souvent utilisée dans la conservation des aliments. L'eugénol, un composant important des clous de girofle, a une forte capacité antioxydante. C'est un antioxydant populaire qui inhibe la monoamine oxydase (MAO) et il est également connu pour ses propriétés neuroprotectrices en piégeant et en inhibant la formation de ROS, en empêchant la production des formes réactives d'azote (ERN) et en protégeant la fonction de l'ADN et des micros protéinés. Par conséquent, l'eugénol peut aider à éliminer les molécules endommagées et à prévenir les mutations qui peuvent se transformer en cancer **(Ulanowska, Olas et al ,2021).**

L eugénol peut être un pro-oxydant à forte concentration. Il augmente les niveaux de ROS à des concentrations élevées (500  $\mu\text{mol/L}$ ). Mais diminue les niveaux de ROS à de faibles concentrations (5-10  $\mu\text{mol/L}$ ) Par conséquent, on peut conclure que la cytotoxicité de l'eugénol se produit indépendamment des ROS en présence de stress oxydatif **(Cortés et al, 2014).**

### 6- Rôle du clou de girofle sur quelques pathologies :

Les traitements conventionnels contre le cancer ont montré des effets secondaires indésirables, ainsi qu'une résistance accrue aux médicaments contre le cancer, ce qui aggrave les traitements à venir contre le cancer. Par conséquent, l'accent est mis actuellement sur les produits naturels. Il existe actuellement un grand intérêt pour les constituants bioactifs naturels des plantes médicinales aux propriétés anticancéreuses. Par exemple, le clou de girofle (*Syzygium aromaticum* L.) (*Myrtaceae*) est une épice très prisée qui a toujours été utilisée comme conservateur alimentaire et à diverses fins médicinales. Il est considéré comme une source précieuse de composés phénoliques. Parmi ces molécules actives : l'eugénol qui est le principal actif de *S. aromaticum*, qui possède des propriétés optimistes telles que des effets antioxydants, anti-inflammatoires et anticancéreux. Médicaments anti-inflammatoires et antibactériens. L'eugénol continue d'attirer l'intérêt de la recherche en raison de son activité pléiotrope, ce qui suggère son utilisation comme médicament pour le traitement de différentes affections. Les effets anticancéreux de l'eugénol (**Figure 06**) sont obtenus par de multiples mécanismes, tels que l'induction de la mort cellulaire, l'arrêt du cycle cellulaire, l'inhibition de la migration, la métastase et l'angiogenèse contre plusieurs lignées cellulaires cancéreuses. De plus, l'eugénol peut être utilisé comme médicament d'appoint chez les patients traités par chimiothérapie conventionnelle. Cette combinaison se traduit par une efficacité accrue et une toxicité réduite. (**Zari et Hakeem ,2021**).



**Figure 6 :** Action anticancéreuse générale de l'eugénol (évalué dans des modèles de cellules cancéreuses animales ou de culture) (Zari, Ali et al, 2021)

---

**ETUDE**  
**EXPERIMENTALE**

---

**Matériels et méthodes :****1-1- Objectif:**

Cette étude vise à détecter la caractérisation physico-chimique et antioxydante des extraits obtenus à partir de la poudre de clou de girofle en utilisant plusieurs tests phytochimiques qui seront présentés dans cette expérimentation.

**1-2- Protocole d'étude :**

Ce travail expérimental a été effectué au niveau de laboratoire de recherche de physiologie, physiopathologie, et biochimie de la nutrition à l'université d'Abou-Bekr-Belkaïd. Tlemcen. Le matériel végétal utilisé lors de l'expérience est constitué de l'épice : *Syzygium aromaticum* (clous de girofle) en poudre qu'on a prise en photo lors de notre pratique expérimentale (**Figure 07**) il est présent sur le marché algérien tout au long de l'année grâce à ses différents usages en domaine culinaire ou en médecine traditionnelle.

**1-3- Produits chimiques utilisés :****Tableau 2 :** Les produits chimiques utilisés lors de notre étude

| <b>Produits</b>                      | <b>Formule chimique</b>        |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| <b>L'hydroxyde d'ammonium</b>        | NH <sub>4</sub> OH             |
| <b>Chlorure de fer</b>               | FeCl <sub>3</sub>              |
| <b>Acide chlorhydrique concentré</b> | HCL                            |
| <b>Magnésium en tournures</b>        | Mg                             |
| <b>D'acide sulfurique</b>            | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| <b>Iode</b>                          | I <sub>2</sub>                 |

#### 1-4- Préparations des extraits :

##### 1-4-1- Macération en milieu aqueux :

Macération sous agitation, à température ambiante, du matériel végétal dans l'eau distillée : Une prise d'essai de 10 g de poudre de CG a été introduite dans un ballon contenant 100 ml d'eau distillée. L'ensemble a été maintenu sous agitation pendant 24 heures à une température ambiante. Filtrer le mélange et récupérer le filtrat (Adima et al ,2018).

##### 1-4-2- La décoction :

Convient à l'extraction de matières végétales dures et très dures : bois, écorces, racines. Il consiste à faire bouillir des plantes fraîches ou séchées dans l'eau pendant 10 à 30 min, pour bien extraire ces composants médicinaux (Benzeggouta, 2015).

On a mis 10 g de poudre de CG dans 250 ml d'eau distillée jusqu'à l'ébullition (100°C) dans un bécher pendant 15 min, pour avoir une concentration de 40mg/ml).



**Figure 7 :** Clou de girofle en poudre

**1-5- Screening phytochimique :**

Le test permet une analyse qualitative basée sur des réactions de coloration et/ou de précipitation à l'aide de réactifs spécifiques, afin de mettre en évidence les substances chimiques contenues dans le CG (**Boudjema et al ,2021**).

**➤ Les saponosides :**

Dans un tube à essai fermé on a mis 2 ml de l'extrait, ensuite agiter verticalement pendant 30sec et laisser reposer 15minutes. La caractérisation des saponosides est basée sur l'apparition d'une mousse après agitation de l'extrait (**John, Kouadio et al, 2021**).

**➤ Tanins (hydrolysables) :**

La présence des tannins est détectée en ajoutant à 1mL de l'extrait aqueux, 1mL d'eau et 1 à 2 gouttes de FeCl<sub>3</sub> diluée (1%). L'apparition d'une coloration vert foncé ou bleu-vert Après un temps d'incubation indique la présence des tannins catéchiques ou galliques (**Trease et Evans, 1989**).

L'ajout de quelques gouttes de FeCl<sub>3</sub> 1 % permet de détecter la présence des tanins. La couleur vire au brun verdâtre en présence de tanins catéchiques et au bleu noir en présence de tanins galliques. (**Ellyachiwoui et al, 2005**).

**➤ Les flavonoïdes :**

On détecte la présence des flavonoïdes par quelques gouttes d'HCl concentré en présence de trois ou quatre tournures de magnésium. Le changement de coloration est observé : virage au rouge (flavones), virage au rouge pourpre (flavonols), rouge violacée (flavanones et flavanols) (**Ellyachiwoui et al ,2005**).

**➤ Les stéroïdes et les triterpènes :**

**Test de Salkowski :** Après avoir incliné le tube à 45° On a ajouté 2 ml d'acide sulfurique ( H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ), changement de couleur immédiatement par L'apparition d'une couleur rouge qui indique la présence des stérols insaturés (**Parvin et al ,2015**).

➤ **Les anthocyanes :**

Deux millilitres de l'extrait sont ajoutés à 2 ml d'acide chlorhydrique 2 N. L'Aspect rose, qui vire au bleu-violet avec l'ajout d'ammoniac, indiquant la présence d'anthocyanes (**Benzeggouta, 2014**).

➤ **Amidon :**

L'ajout de quelques gouttes d'iode (I<sub>2</sub>) à l'extrait dans le tube à essai fait virer la couleur au bleu, indiquant la présence d'amidon. (**Benzeggouta, 2014**).

➤ **Alcaloïdes :**

Les tests sont réalisés par des réactions de précipitation avec le réactif de Wagner. Pour 1mL d'extrait on ajoute 5mL d'HCl à 1%, l'ensemble est chauffé au bain marie, puis on ajoute 5 gouttes du réactif de Wagner, Un précipité blanc ou brun indique la présence d'alcaloïdes (**Majob et al, 2003**).

➤ **Les tanins condensés (Proanthocyanidols) :**

Le protocole consiste Ajouter 2 ml d'acide chlorhydrique concentré à 2 ml d'extrait ; placer le tout dans un bain-marie bouillant pendant cinq minutes, si une couleur rouge apparait cela indique une réaction positive (**Benzeggouta, 2014**).

