



République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère De L'enseignement Et De La Recherche Scientifique

Université El Shahid Hamma Lakhdar d'El Oued

Faculté Des Sciences De La Nature Et De Vie

Département de Biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliqué

THEME :

Etude phytochimique et activité biologique
d'une plante aromatique (*Cymbopogon
citrates*) cultivée dans la région de Souf

Soutenue le :

Présenté Par :

Chraite Mouna
Farhat Rabaa
Menaceur Raouia

Devant le jury :

Alia Zaid
Youmbai Asma
CHOUIKH Atef

PRESIDENT
EXAMINATEUR
PROMOTEUR

UNIV. El Oued
UNIV. El Oued
UNIV. El Oued

Année Universitaire : 2022-2023



Remerciement

C'est avec un réel plaisir que nous réservons ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant pour m'avoir aidé à réaliser ce modeste travail.

*Nous traçons maintenant nos dernières étapes de nos études de premier cycle à l'université de Hamma Lakhdar, dans le master 2023. nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **Dr. Chouikh Atef** et **Melle Goubi Sana** d'avoir accepté d'être promoteurs de ce mémoire*

Nous lui remercions pour leur encadrement de qualité, leur disponibilité, leurs orientations et pour les efforts qu'ils avaient consentis avec beaucoup de sympathie et patience, ce qui nous a permis de mener à terme ce projet.

*Nous tenons à remercier **Mr Laib Zakaria** pour ses précieux conseils et également toute l'équipe de laboratoire en particulier **Mme Khatraoui Latifa** pour leur gentillesse, leur aide, leur disponibilité toute le long de notre travail*

A Cette thèse est pour moi bien plus qu'un simple document de recherche. C'est l'incarnation d'heures d'efforts, de découvertes et de persévérance. A cette occasion, je voue ma supériorité à :

A mon cher père LOTFI:

A mon cher père, qui m'a toujours encouragé à avancer vers l'Imam pour rechercher la connaissance sans hésitation, inaction ou échec, et qui m'a donné toute la liberté et la confiance durant mon parcours universitaire, à celui qui m'a enseigné le sens et le statut de la connaissance et le professeur

A ma chère mere LAMIA:

A celle qui a illuminé mon existence et donné le sens de ma vie au plus précieux des êtres, ma mère bien-aimée, symbole de patience, de loyauté et de soutien constant dans les embûches de ma carrière, et qui m'a soutenu de sa patience, des supplications et des conseils chaque fois que je trébuchais.

A mon cher frère Mosbah:

Et à mon seul frère, le soutien qui ne s'en va pas, le propriétaire de la profession qui aime la patrie policière, et la lumière de mes yeux, que Dieu le protège et prenne soin de lui et prolonge sa vie

A mes belles soeurs soumia et Sarah, zahra

je demande à Dieu Tout-Puissant de les protéger, de diriger leurs pas et d'éclairer leur chemin vers ce qui est bon.

Et à la mère de mon père et A mes tantes, le Dr Fatima, la superviseure pédagogique Nacira et le vétérinaire Nardjes

Et à mes oncles Salim, Idris, Hisham, son fils Anas et Osama

Et à ma seule tante om Al-Khair, et à sa fille unique, Maryam

Et à mes oncles Fateh, Murad, Saleh, et son fils Islam et Iyad

Et mon oncle Jamal, sa femme Iman et leur fils Ayman, que Dieu les protégé

Et à mon grand-père et ma grand-mère

Et à mon ami Abeer et Donia et salha et Maria

Et à mes amis et partenaires dans mon travail, Mouna chrait et Rabaa Farhat

Et à tous mes professeurs durant mon parcours universitaire qui sont crédités d'avoir porté la plume

*Et un merci spécial au **Professeur Atef chouikh**, qui a supervisé la guidance en toute humilité et m'a conseillé durant ce bon travail Je remercie également le **Dr El-Aiche Ammar AL-touhami** de nous servir avec un esprit bienveillant*

Raouia

Je dédie cet humble travail

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la volonté et le courage

La patience et elle a guidé mes pas vers le droit chemin durant mes années scolaires.

Pour celle qui m'a ouvert les portes et m'a donné de la tendresse, "**Chère Mère**" **Sakina Ferhat.**

Quelqu'un qui fait de grands efforts pour mon bonheur

A celui qui m'a guidé et m'a enlevé les secrets de la vie, Mon cher père **Nacer.**

Je leur suis reconnaissant de leur soutien tout au long de mes études, et j'espère que Dieu leur accordera longue vie et qu'ils trouveront dans cet humble acte le témoignage de ma gratitude et de toutes mes affections.

A mes frères **Abdullah et Ezzedine .**

A mes chères sœurs **Soumaia, Djihad, Zahra et Rayhana.**

A ma seule amie **ICHRAK ABBASSI**

A mes partenaires **Mouna et Raouia."** qui ont partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.

A tous mes amis pour leurs encouragements

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Rabaa

Je dédie cet humble travail

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la volonté et le courage

La patience et elle a guidé mes pas vers le droit chemin durant mes années scolaires.

Pour celle qui m'a ouvert les portes et m'a donné de la tendresse, Chère Mère SALIMA Bebboukha

Quelqu'un qui fait de grands efforts pour mon bonheur

A celui qui m'a guidé et m'a enlevé les secrets de la vie, Mon cher père ABD ELRAHMAN Chérait

*Je leur suis reconnaissant de leur soutien tout au long de mes études, et j'espère que Dieu leur accordera
longue vie et qu'ils trouveront dans cet humble acte le témoignage de ma gratitude et de toutes mes
affections.*

A mes frères MOUCEF et LAID

A mes chères sœurs SABRINE et DOUAA et NOUR EL HOUDA

A mon mari Oussama

A mes filles Ranime et Lina

A mes partenaires Rabiaa et Rawia." qui ont partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.

A tous mes amis pour leurs encouragements

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Mouna

Résumé

Résumé

Afin de valoriser les plantes aromatiques du désert, nous avons mené cette recherche qui vise à étudier l'activité phytochimique et biologique à travers une étude *in vitro* de la partie aérienne de la plante citronnelle poussant dans la région du EL-oued Souf.

L'aspect chromatographique de l'extrait méthanolique brut, que nous avons obtenu par analyse par chromatographie liquide à haute performance HPLC, qui a permis la séparation de 51 composés, est caractérisé par la présence de Naringine à une concentration de (25156.065 µg/g) suivie de Vanilline à une concentration de (491.267 µg/g) et de l'acide Gallique à une concentration de (310.268 µg/g).

En ce qui concerne les résultats de l'estimation de l'activité antioxydante des différents extraits qui ont été isolés, l'extrait de flavonoïdes B (fraction de 1-butanol) ont eu le meilleur effet d'inhibition de la racine de DPPH* (43.42±0.910) Quant au test de capacité de réduction du fer, l'extrait flavonoïdes A (fraction d'acétate d'éthyle) ont montré la plus grande valeur pour réduction du fer ferrique.

Et en testant l'efficacité des extraits dans la protection contre les rayons ultraviolets, l'extrait de flavonoïdes avait la valeur la plus élevée pour le facteur SPF.

Dans le test antimicrobien que nous avons réalisé, l'extrait d'huile essentielle avait une très grande efficacité pour inhiber la croissance de trois souches de bactéries, dont Gram-positives et Gram-négatives (*staphylococcus aureus*, *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa*)

Mots clés : cymbopogon citratus, activité antioxydante, DPPH, capacité de réduction du fer

Abstract

In order to value the desert aromatic plants, we conducted this research, which aims to study the phytochemical and biological activity through an *in vitro* study of the aerial part of the lemongrass *Cymbopogon citratus* plant growing in the EL-oued Souf region

The chromatographic appearance of the crude methanol extract, which we obtained by high-performance liquid chromatography analysis, which allowed the separation of 51 compounds, is characterized by the presence of Naringin with concentration (25156.065 µg/g) followed by Vanillin with concentration (491.267 µg/g) and Gallic acid with concentration (310.268 µg/g).

Regarding the results of estimating the antioxidant activity of the various extracts that were isolated, flavonoids B extract (1-butanol fraction) had the best effect of inhibiting the root of DPPH* (43.42±0.910). As for fer-reducing power test (FRAP), flavonoids A extract (ethyl acetate fraction) showed the largest value for iron tri-reduction.

Moreover, in testing the effectiveness of the extracts in protecting against ultraviolet radiation, the flavonoids extract had the highest value for the SPF factor.

In an antimicrobial test that we conducted, the essential oil extract had a very high effectiveness in inhibiting the growth of three strains of bacteria, including Gram-positive and (*staphylococcus aureus*, *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) Gram-negative

Keywords: *Cymbopogon citratus*, antioxidant activity, DPPH, fer-reducing power

الملخص

قصد تثمين النباتات العطرية الصحراوية، أجرينا هذا البحث والذي يهدف إلى دراسة فيتوكيميائية وبيوكيميائية من خلال دراسة مخبرية (*in vitro*) للجزء الهوائي لنبات عشبة الليمون *Cymbopogon citratus* النامي في منطقة وادي سوف.