## **1-6- Dosage des polyphénols :**

### **1-6-1- Le principe :**

Ce dosage a été déterminé selon la méthode colorimétrique par spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu décrit par (**Georgé et al, 2005**). La méthode est basée sur la réduction du mélange phosphotungstène (WO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)-phosphomolybdène (MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) du réactif de Folin par des groupes oxydables de composés phénoliques en milieu alcalin pour générer des produits bleu-vert. Ce produit présente une absorption maximale à 765 nm ou l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols de l'échantillon (**Georgé et al, 2005**).

### **1-6-2- Mode opératoire :**

En bref, 1 ml de réactif de Folin (dilué 10 fois) a été ajouté à 200 µl d'échantillons ou de standards et dilué de manière appropriée. Après 4 min d'incubation, ajouter 800 µl de solution de

carbonate de sodium (75 mg/ml) au milieu réactionnel. Après incubation à température ambiante pendant 2 h, l'absorbance a été mesurée à 765 nm.

### 1-7- Dosage des flavonoïdes :

La méthode utiliser pour le dosage des flavonoïdes est La méthode du trichlorure d'aluminium (Bahorun et al, 1996).

#### 1-7-1- Mode opératoire :

À 1 ml d'échantillon ou standard (préparés dans l'éthanol) est ajouté 1 ml de la solution d'AlCl<sub>3</sub> (2% dans le méthanol). L'absorbance est lue à 430 nm après 10 minutes de réaction, à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-40 µg/ml) La concentration des flavonoïdes est calculée qui est comme standard et est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par gramme d'extrait (µg CG/g d'extrait).

### 1-8- Test du DPPH :

Le DPPH (diphényl picryl-hydrazyl) est utilisé dans cette méthode comme un radical libre relativement stable afin d'étudier l'activité antiradicalaire de ces différents extraits (Mansouri et al, 2005). Les antioxydants qui réduisent le DPPH ont une couleur violette en un composé jaune, le diphényl picryl-hydrazine, ou l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Sanchez, 2002).

#### 1-8-1- Mode opératoire :

Pour préparer La solution de DPPH on solubilise 2,4 mg de ce dernier dans 100 ml de méthanol. On ajoute 50 µL des solutions d'extraits ou standards (acide ascorbique) à 1950 µL DPPH, Incubation du mélange pendant 30 min et la décoloration par rapport au contrôle négatif contenant uniquement la solution de DPPH est mesurée à 517 nm. On peut calculer L'activité anti radicalaire selon l'équation suivante : %d'activité antiradicalaire = [(Abs<sub>517</sub> contrôle–Abs échantillon<sub>517</sub>) / Abs <sub>517</sub>contrôle] x 100 (Beggas et Bendoukhane, 2017).

### 1-9- Test du pouvoir réducteur (FRAP) :

#### 1-9-1- Le principe :

Ce test est déterminé par la méthode décrite par Prasad et ses collaborateurs (2009). Cette méthode consiste à estimer l'aptitude de l'échantillon à produire un électron pour convertir le

---

Fe<sup>3+</sup> en Fe<sup>2+</sup>, cette forme est évaluée par la mesure de la couleur bleu du complexe (bleu de Pruss Fe<sub>4</sub> [Fe (CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub> qui absorbe à 700 nm. Une absorbance élevée montre que l'échantillon dispose un grand pouvoir réducteur (**Barros et al, 2007**).

#### **1-9-2- Mode opératoire :**

Brièvement, On ajoute 700 µl du tampon phosphate (0,2M, pH=6,6) et 700 µl de 1% de potassium ferricyanide à 25 µl des différentes concentrations des échantillons. Après 20 min d'incubation à 50 °C, ensuite on ajoute 700 µl d'une solution aqueuse de TCA à 10% au milieu réactionnel. Après 10 min d'incubation à température ambiante, 700 µl d'eau distillée et 125µl de 0,1% FeCl<sub>3</sub> sont ajoutés à 1,25 ml du surnageant, puis l'absorbance est déterminée à 700 nm contre un blanc contenant tous les réactifs en absence de l'échantillon. Les résultats sont exprimés en concentration effective à 50 % (IC<sub>50</sub>) qui traduit la concentration d'antioxydant nécessaire pour l'obtention de 0,5 d'absorbance (**Lebcir et Bourezgue ,2016**).

---

**RESULTATS ET  
INTERPRETATION**

---

## Résultats et interprétation

---

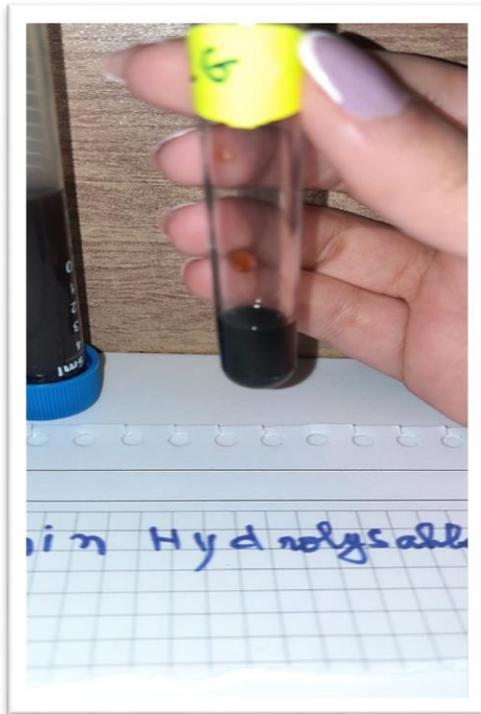
### 1- Résultats des tests phytochimiques :

Cette partie est consacrée à la présentation des résultats expérimentaux obtenus dans notre étude et leurs interprétations. Elle portera essentiellement les résultats des tests phytochimiques des saponosides (**figure14**), des tanins hydrolysables (**figure08**), des tanins condensés (**figure09**), des flavonoïdes (**figure11**), des triterpènes (**figure15**), des anthocyanes (**figure10**), des alcaloïdes (**figure13**) et des amidons (**figure12**).

**Tableau 3:** Les résultats des tests phytochimiques.

| Les tests phytochimiques          | Résultats des extraits Macération |            |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|
|                                   | Décoction                         | Macération |
| Les saponosides                   | +                                 | +          |
| Les tanins hydrolysables          | +++                               | ++         |
| Les tanins condensés              | +++                               | ++         |
| Les flavonoïdes                   | ++                                | ++         |
| Les tri terpènes (test salkowski) | +++                               | +++        |
| Les anthocyanes                   | -                                 | -          |
| Les amidons                       | -                                 | -          |
| Les alcaloïdes                    | -                                 | -          |

Les résultats ont été évalués dans le tableau suivant comme suit : +++ : Fortement positif, ++ : Moyennement positif, + : Faiblement positif, - : Négatif ; ND : non déterminé.



**Figure 08 :** Test des tanins hydrolysables



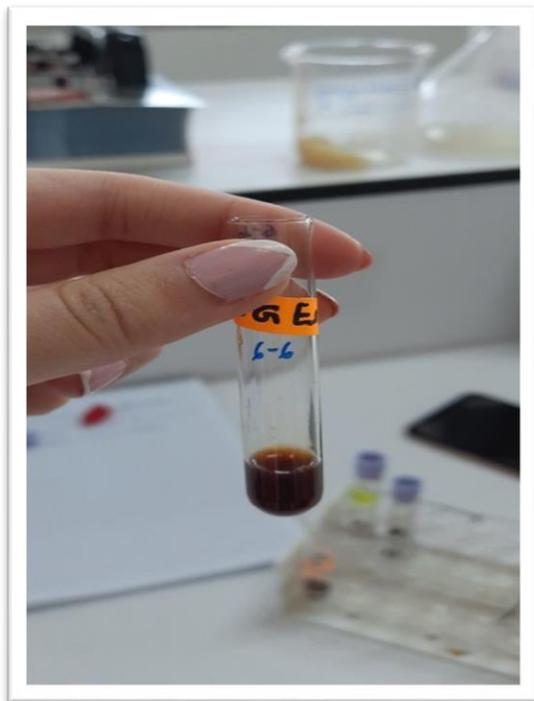
**Figure 09 :** Test des tanins condensés