يتميز المظهر الكروماتوغرافي للمستخلص الميثانولي الخام باستعمال الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC والتي سمحت بفصل 51 مركب، بوجود النارينجين بتركيز (25156.065 ميكروغرام/غ) يليه الفانيلين بتركيز (491.267 ميكروغرام/غ) وحمض الغاليك بتركيز (310.268 ميكروغرام/غ).

فيما يخص نتائج تقدير النشاطية المضادة للأكسدة لمختلف المستخلصات التي تم عزلها كان لمستخلص الفلافونويدات ب أحسن تأثير تثبيطي لجذر* DPPH* (43.42±0.910) أما في اختبار القدرة الأرجاعية للحديد أظهر مستخلص الفلافونويدات أكبر قيمة لاختزال الحديد الثلاثي (0.380 ± 0,002 ملغ/مل).

وفي اختبار فعالية المستخلصات في الحماية من الأشعة فوق البنفسجية سجل مستخلص الفلافونويدات أعلى قيمة لعامل SPF.

وفي اختبار مضاد للميكروبات الذي أجريناه كان لمستخلص الزيوت الأساسية فعالية جد عالية في تثبيط نمو ثلاث سلالات لبكتيريا منها موجبة وسالبة الغرام (*staphylococcus aureus*, *E.coli*, *pseudomonas aeruginosa*).

الكلمات المفتاحية: عشبة الليمون *cymbopogon citratus*، النشاطية المضادة للأكسدة، DPPH، القدرة الأرجاعية للحديد.

Remerciements		
Dédicace		
Résumé		
Liste des tableaux		
Liste des figures		
Liste des abréviations		
Introduction		1
Partie Théorique		
Chapitre I: Etude botanique		
I.1	Histoire et origine	3
I.2	Botanique et culture.....	4
I.2.1	La famille Poaceae	4
I.2.2	Plantes voisines	4
I.2.2.1	Le genre <i>Cymbopogon</i>	4
I.2.2.2	Espes <i>Cymbopogon citratus</i>	4
I.3	Systématique.....	6
I.4	Citronnelle (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.)	7
I.4.1	Taxonomie, Origine, noms communs et vernaculaires	7
I.4.2	Description botanique.....	7
I.4.3	Classification.....	8
I.4.4	Huile essentielle de la <i>cymbopogon citratus</i>	8
I.4.4.1	Constituants volatils de la citronnelle.....	8
I.4.5	Aspects nutritionnels de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.....	10
I.4.5.1	Aspects ethno-pharmacologiques de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.....	10
I.5.	Utilisation de la citronnelle en médecine traditionnelle.....	13
I.6.	Constituants phénoliques de la citronnelle	16

TABLES DES MATIERES

I.7.	Usages médicinaux traditionnels de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf....	20
I.7.1	Sciences pharmaceutiques et phytochimie.....	20
I.8	Métabolites secondaires isolés du <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.	26
Partie Pratique		
Chapitre II: Matériels et Méthodes		
II.1	Matériels.....	36
II.1.1	Matériel végétal.....	36
II.1.2	Matériel microbien.....	37
II.1.3	Les milieux et les antibiotiques.....	38
II.2	Méthodes.....	39
II.2.1	Préparation d'extrait brut méthanolique.....	39
II.2.2	Extraction des flavonoïdes (fractions acétate d'éthyle et 1butanol).....	40
II.2.3	Extraction des tanins	42
II.2.4	Extraction des Huite	43
II.3	Evaluation de l'activité antioxydante	45
II.3.1	Test de réflexologie du fer FRAP.....	45
II.3.2	Test d'inhibition des radicaux libres DPPH.....	45
II.4	Analyse chromatographique d'extrait étudié par chromatographie liquide haute performance (HPLC).....	47
II.5.	Test pour les facteurs (SPF)	48
II.6	Activité anti-microbienne.....	50
IV.	Analyses statistiques.....	51
Chapitre III: Résultats et discussion.		
III.1.1	Capacités antioxydante d'extrait méthanoliques de <i>Cymbopogon citrates</i> ...	56
III.1.1.1	Test de DPPH	56
III.1.1.2	Test FRAP.....	57
III.1.2	Analyse chromatographique de l'extrait par (HPLC)	59
III.1.3	Le facteur (SPF).....	60

TABLES DES MATIERES

III.1.4	Activité antimicrobienne	62
	Référence	63
	Conclusion	

Tableau	Titre	Page
Tableau I.1	Des Classification botanique de la citronnelle	6
Tableau I.2	Les composants phénoliques de la citronnelle.....	16
Tableau I.3	Les composants phénoliques de la citronnelle	19
Tableau I.4	Métabolites secondaires isolés du <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.)	26
Tableau II.1	Souches cibles utilisées et leur origine	38
Tableau II.2	Fonction produit normalisée utilisée dans le calcul du SPF.....	47
Tableau II.3	Catégories de crèmes solaires en fonction de la valeur du SPF.....	48
Tableau III.1	Composés phénoliques détectés par HPLC dans l'extrait méthanolique de <i>Cymbopogon citratus</i>	60

Figure	Titre	Page
Figure I.1	Carte du Monde représentant la distribution du citronnier	03
Figure I.2	Illustration de Citronnelle: Aspect morphologique	05
Figure I.3	<i>Cymbopogon citratus</i> Aspects morphologique et botanique	05
Figure I.4	Structures d'abondants constituants volatils de la citronnelle	09
La figure I.5	Les avantages potentiels de la citronnelle pour la santé.	15
Figure I.6	Les structures des acides : acide chlorogenic (A), acide caffeic (B), acide p-coumaric (C), acide cinnamic (D), acide gallic (E), acide quinic (F), et acide protocatechuic (G).	18
Figure II.1	L'espèce végétale de <i>Cymbopogon citrates</i>	36
Figure II.2	Carte de l'Algérie représentant la Wilaya d'El-Oued et la commune de Taghzout	37
Figure II.3	Protocole d'extraction des extraits bruts.	39
Figure II.4	Protocole d'extraction des flavonoïdes	41
Figure II.5	Protocole d'extraction des tanins	42
Figure II.6	Protocole de préparation de l'extrait des huite	43
Figure II.7	(A) clivenger (original 2023), (b) clivenger schématisé	44
Figure II.8	Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH* entre l'espèce radicalaire DPPH* et un antioxydant (AH)	46
Figure II.9	High-performance liquid chromatography (HPLC).	49
Figure III.1	Valeurs d'IC50 inhibitrices pour 50 % du DPPH des extraits feuille de <i>Cymbopogon citratus</i> , acide	56

LISTE DES FIGURE

	Ascorbique. (T: tannin, Fa: flavonoïde phase d'acétate d'éthyle, Eb: extrait brut méthanol brute, FB: flavonoïde phase 1-butanol, HE: huiles essentielles)	
Figure III.2	L'absorbance optique du mélange réactionnel des extraits et de l'acide ascorbique pour le test FRAP (mg CAscor /g Ex)	57
Figure III.3	Profil chromatographique de l'extrait brut methanolique de <i>Cymbopogon citratus</i> .	56
Figure III.4	Courbe représentant les valeur de Flavonoïde A (FA) , Flavonoïde B (FB), Tanine(T), Extre brut (b)et Huiles essentielles (H) de <i>Cymbopogon citratus</i> .	61
Figure III.5	Résultats de l'inhibition de la croissance bactérienne en présence d'extrait d'huile essentielle de <i>Cymbopogon citratus</i> .	62

LISTE DES ABRÉVIATIONS

A

Abc : Absorbance du control.

Abe : Absorbance de l'echantillon.

AAs : Acide ascorpic.

D

DPPH : 2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl.

E

Eb : Extrait brut.

F

FA: flavonoïde A.

FB: flavonoïde B.

H

HPLC : Chromatographie liquide à haute performance.

HE : huiles essentielles.

I

IC₅₀ : Concentration inhibitrice.

L

LDL : low-density lipoprotein

P

PEB : Poids de l'Extrait Brut (g).

PMV : Poids de Matière Végétale (g).

Q

Qu : Quercitine.

S

SPF : Facteur de protection solaire.

T

TSH : thyroid stimulating hormon

T4: Thyroxine

T3: Triiodothyronine

T : Tannins.

Tris : Trishydroxyméthylaminométhane.

U

UV : Ultra-violet.

Introduction

Introduction

les médicaments à base de plantes sont toujours utilisés par de nombreuses populations pour des soins sanitaires, le pouvoir thérapeutique des plantes était connu de façon empirique (Koffi *et al*, 2009).

L'Algérie, pays connu par ces ressources naturelles, dispose d'une flore singulièrement riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% endémique et appartenant à plusieurs familles botaniques (Gaussen, 1982). Néanmoins, il faut noter que, d'une part, le nombre d'espèces végétales diminue et que d'autre part, le savoir des médecines traditionnelles tend lui aussi à disparaître progressivement. Il en résulte une urgence à connaître et protéger ces espèces et les savoirs qui leur sont associés. La recherche de molécules bioactives d'origine naturelle constitue d'ailleurs un des axes prioritaires de l'industrie pharmaceutique algérienne mais également des médecins et des chimistes cherchent à mieux connaître le patrimoine des espèces spontanées utilisées en médecine traditionnelle(Gaussen, 1982)..