**Figure10:** Test des anthocyanes



**Figure11:** Test des flavonoïdes



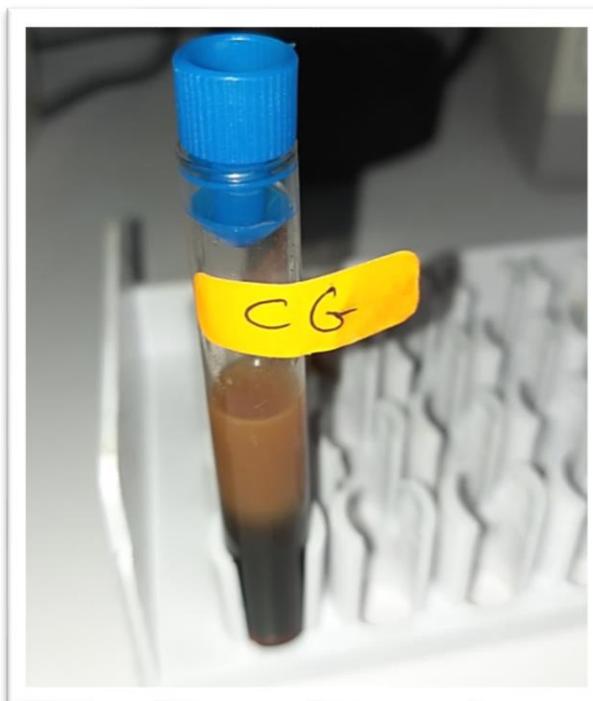
**Figure 12:** Test d'amidon



**Figure 13:** Test des alcaloïdes



**Figure 14:** Test des saponosides



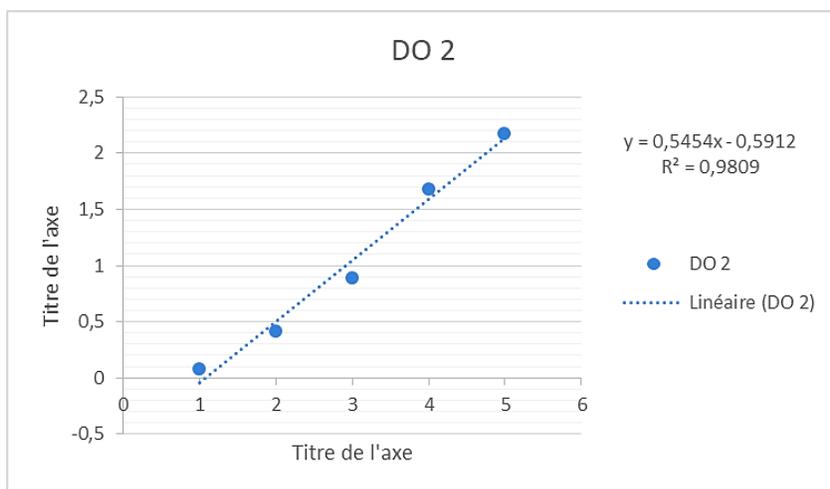
**Figure 15 :** Test des Test des tri  
terpènes

## Résultats et interprétation

### 2- Dosage des polyphénols :

La teneur en polyphénols totaux a été estimée par la méthode colorimétrique de Folin Ciocalteu. L'acide gallique est le standard le plus souvent employé dans cette méthode. Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage (**figure 16**), ayant l'équation :

$$Y = 0.5454x - 0.5912 \quad R^2 = 0.9809$$

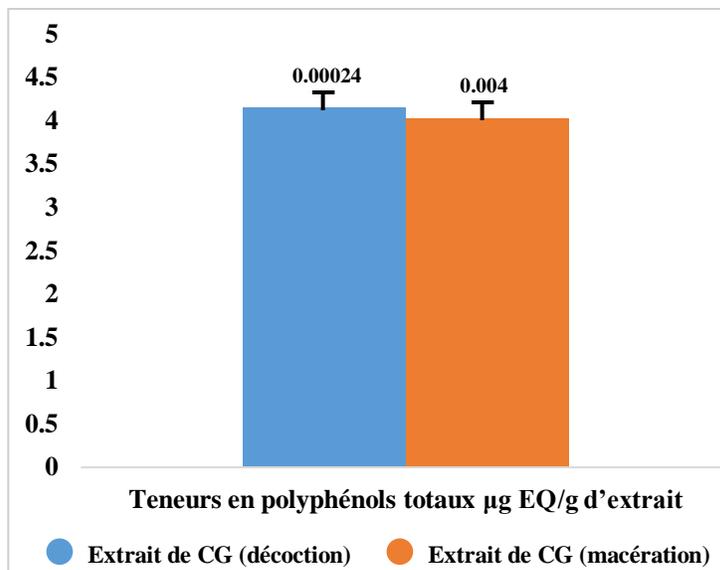


**Figure 16:** Gamme d'étalonnage d'acide gallique

La mesure de l'absorbance d'extraits a été effectuée à une longueur d'onde 765nm, les résultats obtenus dans le tableau suivant :

**Tableau 4 :** Teneur en polyphénols totaux des extraits de clou de girofle

| L'échantillon dosé           | Teneurs en polyphénols totaux $\mu\text{g EQ/g}$ d'extrait | Ecart type |
|------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|
| L'extrait de CG (Décoction)  | 4,15                                                       | 0,00024    |
| L'extrait de CG (macération) | 4,03                                                       | 0,004      |

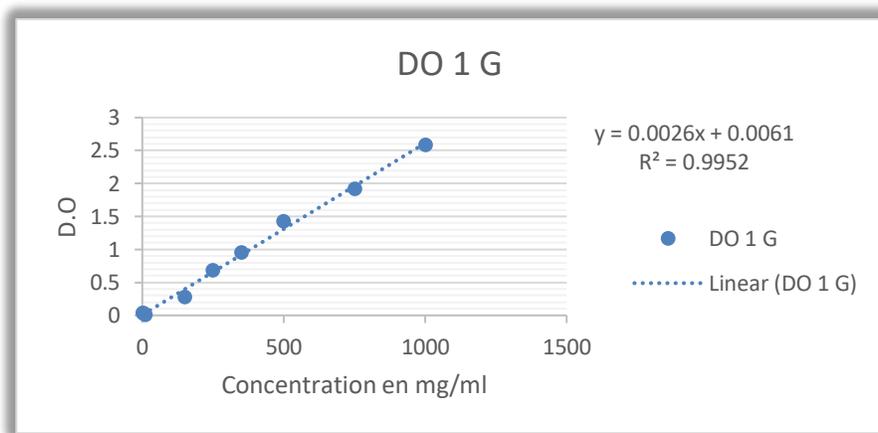


**Figure 17 :** Teneurs en polyphénols totaux des deux extraits de sizigium aromaticum.

D'après les résultats obtenus, on constate que les deux extraits comportent presque le même taux en polyphénols totaux. La teneur en polyphénols totaux enregistré par décoction à une valeur de 4,15 µg EQ/g d'extrait suivit par l'extrait de décoction à une valeur de 4,03 µg EQ/g d'extrait.

### 3- Dosage des flavonoïdes :

Le dosage des flavonols a été réalisé par la méthode colorimétrique, la quercétine considérée comme contrôle positif, Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage (**figure 18**), ayant l'équation suivante  $y = 0.0026x + 0.0061$   $R^2 = 0,9952$



**Figure 18 :** Gamme d'étalonnage de la quercétine

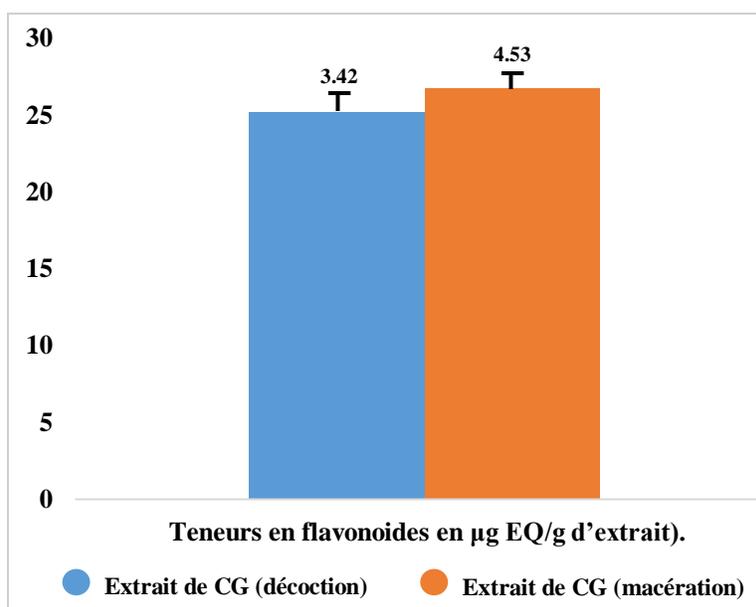
## Résultats et interprétation

---

Les résultats obtenus sont présents sur le tableau suivant :

**Tableau 5:** Teneur en flavonoïdes dans les extraits de clou de girofle

| L'échantillon dosé           | Teneurs en polyphénols totaux $\mu\text{g EQ/g}$ d'extrait | Ecart type |
|------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|
| L'extrait de CG (Décoction)  | 25,2                                                       | 3,42       |
| L'extrait de CG (macération) | 26,75                                                      | 4,53       |



**Figure 19 :** Teneurs en flavonoïdes des deux extraits de *sizigium aromaticum*

Les concentrations des flavonoïdes (**Figure19**) sont relativement importantes dans les deux extraits, les teneurs en flavonoïdes sont de 25,2mg EQ /g dans l'extrait décoction suivie de celles de L'extraits macération avec 26,75mg EQ /g. D'après les résultats de l'étude statistique obtenus on peut conclure que la macération est préférable pour l'extraction des flavonoïdes dans le CG.



**Figure20 :** Dosage des polyphénols totaux

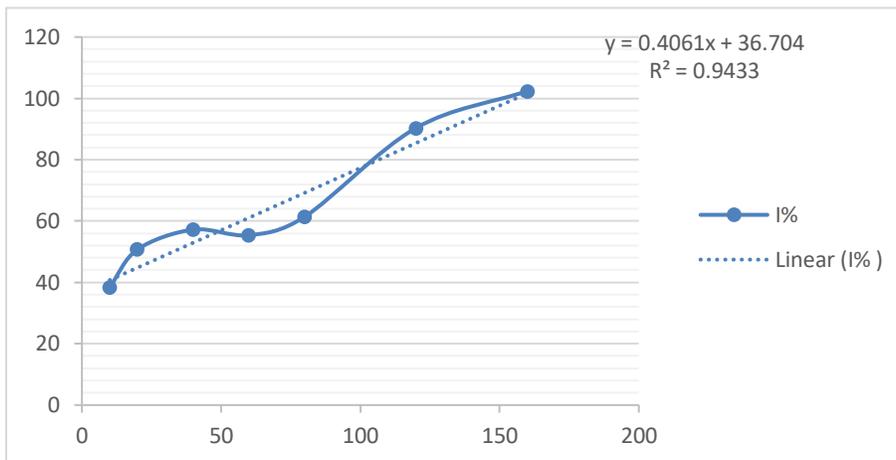


**Figure21:** Dosage des flavonoïdes

## Résultats et interprétation

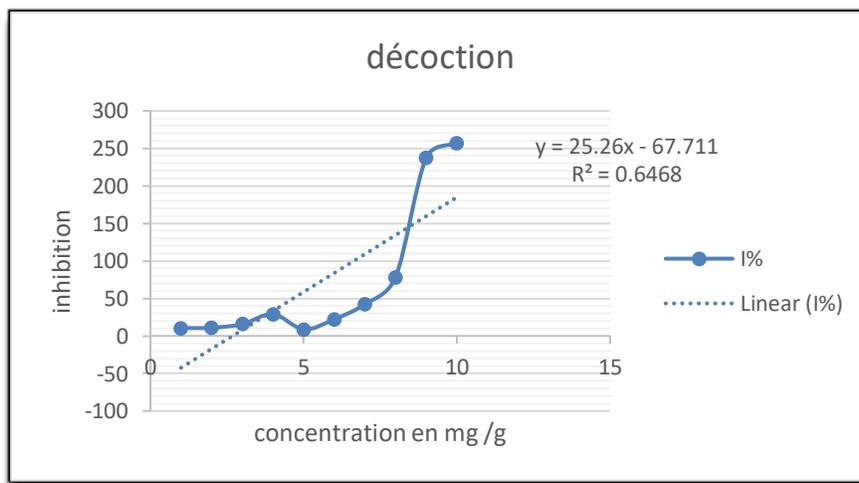
### 4- Test anti radicalaire DPPH :

L'évaluation de l'activité anti radicalaire a été par la méthode du piégeage du radical DPPH. Les pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH nous ont permis de tracer une courbe exponentielle pour L'extrait de CG (**figure 22**).



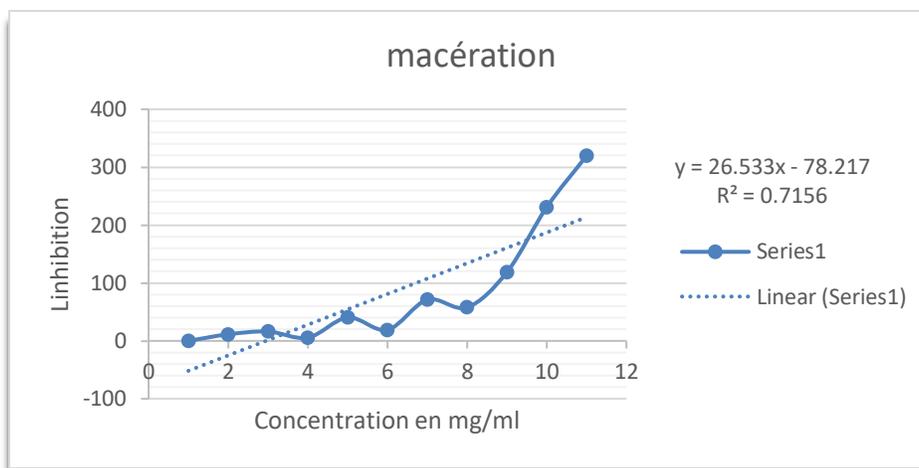
**Figure22:** Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

A partir de cette courbe de contrôle d'inhibition obtenue, nous avons pu déterminer la concentration inhibitrice piégeant 50%. La valeur d'IC50 du radical DPPH du clou de girofle égal à 0,82 mg/ml.



**Figure 23 :** L'activité antioxydante de l'extrait décoction de *sизigium aromaticum*

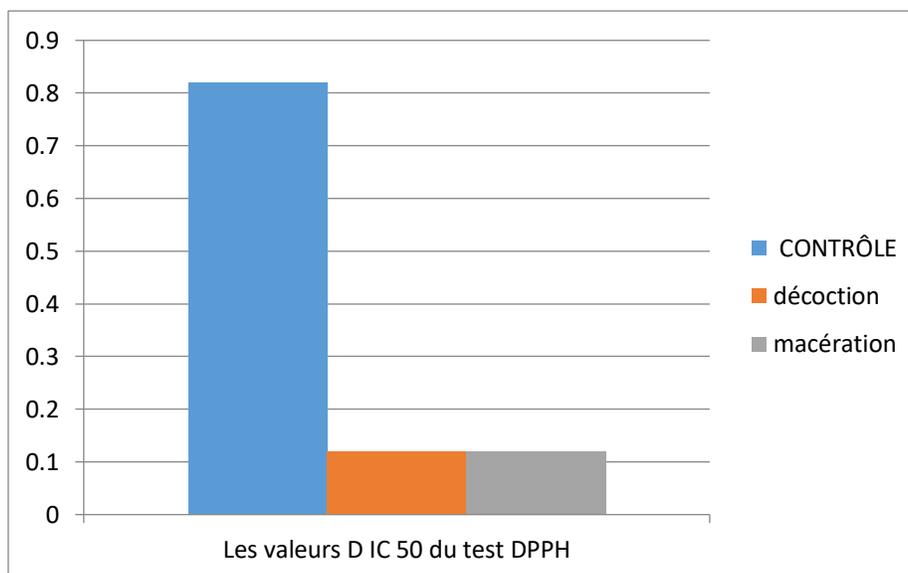
A partir de cette courbe on a pu déterminer La valeur d'IC50 du radical DPPH de l'extrait (décoction) du CG égale à 0,12mg/g.



**Figure 24 :** La gamme de l'activité antioxydante de l'extrait macération de *sizigium aromaticum*

**Tableau 6 :** Activité antioxydante de clou de girofle

| Extrait         | Contrôle  | Macération | Décoction |
|-----------------|-----------|------------|-----------|
| Valeurs d'IC 50 | 0,82 mg/g | 0,12mg /g  | 0,12 mg/g |



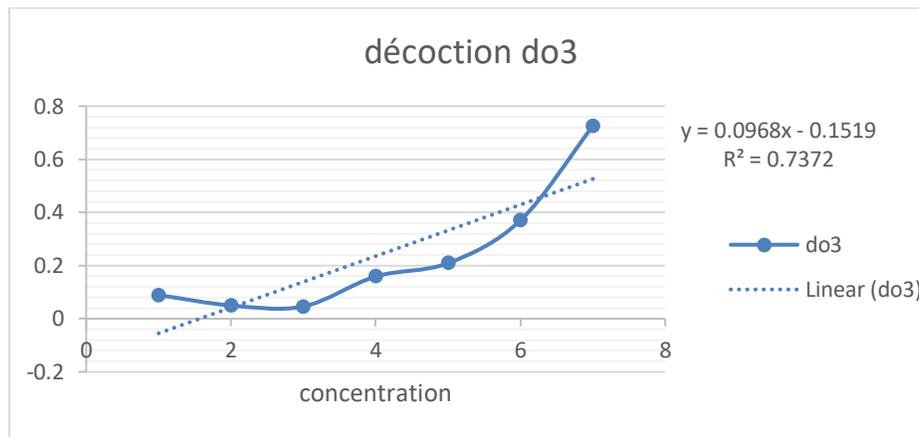
**Figure25:** L'activité antioxydante des différents extraits de *sizigium aromaticum*

## Résultats et interprétation

D'après le résultat obtenu, la capacité d'inhibition du radical DPPH<sup>+</sup> par les extraits de Clou de girofle étudiée, est de 0,12 mg /g des deux extraits de clou de girofle, les résultats de l'étude statistique obtenus indiquent l'existence d'une bonne inhibition du radical DPPH<sup>+</sup> pour tous les extraits de clou de girofle.