La flore algérienne, avec ses différentes espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, reste très peu explorée tant sur le plan phytochimique que sur le plan pharmacologique (Banahmed, (2009). L'abondance en principes actifs confère à la plante des propriétés pharmacologiques remarquables, ce qui pourrait justifier ses multiples indications thérapeutiques et pour lesquelles elle est utilisée en tradithérapie .En effet, les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses recherches. (Konkonet *al*.(2006).

D'autre part, Les antioxydants jouent un rôle important dans la prévention des maladies, et parce que certains antioxydants synthétiques ont montré un risque potentiel pour la santé, notamment un effet cancérigène possible il y'a lieu de trouver de nouvelles sources d'antioxydants peu dangereuses et peu coûteuses naturelles pour les utiliser dans les aliments et les préparations pharmaceutiques et remplacer ainsi les antioxydants synthétiques. (Safer et Al-Nughamish, 1999)

Donc notre travail s'inscrit dans une perspective de valorisation et de développement de la recherche sur les plantes médicinales parmi elle *Cymbopogon citratus*, elle est connus pour leurs nombreux usages en médecine traditionnelle dans le monde .

Alors l'objectif de notre travail est d'établir une recherche phytochimique et biochimique et évalue l'activité antioxydant de la plante *Cymbopogon citratus*.

Pour la réalisation de cette étude, nous allons la partager en deux parties essentielles :

-La première partie est consacrée à l'étude bibliographique comporte recherche sur la description de la plante étudiée. Les métabolites secondaires et les stress oxydative .

-La deuxième partie est expérimentale, subdivisée en deux chapitres l'un Présente les matériels et méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail et l'autre consacré à la présentation et la discussion des résultats obtenus .

Première partie

synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur la plante étudiée

Cymbopogon Citratus

I.1 Histoire et origine:

C'est en 1820 que la distillation commerciale des huiles essentielles dérivées de l'espèce *Cymbopogon* a commencé pour les besoins du marché mondial. Cette plante est cultivée pour son huile, qui sert de parfum. Dans le contexte de l'assaisonnement et des remèdes, comme le décrit Iserin (2001).

La citronnelle est une grande herbe aromatique des régions tropicales et subtropicales, connue pour pousser largement dans toute l'Asie du Sud-Est, ainsi que dans diverses régions tropicales d'Afrique, d'Amérique du Sud, d'Amérique centrale et de Madagascar. Elle est cultivée dans les États indiens du Tamil Nadu, du Karnataka, des Ghâts occidentaux (Maharashtra, Kerala), ainsi que dans les contreforts de l'Arunachal Pradesh et du Sikkim (voir figure I. 1). Les parfums et les huiles produits dans la région asiatique ont été apportés en Europe au XVIIe siècle par des navigateurs anglais, français et hollandais, comme l'indiquent Teuscher et *al.* (2005) est enregistrée comme.

L'origine du citronnier en Inde remonte à plus d'un siècle, et le pays l'utilise actuellement de manière intensive. Une herbe haute et résistante, connue sous le nom de citronnelle, génère de nombreux fascicules à partir d'une seule couronne de racines, comme l'ont constaté Haque et *al.* En (2018).



Figure I.1: Carte du Monde représentant la distribution du citronnier.

I.2 Botanique et culture

I.2.1 La famille Poaceae :

la famille des Poaceae, qui compte environ 660 genres et près de 9000 espèces Taliaferro *et al* (2004) Cette famille fait partie d'ordre des Poales, division Tracheophyta, classe des Magnoliopsida, Karunamoorthi *et al.*, (2010) . Guala, (2019).

I.2.2 Plantes voisines:

I.2.2.1 Le genre *Cymbopogon*:

Environ 180 espèces, sous-espèces, variations et sous-variétés du genre *Cymbopogon*, qui est largement répandu dans les régions tempérées et tropicales du monde, appartiennent à l'une des plus importantes graminées monocotylédones productrices d'huiles essentielles de la famille des Poaceae (Gramineae) Akhila, (2009). Certaines espèces du genre auraient été employées en médecine traditionnelle, tandis que d'autres, connues pour leur abondance en huiles volatiles, ont un potentiel dans les industries cosmétique, pharmaceutique et de la parfumerie. Cependant, de nombreuses espèces sont mal comprises et étudiées Jeong *et al* (2009). Avoseh *et al* (2015).

Plus de 50 espèces d'herbes indigènes de l'Asie tropicale et du sud de l'Inde composent le genre *Cymbopogon*, largement connu sous le nom de citronnelle.