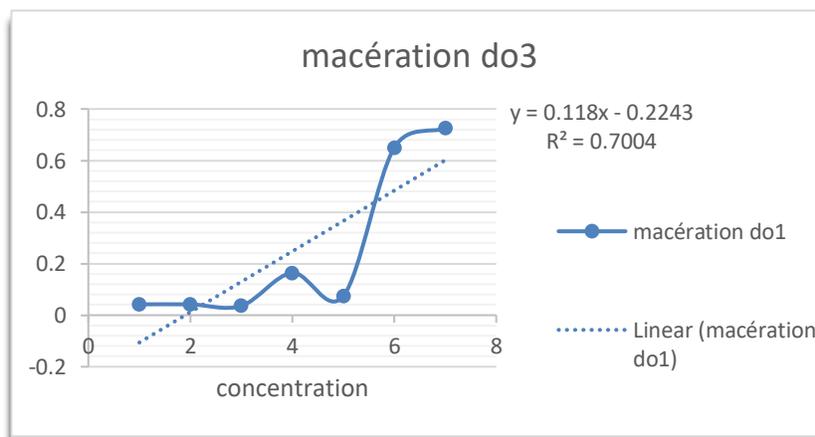
### 5- Activité antioxydante évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP) :

Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe De décoction du test frap (**figure 26**), ayant l'équation suivante :  $y = 0,0968x - 0,1519$   $R^2 = 0,7372$



**Figure 26 :** Pouvoir réducteur de l'extrait décoction du *sizigium aromaticum*

A partir de cette courbe obtenue, nous avons pu déterminer une activité antioxydante évaluée par le pouvoir réducteur avec une valeur d'IC<sub>50</sub> du clou de girofle égal à 0,51mg/g. Le résultat du pouvoir réducteur de la macération étudiée est représenté dans le graphe suivant :



**Figure 27 :** Pouvoir réducteur de l'extrait macération du *sizigium aromaticum*

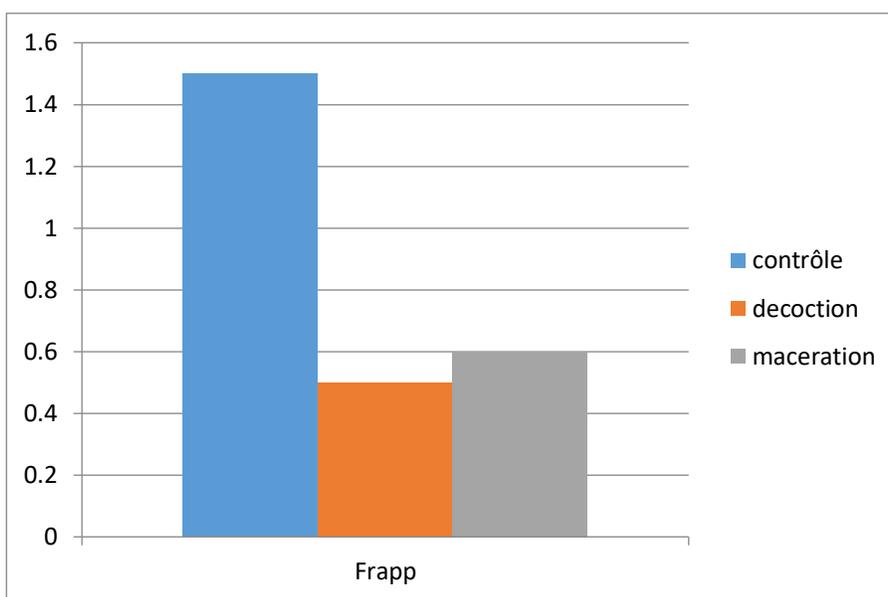
## Résultats et interprétation

---

**Tableau 7:** Les différentes valeurs D IC50 dans les extraits de clou de girofle

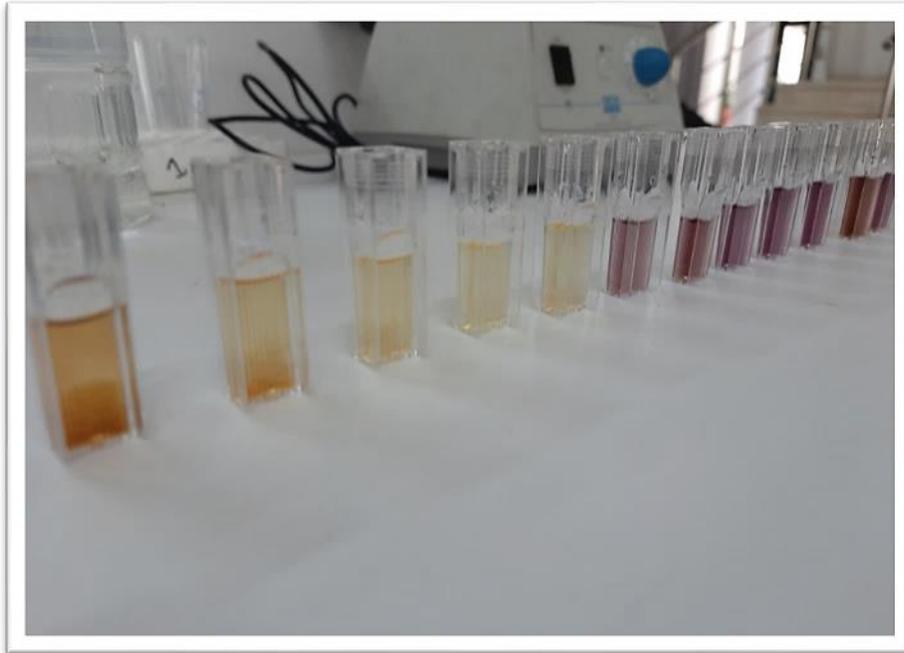
|                  | Décoction | Macération | Contrôle |
|------------------|-----------|------------|----------|
| La valeur d'IC50 | 0,5mg/g   | 0,6mg/g    | 1,5 mg/g |

**Histogramme de FRAPP :**



**Figure 28 :** Le pouvoir réducteur de FRAP des différents extraits de *sizigium aromaticum*

Les résultats obtenus ont montré que les extraits de clou de girofle présentent un fort pouvoir réducteur avec une valeur IC50 des extraits (0,5mg/g pour la décoction et 0,6mg/g pour la macération) comparé à la valeur du contrôle qui est à 1,5 mg/g.



**Figure29:** Test de l'activité anti radicalaire par la méthode DPPH



**Figure30 :** Test du pouvoir réducteur FRAP

### 8- Discussion:

Les résultats des tests phytochimiques obtenus montrent que : Le CG (*siziguium aromaticum*) comporte une grande teneur en tanins hydrolysables et condensés, en flavonoïdes, et en tri terpènes qui sont présents dans les deux extraits (macération et décoction) ce qui s'accord.

Avec les résultats obtenus par (**Merakcha, 2022**) En revanche, nos résultats montrent que les extraits de clou de girofle sont dépourvus en amidon, en alcaloïdes et en anthocyanes. L'absence totale des alcaloïdes indique donc l'absence des substances toxiques dans cette plante médicinale. Ainsi, L'étude et l'observation attentive des résultats, nous a permis de déterminer la variabilité de la composition des différents extraits, **Benzeggouta en 2015**, a trouvé dans son étude la présence de : saponosides, flavonoïdes, tanins, les Terpènes, coumarines et les Stérols et l'absence d'alcaloïde, et Anthocyanes.

La méthode modifiée de Folin-ciocalteu s'est avérée efficace pour le dosage des polyphénols totaux dans les extraits de CG. Cette méthode a été choisie puisqu'elle satisfait aux critères de reproductibilité et de faisabilité. L'évaluation quantitative de ces composés phénoliques a montré dans l'étude suivante que la teneur en polyphénols de l'extrait de clou de girofle était de 4,1 µg EAG/g dans la décoction et de 4,03 µg EAG/g d'extrait dans la macération, ce qui n'est pas en accord avec les résultats obtenus par (**Aidaoui et al, 2021**), qui ont trouvés La teneur en polyphénols dans un extrait de méthanol à une teneur de 15,174 mg EAG/g, ce qui est supérieur à celle qu'on a trouvés.

Les résultats obtenus pour la teneur en flavonoïdes des clous de girofle ont indiqué que la méthode de macération était préférable pour extraire les flavonoïdes à 26,75 µg EQ/g d'extrait, cette valeur est inférieure à celle trouvée par (**Hafsi et Medfouni ,2018**), qui ont montré que les clous de girofles contenaient des niveaux très élevés de Flavonoïdes (41.17 mg EQ/g), et). Cela prouve que le CG comporte une grande teneur en flavonoïdes.

Les études de **Garjes ,2016**) (**Lecerf, 2021**), ont démontrés l'efficacité des épices dans le domaine de médecine grâce à leur richesse en polyphénols et en flavonoïdes. Leurs résultats ont montré que la teneur en polyphénols pour le clou de girofle est 11,3 mg EQ/g extrait

Le pouvoir antioxydant des plantes dépend de leur composition et des conditions de traitement dans lesquelles elles ont été testées (**Wong et Koh, 2006**).

## Discussion

---

Le test DPPH nous a permis de trouver des variabilités dans l'activité antioxydante des deux extraits. L'IC<sub>50</sub> (la concentration inhibitrice piégeant 50%) Calculée à partir de la courbe de pourcentage d'inhibition pour l'extrait de clou de girofle était d'une valeur de 0,12 mg/ml qui est inférieur à la valeur trouvée par (**Houari ,2015**) d'ordre 0,0256 mg/ml.

Selon (**Ismail et al, 2010**), l'activité anti-radicalaire peut être liée à la présence de polyphénols et de flavonoïdes dans l'extrait. En comparant nos résultats avec les études précédentes, on peut dire que ces deux extraits ont des activités anti-radicalaires très importantes. Cette activité peut être due à la présence de polyphénols et de flavonoïdes.

Le test FRAPP nous a permis de découvrir une variabilité dans l'activité antioxydante évaluée par le pouvoir réducteur des deux extraits, on se basant sur les IC<sub>50</sub> calculées à partir des courbes précédentes. L'extrait du CG a présenté une valeur de 0,5 mg/ml pour la décoction et 0,6 mg/ml pour la macération cette valeur est supérieure à celle trouvé par (**Aidaoui et al, 2021**) qui ont trouvé une valeur de 0,1 mg/ml.

---

---

**CONCLUSION**

**ET PERSPECTIVES**

---

---

## Conclusion et perspective :

Les plantes médicinales traditionnelles ont toujours été sources de traitements et de constituants actifs qui ont contribué à la lutte contre les maladies (**Haidara et al, 2020**). Notre travail était basé sur la mise en valeur de l'étude phytochimique et les propriétés anti oxydantes du clou de girofle qui est une épice fréquemment utilisée par les thérapeutes traditionnels. Donc des recherches phytochimiques sur des extraits de cette plante ont permis l'obtention des résultats à partir des différents screening effectués sur un extrait phénolique. Ces tests phytochimiques ont été réalisés sur la matière végétale ou des infusés afin de prouver la présence de ses substances. Pour le but d'étudier son activité, on a préparé deux extraits différents (macération, décoction). À partir des résultats obtenus, on peut conclure que le screening phytochimique a démontré la richesse de *Syzygium aromaticum*, en plusieurs principes actifs tels que les tanins, les coumarines, les flavonoïdes et les saponosides d'une part, d'autre part l'étude phytochimique quantitative a révélé la richesse de l'épice étudiée en polyphénols totaux et en flavonoïdes. L'épice est douée d'une activité anti radicalaire prouvée in vitro (DPPH). La phytothérapie ou la médecine traditionnelle a pris une immense gamme et ne cesse de s'agrandir dans les années à venir grâce au tapis vert de la terre, les plantes aromatiques et médicinales ont des propriétés biologiques très intéressantes et promotrices. En fait, ils ont trouvé de nombreuses applications dans divers domaines, par exemple en médecine comme méthode préventive ou thérapeutique, en pharmacie par la préparation de médicaments à base de plantes, beauté ou produits cosmétiques et agricoles. Cet intérêt considérable est le résultat de plusieurs études menées sur l'activité biologique des plantes médicinales dans les couverts végétaux nous fournit une source de ces substances biologiquement actives sans effets secondaires ou indésirables.

---

# ANNEXE

---

**Annexe :**

**Tableau A 1 : Résultats des concentrations de polyphénols totaux en décoction**

| polyphenols décoction (mg EAG/g es) |                        |                |                |                |                |                |
|-------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| solution                            | SM                     | S/2            | S/4            | S/8            | S/16           | S/32           |
| concentration ug/ml                 | 1000                   | 500            | 250            | 125            | 62,5           | 31,25          |
| DO 01                               | 1,1654                 | 0,9565         | 1,5212         | 1,6139         | 1,6743         | 1,4375         |
| DO 02                               | 1,1668                 | 0,9589         | 1,5211         | 1,614          | 1,6747         | 1,4388         |
| DO 03                               | 1,1682                 | 0,9592         | 1,52           | 1,6161         | 1,6745         | 1,4374         |
| droite de regression                | $y = 0.5454x - 0.5912$ |                |                |                |                |                |
| concentration1                      | 3,2207554<br>1         | 2,8377337<br>7 | 3,8731206<br>5 | 4,0430876<br>4 | 4,1538320<br>5 | 3,7196553      |
| concentration 2                     | 3,2233223<br>3         | 2,8421342<br>1 | 3,8729372<br>9 | 4,0432709<br>9 | 4,1545654<br>6 | 3,7220388<br>7 |
| concentration 3                     | 3,2258892<br>6         | 2,8426842<br>7 | 3,8709204<br>3 | 4,0471213<br>8 | 4,1541987<br>5 | 3,7194719<br>5 |
| moyenne                             | 3,2233223<br>3         | 2,8408507<br>5 | 3,8723261<br>2 | 4,0444933<br>4 | 4,1541987<br>5 | 3,7203887<br>1 |
| Ecart type                          | 0,0025669<br>2         | 0,0027133<br>6 | 0,0012208<br>2 | 0,0022778      | 0,0003667      | 0,0014320<br>2 |

**Tableau A 2 : Résultats des concentrations de polyphénols totaux en macération**

| Macération (polyphénols) |                        |            |            |            |            |            |
|--------------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                          | sm                     | S/2        | S/4        | S/8        | S/16       | S/32       |
| DO1                      | 1,6082                 | 1,7048     | 1,0923     | 1,5917     | 1,5654     | 1,0946     |
| DO2                      | 1,6079                 | 1,708      | 1,0889     | 1,5934     | 1,5655     | 1,096      |
| DO3                      | 1,6085                 | 1,7075     | 1,0902     | 1,5915     | 1,5662     | 1,0967     |
| droite de regression     | $y = 0.5454x - 0.5912$ |            |            |            |            |            |
| Concentration 1          | 4,0326366              | 4,20975431 | 3,08672534 | 4,00238357 | 3,95416208 | 3,09094243 |
| concentration2           | 4,03208654             | 4,21562156 | 3,08049138 | 4,00550055 | 3,95434543 | 3,09350935 |
| Concentration3           | 4,03318665             | 4,2147048  | 3,08287495 | 4,00201687 | 3,9556289  | 3,09479281 |
| Moyenne                  | 4,0326366              | 4,21336022 | 3,08336389 | 4,00330033 | 3,95471214 | 3,09308153 |
| Ecart type               | 0,0003667              | 0,00240394 | 0,00224096 | 0,00146681 | 0,00061117 | 0,00142607 |

| solution             | SM                     | S/2        | S/4        | S/8        | S/16       | S/32     |
|----------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| concentration ug/ml  | 1000                   | 500        | 250        | 125        | 62,5       | 31,25    |
| DO 01                | 0,065                  | 0,041      | 0,042      | 0,044      | 0,067      | 0,070    |
| DO 02                | 0,085                  | 0,090      | 0,068      | 0,060      | 0,062      | 0,069    |
| DO 03                | 0,065                  | 0,081      | 0,075      | 0,077      | 0,078      | 0,061    |
| droite de regression | $y = 0.0026x + 0.0061$ |            |            |            |            |          |
| concentration1       | 22,65385               | 13,4230769 | 13,8076923 | 14,5769231 | 23,4230769 | 24,57692 |
| concentration 2      | 30,34615               | 32,2692308 | 23,8076923 | 20,7307692 | 21,5       | 24,19231 |
| Concentration 3      | 22,65385               | 28,8076923 | 26,5       | 27,2692308 | 27,6538462 | 21,11538 |
| moyenne              | 25,21795               | 24,8333333 | 21,3717949 | 20,8589744 | 24,1923077 | 23,29487 |
| Ecart type           | 3,418803               | 7,60683761 | 5,04273504 | 4,27350427 | 2,30769231 | 1,452991 |