Dans les cuisines cambodgienne, vietnamienne et thaïlandaise, la citronnelle ornementale (*Cymbopogon citratus*), qui est le cultivar le plus populaire, est fréquemment utilisée. Cet arbuste au parfum de citron rehausse la saveur des currys, des soupes, des thés et d'autres boissons Majewska *et al* (2019).

I.2.2.2 Espes *Cymbopogon citratus* :

Cymbopogon citratus (*C. citratus* est une plante aromatique vivace non ramifiée, au parfum de citron, qui pousse en touffes serrées et est indigène du sud de l'Inde et du Sri Lanka (Karunamoorthi, K., & Ilango, K. (2010). Ses feuilles peuvent atteindre 90 cm de longueur et 1,25 cm de largeur. Elles ont un aspect isolé, sont vert clair, ont un arôme puissant, sont longues, effilées et sont engainées, une partie de leurs longueurs étant engainées ensemble.), (Sofaer *et al* (2019). (BENNECIF LAMIA, O. Z. (2019).

De plus, le bord des feuilles est hyalin et produit par d'innombrables petites poils qui pointent vers le haut de la plante. Un bulbe en rhizome constitue la partie souterraine de *C. citratus*. Même si cette plante ne fleurit pas souvent. Sa tige florale, qui peut atteindre 60 cm de long et

possède de multiples branches qui se terminent en épisagglomérats verdâtre (montre dans **la figure I.1**), est originaire du sud de l'Inde. *C. citratus* se reproduit par rhizomes (Iwu, M. M. (2014) et prospère dans des environnements tropicaux et subtropicaux (Karunamoorthi, K., et *al* (2010).au Sri Lanka



Figure I.2 : Illustration de Citronnelle: Aspect morphologique

1. Point de sortie des fleurs; 2. Base de la plante; 3. Deux feuilles; 4. Partie de l'inflorescence

Elle ne fleurit qu'exceptionnellement pour donner naissance à une inflorescence terminale (Figure I.2), d'une trentaine de cm de long, formée d'épis de 6 mm de long Kouame *et al* (2016).



b) Tiges et feuilles



c) Partie aérienne de la plante

Figure I.3 : *Cymbopogon citratus* Aspects morphologique et botanique (Nambiar *et al* (2012)

I.3 Systématique:

Plusieurs noms communs sont attribués *Cymbopogon citratus*. Nous citerons : citronnelle, herbe citron, verveine des Indes, jonc odorant, lemongrass Kouame *et al* (2016).

La classification botanique de la plante est la suivante :

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Sous-tribu	Andropogoninae
Genre	<i>Cymbopogon</i>
Espèce:	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf

Tableau I.1 : Classification botanique de la citronnelle Nambiar *et al* (2012).

La citronnelle de l'Inde ne doit pas non plus être confondue avec d'autres « citronnelles » :

- Le thym citron, appelé aussi citronnelle ;
- La verveine citronnelle, plante aromatique de la famille des *Verbenaceae*
- La mélisse citronnelle, plante médicinale et aromatique de la famille des *Lamiaceae* ;
- L'aurone citronnelle, plante aromatique de la famille des *Asteraceae* Akhila (2010).

I.4 Citronnelle (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.) :

C'est une plante vivace en rhizomes avec de vastes touffes et plusieurs talles raides. Son pays éponyme est les Etats-Unis, et les Antilles. Elle est également verte et sans tige. Elle fleurit rarement, possède un limbe étroit, linéaire, glouton et retombant à un bord impair tout en ayant des ligules tronquées, et une inflorescence atypique pour l'espèce. Cette huile essentielle a une faible solubilité dans l'alcool et est composée à 74-76% d'agrumes. L'utilisation de la citronnelle dans les cosmétiques, la conservation des aliments et l'agriculture est très courante en raison de ses excellentes qualités d'adsorption d'une substance cellulosique et de ses bonnes propriétés organiques telles que les antimicrobiens, les antioxydants, etc. Environ 40% de cellulose et 23% d'hémicellulose composent la biomasse de *C. citratus* (*lemongrass*).

En ayant des activités antifongiques et antibactériennes efficaces, *C. citratus* peut stimuler davantage son application dans l'adsorption des colorants (Fokom et al (2019).

I.4.1 Taxonomie, Origine, noms communs et vernaculaires :

Citratus spp (DC.) *Andropogon citratus* (DC.) ex Nees est un autre nom pour Stapf. C'est un membre de la famille des Poaceae Les noms communs de *C. citratus* incluent citronnelle ou herbe à citron (français), lemon grass ou West Indian lemongrass (anglais), Pasto limón (espagnol), Erva-cidreira (portugais), Westindisches zitrongras (allemand). Magnérin ou Amagnerin (Côte d'Ivoire), Ce kala (Mali), et nche awuta ou ahilia tii (Nigeria). Kouame et al (2016).