**Tableau A 3 :** Résultats des concentrations de flavonoïdes en décoction

**Tableau A 4 :** Résultats des concentrations des flavonoïdes en macération

| SOLUTION       | Flavonoïdes maceration |            |          |          |          |          |
|----------------|------------------------|------------|----------|----------|----------|----------|
|                | SM                     | S/2        | S/4      | S/8      | S/16     | S/32     |
| DO1            | 0,052                  | 0,088      | 0,022    | 0,094    | 0,064    | 0,084    |
| DO2            | 0,065                  | 0,081      | 0,06     | 0,06     | 0,05     | 0,07     |
| DO3            | 0,05                   | 0,058      | 0,073    | 0,063    | 0,058    | 0,064    |
| DROIT DE REG   | $y = 0.0026x + 0.0061$ |            |          |          |          |          |
| Concentration1 | 17,6538462             | 31,5       | 6,115385 | 33,80769 | 22,26923 | 29,96154 |
| Concentration2 | 22,6538462             | 28,8076923 | 20,73077 | 20,73077 | 16,88462 | 24,57692 |
| Concentration3 | 16,8846154             | 19,9615385 | 25,73077 | 21,88462 | 19,96154 | 22,26923 |
| MOYENNE        | 19,0641026             | 26,7564103 | 17,52564 | 25,47436 | 19,70513 | 25,60256 |
| ECRT           | 2,39316239             | 4,52991453 | 7,606838 | 5,555556 | 1,880342 | 2,905983 |

**Tableau A 5 : Résultats de l'activité antioxydante par DPPH en décoction et macération**

| concentration | pourcentage | Concentration | I%         |
|---------------|-------------|---------------|------------|
| S/1024        | 11,3286713  | S/1024        | 10,4895105 |
| S/256         | 16,2237762  | S/256         | 10,9090909 |
| S/128         | 5,5944056   | S/128         | 15,8041958 |
| S/64          | 40,41958    | S/64          | 29,0909091 |
| S/32          | 18,881119   | S/32          | 8,81118881 |
| S/16          | 71,048951   | S/16          | 22,2377622 |
| S/8           | 55,944056   | S/8           | 42,3776224 |
| S/4           | 115,66434   | S/4           | 78,3216783 |
| S/2           | 237,62238   | S/2           | 237,202797 |
| Sm            | 319,58042   | Sm            | 256,923077 |

**Tableau A 6 : Résultats de l'activité antiradicalaire du test FRAP en décoction et macération**

|        |          | concentration | do3      |
|--------|----------|---------------|----------|
| S/2048 | 0,089    | S/2048        | 0,042    |
| S/1024 | 0,05     | S/1024        | 0,042    |
| S/512  | 0,046    | S/512         | 0,036    |
| S/64   | 0,159    | S/64          | 0,164    |
| S/32   | 0,209    | S/32          | 0,074    |
| S/4    | 0,37     | S/4           | 0,65     |
| Sm     | 0,725    | Sm            | 0,725    |
| IC50   | ug/mg    | IC50          | 0,511511 |
| 12/    | 0,561209 |               |          |



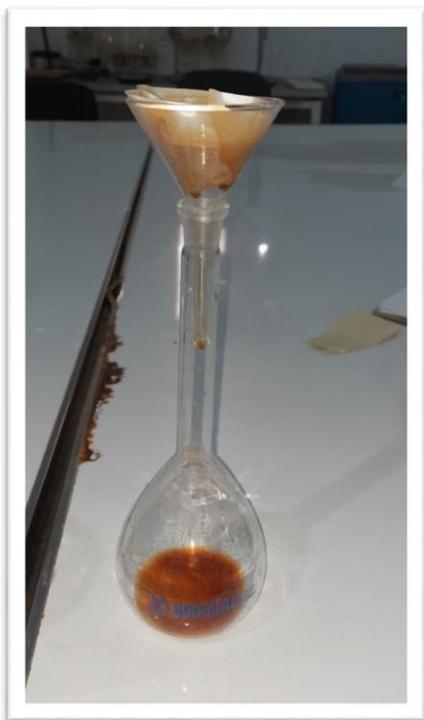
**Figure A 1 :** Incubation des extraits pendant 24h



**Figure A 2 :** réchauffement au bain marie pendant 5minutes



**Figure A 3 :** Spectrophotomètre



**Figure A 5** : Filtration du mélange



**Figure A 4** : Mise à ébullition  
(décoction) à 100°



**Figure A 6** : Bain marie

### Références bibliographiques :

#### A

Adli D.E.H. (2015). Effets prophylactiques de l'administration d'un extrait de *Syzygium aromaticum* (clou de girofle) chez les rats wistar en croissance intoxiqués au plomb et au manganèse. Thèse de doctorat. Université d'Oran. P 44-67-91.

Agbaje EO. Gastrointestinal effects of *Syzygium aromaticum* (L) Merr & Perry (Myrtaceae) in animal models. *Nig Q J Hosp Med.* 2008;18(3):137-41.

#### B

Bahorun, T., Grinier, B., Trotin, F., Brunet, G., Pin, T., Luncky, M., Vasseur, J., Cazin, M., Cazin, C. and Pinkas, M. 1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung*, 46(11): 1086-1089.

Barros L, Ferreira MJ, Queiros B, Ferreira ICFR and Baptista (2007). Total phenols, ascorbic acid, b-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, p 413-419.

Batiha, G. E., Alkazmi, L. M., Wasef, L. G., Beshbishy, A. M., Nadwa, E. H., & Rashwan, E. K. (2020). *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae): Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, Pharmacological and Toxicological Activities. *Biomolecules*, 10(2), 202.

Baudin, B. (2020). Stress oxydant et protections antioxydantes. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2020(522), 22-30.

BEGGAS Lynda & BENDOUKHANE Meryem, Etude de l'activité antioxydante de gingembre *Zingiber officinale*. Mémoire présenté de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, 2017.

Benzeggouta N. (2015). Evaluation des Effets Biologiques des Extraits Aqueux de Plantes Médicinales Seules et Combinées. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Mentouri Constantine. P-46, 49.

Bohui, P. S. G., Adima, A. A., Niamké, F. B., & N'Guessan, J. D. (2018). Etude comparative de trois méthodes d'extraction des flavonoïdes totaux à partir des feuilles de plantes médicinales: *Azadirachta indica* et *Psidium guajava*. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 46, 50-58.

Boudjema, K., Nahoui, N., Temmimi, K., Azine, K., Hali, L., & Fazouane, F. (2021). Screening phytochimique et activités biologiques d'extrait méthanolique obtenu à partir de la plante *Melissa officinalis* L. *Journal of Advanced research in science and technology* ISSN: 2352\_9989

### C

Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F., & Oliveira, W. P. (2014). Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(2), 90-96.

Couplan F.,(2011). Guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées, Paris, Sophie.

### D

Desmier, T. (2016). Les Antioxydants De Nos Jours, Définition et Applications. Université de Limoges. Thèse de doctorat, pp14. France.

Donatien K. (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes extraction, identification d'alcaloïdes -caractérisation, quantification de polyphénols : Etude de leur activité antioxydant. Thèse de doctorat. Université de Bamako.

Dridi F. (2015). Synthèse et caractérisation des dérivés quinoniques Application du tannage et test biologiques. Thèse de doctorat. Université M'hamed Bougara de Boumerdes.

### E

Eric Penot et al, 2014. Le giroflier à Madagascar : une « success story » ... à l'avenir incertain, Bois et Forêts des Tropique, 35p

### F

FADHILA, Boukhatem. Activité antibactérienne de l'huile essentielle de deux épices: *Syzygium Aromaticum* et *Illicium Verum*. 2017.

Faucon M. (2018). Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : les hydrolats. Sang de la Terre

Feillet, P. (2018). 46. Plus on consomme d'antioxydants, mieux on se porte. In Tout savoir sur notre alimentation: Démêler le vrai du faux (pp. 157-159). Les Ulis: EDP Sciences.

François P et François-André A. (2013). Traitement des troubles anxieux par compléments alimentaires. Actualités pharmaceutiques.

### G

Georgé, S., Brat, P., Alter, P., & Amiot, M. J. (2005). Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1370–1373.

## Références bibliographiques

---

Garges S. (2016). Les principaux traitements alternatifs de la ménopause. Thèse de doctorat. Université de Lille 2. P 53.

Ghedira, K., Goetz, P., & Le Jeune, R. (2010). *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry

Ghnimi W. (2020). Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées : *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Thèse de doctorat. Université de Lorraine (France) et université de carthage.

Giraud, N. (2011). *Épices et santé*. France Loisirs.

Goetz, P. (2021). *Syzygium aromaticum* (L.)-Giroflier. *Phytothérapie*, 19(1), 55.

### H

Haidara, M., Diarra, M. L., Doumbia, S., Denou, A., Dembele, D., Diarra, B., & Sanogo, R. (2020). Plantes médicinales de l'Afrique de l'Ouest pour la prise en charge des affections respiratoires pouvant se manifester au cours de la Covid-19. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(8), 2941-2950.

Houari A.D.E. (2015). Effet prophylactique de l'administration d'un extrait de *Syzygium aromaticum* (clou de girofle) chez les rats wistar en croissance intoxiquée au plomb et au manganèse. Etude biochimique, histologique et neurocomportementale. Thèse de Doctorat en biologie. Université d'Oran Ahmed ben Bella. P-52, 63

### I

Ismail HI, Chan KW, Mariod AA and Ismail M (2010). Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*. Vol 119: 643-647

### J

John, K. K., & Shcherazade, D. O. S. F. (2021). Activité Anti-Inflammatoire Et Études Phytochimiques De L'extrait Aqueux Des Écorces *Distemonanthus Benthamianus* Baill.(Caesalpiniaceae: Leguminosae-Caesalpinioideae). *European scientific Journal*, 17(7), 74-93.

### K

Klein AH, Carstens MI, Carstens E. Eugenol and carvacrol induce temporally desensitizing patterns of oral irritation and enhance innocuous warmth and noxious heat sensation on the tongue. *Pain*. 2013;154(10):2078-87.

Koné., (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes : extraction, identification d'alcaloïdes-caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante (Doctoral dissertation, Université Paul Verlaine-Metz).

### L

Lecerf J. M. (2009). Micronutriments: l'exemple de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA): Micronutrients and Age-Related Macular Degeneration. *Médecine des maladies métaboliques*, 3(5), 496-501

Lecerf J.M. (2021). Conseil nutritionnels pour la femme ménopausée, RPC les femmes ménauposées du CNGOF et du GEMVi. *Gynécologie obstétrique fertilité & sénologie*. P 349-357.

Lobstein, A., Couic-Marinier, F., & Barbelet, S. (2017). Huile essentielle de Clou de girofle. *Actualités Pharmaceutiques*, 56(569), 59-61.

### M

Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., Kefalas, P., 2005. Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry*, 89, 411-420

Medfouni, R., Hafsi, N., & Mazouz, W. (2018). Contribution à l'étude phytochimique et les activités biologiques d'une plante médicinale *Syzygium aromaticum*.)

Medfouni, R., Hafsi, N., & Mazouz, W. (2018). Contribution à l'étude phytochimique et les activités biologiques d'une plante médicinale *Syzygium aromaticum*.

MOUFIDA, MERAKCHA. Effets des substances bioactives des clous du girofle sur quelques paramètres biochimiques chez les lapins diabétiques. 2022. Thèse de doctorat. university center of abdalhafid boussouf-MILA.

### O

Oussalaha M, Cailleta S, Saucier L et al. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 2007;18(5):414-20.

### P

Parvin, S., Rafshanjani, Md. A. S., Kader, Md. A., & Sharmin, T. (2015). Preliminary phytochemical screening and cytotoxic potentials from leaves of *Sanchezia speciosa* Hook.f. *International Journal of Advances in Scientific Research*, 1(3), 145

Penot, E et al. -2011. Etude des systèmes forestiers et agroforestiers et stratégies paysannes associées dans l'île de Sainte-Marie sur la côte Est de Madagascar, 2010. *Cirad*. pp. 1-50.

Prasad KN, Yang B, Dong X, Jiang G, Zhang H, Xie H and Jiang Y .(2009). Flavonoid contents and antioxidant activities from *Cinnamomum* species. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10: 627-632 p.

### R

Rajeev S., Dubey A., Garg A., Fiorino M., Ameen S., Haddad M., AL-hlary. (2019). Natural Polyphenols : Chemical Classification, Definition of Classes, Subcategories, and Structures. *Journal of international* : Vol. 102, 1397-1400.

RAMZI, Aidaoui et KAMOUCHE ABDERRAHIM, Menani Ines. Thème: Evaluation du pouvoir antiradicalaire des extraits de quelques épices (*Cuminum cyminum*, *Curcuma longa* et *Syzygium aromaticum*). 2021.

Rira, M. (2019). Les tanins hydrolysables et condensés: une piste pour la réduction de la production du méthane entérique par les ruminants en milieu tropical (Doctoral dissertation, Université Clermont Auvergne [2017-2020]).

### S

Sánchez-Moreno C. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International*. 2002;8(3):121-137. doi:10.1106/108201302026770

Shahidi, F. Zhong, Y. (2015) Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 18,757–781

Sok Yen, F., Shu Qin, C., Tan Shi Xuan, S., Jia Ying, P., Yi Le, H., Darmarajan, T., ... & Salvamani, S. (2021). Effets hypoglycémiantes des flavonoïdes végétaux : une revue. *Médecine complémentaire et alternative fondée sur des données probantes*, 2021

Sophie Barbelet. Le giroflier : historique, description et utilisations de la plante et de son huile essentielle. *Sciences pharmaceutiques*. 2015. {hal-01732523}

Sanhaji O, Faid M, Ellyachiwoui M ; Etude de l'activité antifongique de divers extraits de canelle ; *journal de Micrologai Médicale* ;2005 ; 15 :220-229

### T

Tapiero, H., Tapiero, H., Townsend, D. M., & Tew, K. D. (2022). Les polyphénols.

### U

Ulanowska M, Olas B. Propriétés biologiques et perspectives d'application de l'eugénol - Une revue. *Journal international des sciences moléculaires*. 2021 ; 22(7):3671.

Ulanowska M, Olas B. Propriétés biologiques et perspectives d'application de l'eugénol - Une revue. *Journal international des sciences moléculaires*. 2021 ; 22(7):3671.

### W

WERNERM, VONBRAUNSCHWEIGR. L'aromathérapie : principes, indications, utilisations. Paris : Ed. Vigot ; 2008.334 p.

## Références bibliographiques

---

### X

Xue, Q., Xiang, Z., Wang, S., Cong, Z., Gao, P., & Liu, X. (2022). Recent advances in nutritional composition, phytochemistry, bioactive, and potential applications of *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae). *Frontiers in nutrition*, 9, 1002147

### Z

Zari, A. T., Zari, T. A., & Hakeem, K. R. (2021). Anticancer Properties of Eugenol: A Review. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(23), 7407.

Zeller, Wayne E. "Activité, purification et analyse des tanins condensés: état actuel des choses et efforts futurs." *Crop Science* 59.3 (2019): 886

## Résumé :

Notre travail visait à étudier les caractéristiques physicochimiques de *Syzygium aromaticum* L. Plante médicinale qui appartient à la famille des myrtacées et qui est largement utilisée en médecine traditionnelle. Les plantes aromatiques et médicinales représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce à leurs différents principes actifs, elles sont la base de toutes les recherches afin de pouvoir extraire des substances bioactives à caractère préventif et curatif, pour différentes maladies, chroniques ou aiguës. Notre étude consiste à l'évaluation de quelques propriétés physico-chimiques des extraits de clou de girofle à partir d'un screening phytochimique qui permet la reconnaissance des composés phénoliques et antioxydants existants dans cette plante et également de valoriser leurs propriétés biologiques. L'Etude de L'activité biologique, a révélé que cette plante est douée d'une activité antioxydante et anti radicalaire évaluées par des tests DPPH et FRAP.

**Mots clés:** *Syzygium aromaticum*, *Eugenia caryophyllata*, activité antioxydante, screening phytochimique, plante médicinale

## Abstract:

Our work aimed to study the physicochemical characteristics of *Syzygium aromaticum* L, a medicinal plant belonging to the myrtle family and widely used in traditional medicine. Aromatic and medicinal plants represent an inexhaustible source of traditional and effective remedies due to their different active principles. They form the basis of all research aimed at extracting bioactive substances with preventive and curative properties for various chronic or acute diseases. Our study consists of evaluating some physicochemical properties of clove extracts through phytochemical screening, which allows the identification of existing phenolic compounds and antioxidants in this plant, as well as the valorization of their biological properties. The investigation of biological activity revealed that this plant possesses antioxidant and anti-radical activity, evaluated through DPPH and FRAPS tests

**Keywords:** *Syzygium aromaticum*, *Eugenia caryophyllata*, antioxidant activity, phytochemical screening, medicinal plant

## ملخص :

*Syzygium aromaticum* L كان هدف عملنا هو دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لنبات القرنفل العطري

، وهو نبات طبي ينتمي إلى عائلة الحمضيات ويستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي. تمثل النباتات العطرية والطبية مصدرًا لا ينضب من العلاجات التقليدية والفعالة بفضل مبادئها النشطة المختلفة. فهي تشكل أساس جميع البحوث التي تهدف إلى استخلاص مواد حيوية ذات صفات وقائية وعلاجية لأمراض مزمنة أو حادة مختلفة. تتكون دراستنا من تقييم بعض الخصائص الفيزيوكيميائية لمستخلصات القرنفل من خلال الفحص النباتي الكيميائي، والذي يتيح التعرف على المركبات الفينولية والمضادة للأكسدة الموجودة في هذا النبات، وكذلك تمييز خصائصها البيولوجية. أظهرت دراسة DPPH و FRAP النشاط البيولوجي أن هذا النبات يمتلك نشاطاً مضاداً للأكسدة ومضاداً للجذور الحرة، تم تقييمه بواسطة اختبارات

**كلمات مفتاحية:** سيزي جيوم أروماتي كوم، يوجينيا كاريوفيلاتا، نشاط مضاد للأكسدة، فحص نباتي كيميائي، نبات طبي