I.4.2 Description botanique :

Cymbopogon citratus (*C. citratus*), (Guala, G. (2019)). une plante aromatique vivace non ramifiée, au parfum de citron, qui pousse en touffes serrées et est indigène du sud de l'Inde et du Sri Lanka Karunamoorthi, K., et al (2010). Ces feuilles peuvent atteindre 90 cm de longueur et 1,25 cm de largeur. Elles ont un aspect isolé, sont vert clair, ont un arôme puissant, sont longues, effilées et sont engainées, une partie de leurs longueurs étant engainées ensemble. De plus, le bord des feuilles est hyalin et produit par d'innombrables petites poils qui pointent vers le haut de la plante. Un bulbe en rhizome constitue l'artie souterraine de *C.citratus*. Même si cette plante ne fleurit pas souvent, Sa tige florale, qui peut atteindre 60 cm de long et possède de multiples branches qui se terminent en épis agglomérats verdâtres, est originaire du sud de l'Inde. *C.citratus* se reproduit par rhizomes Iwu, M. M. (2014) et

prospère dans des environnements tropicaux et subtropicaux au Sri Lanka. Karunamoorthi, K., et al (2010).

I.4.3 Classification :

La citronnelle est classée botaniquement dans les catégories suivantes: *Cymbopogon bombycinus*, *Cymbopogon ambiguus*, *Cymbopogon obtectus*, *Cymbopogon refractus*, *Cymbopogon citrate*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon schoenanthus*, etc. sont quelques espèces de citronnelle.

I.4.4 Huile essentielle de la *cymbopogon citratus* :

I4.4.1 Constituants volatils de la citronnelle:

La citronnelle est fréquemment utilisée dans la technologie alimentaire, les produits pharmaceutiques et les traitements conventionnels en raison de ses huiles essentielles très appréciées. La composition chimique de la citronnelle est influencée par son origine topographique et varie en fonction des terpènes, des alcools, des cétones et des esters présents. Les feuilles de la plante, qui en sont également une source importante, contiennent la majorité de l'huile essentielle produite à partir de la citronnelle Shah, G. et al (2011).

Les feuilles contiennent jusqu'à 5 % d'huiles essentielles en poids sec, principalement du citral au parfum unique de limonade Tovar, L. P., et al (2011). Le mot "lemon" dans son nom est lié à son odeur caractéristique de citron, car elle contient du citral, un monoterpène cyclique

(Barbosa, L. C. A. et al (2008) Le linalol (1,3 %), le géraniol (39,0 %), le néral (29,4 %), le géraniol (1,7 %) et le myrcène (18,0 %) ne sont que quelques-unes des odeurs que l'on retrouve dans de nombreux biens de consommation créés avec de l'huile de citronnelle Godwin, A., et al (2014). Le citronellal, le citronellol et le géraniol sont les composants du myrcène, une substance chimique antibactérienne et analgésique présente dans la citronnelle. L'huile essentielle contient du citral, une huile volatile au puissant parfum de citron. Le citral, composé de deux aldéhydes et d'un monoterpène stéréoisomère, entre dans la composition de la vitamine A et est utilisé pour la fabrication de savons colorés et de parfums. Dans le citral, le géraniol de nature isomère trans (40-62%) surpasse le néral de nature isomère cis (25-38)

La citronnelle est utilisée depuis longtemps dans les cosmétiques, la médecine populaire et les recettes d'aliments et de boissons. La citronnelle est utilisée comme ingrédient aromatique

dans de nombreux produits non alimentaires, notamment les savons, les parfums, les bougies et les insectifuges, en raison de son arôme séduisant.

L'huile essentielle de cette plante est considérée comme l'une des principales huiles volatiles. Les industries de la parfumerie et de la médecine populaire tirent un grand profit de l'utilisation des huiles essentielles, des parfums et des sous-produits végétaux volatils. De nombreux composants des huiles essentielles, ainsi que les huiles essentielles elles-mêmes, ont des propriétés pharmacologiques qui fonctionnent comme des agents antioxydants, anti-inflammatoires et anticancéreux Ito, N., Nagai, et *al* (2011)

Le citral est le principal composant de l'huile essentielle de citronnelle, dont l'importance est considérable. La concentration en citral de l'huile essentielle varie entre 44,3 et 91,4 % et 79 et 91,5 % . Le myrcène (11 %) et le géraniol (1,9 %) sont deux autres composants volatils importants Bassolé, I. H. N. et *al* (2011). Les structures des principaux composants volatils sont présentées dans la figure I.3

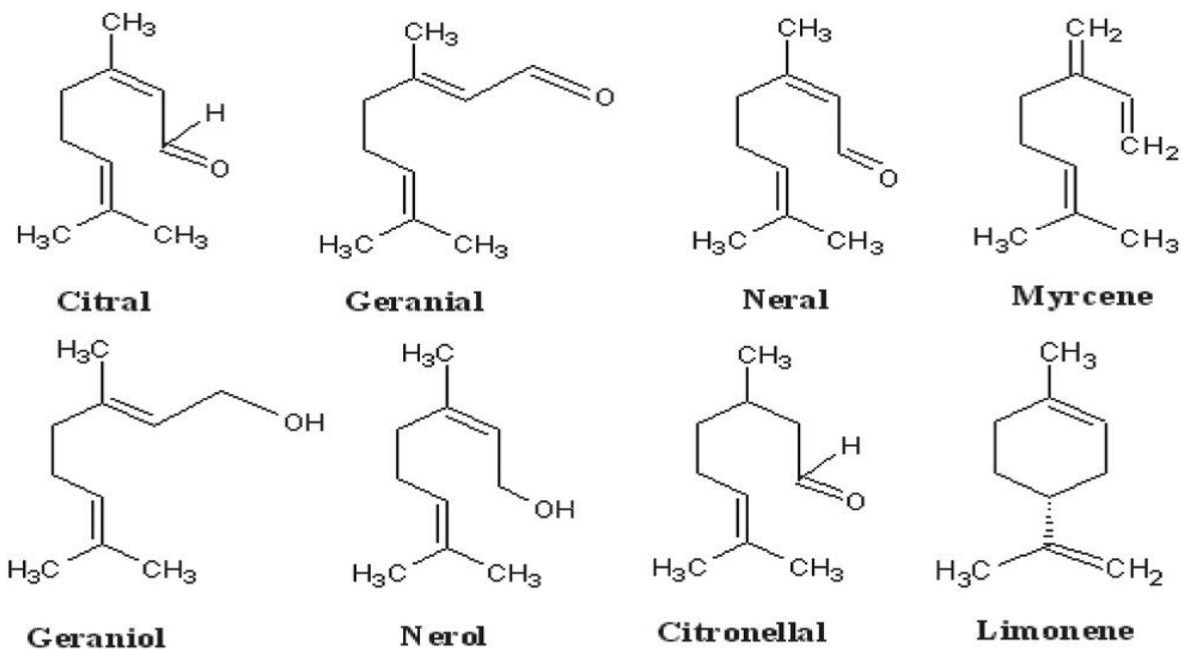


Figure I.4: Structures d'abondants constituants volatils de la citronnelle.

I.4.5 Aspects nutritionnels de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf:

La citronnelle est une boisson courante sous les tropiques dont l'ingrédient principal est la citronnelle. Elle est appelée "Takrai" en Thaïlande et constitue un élément de base de nombreux plats thaïlandais. Elle est fréquemment utilisée dans les currys, les marinades et les soupes de fruits de mer, ajoutée aux salades au Vietnam et en Occident. Elle est utilisée dans toute son aire de distribution au Pérou pour la création de boissons rafraîchissantes et comme tisane aromatique et savoureuse. Il est utilisé pour faire des "sorbets" très aromatiques à Java Burkill (1935).

Plusieurs boissons ont historiquement été préparées à base de citronnelle. En particulier, en Thaïlande, au Vietnam et au Pérou, il est utilisé dans la préparation d'aliments, de salades et de marinades Nambiar & Matela (2012).

I.4.5.1 Aspects ethno-pharmacologiques de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf :

Dans le jardin, la citronnelle est tout aussi utile. Ethnopharmacologie du *Cymbopogon citratus*

In Argantina:

Pour les maux de gorge, l'empacho et l'émétique, la décoction de feuilles est consommée par voie orale avec du thé "maté" Filipov, A. (1994).

Brésil:

Le thé fait à partir de ses feuilles est sédatif, analgésique, anti-inflammatoire, antipyrétique, et analgésique Leite, J.,et al (1986)

Cuba:

L'extrait d'eau chaude des feuilles séchées est administré par voie orale comme hypotenseur pour les catarrhes et les rhumatismes Carbajal, D., et al (1989)

Egypte :

L'extrait d'eau chaude des feuilles et de la tige séchées, administré par voie orale, agit comme diurétique et antispasmodique rénal Locksley, H. *et al* (1982).

Inde:

Les parties fraîches de la plante sont censées dissuader les serpents. Pour les problèmes d'estomac, deux à trois gouttes d'huile essentielle sont dissoutes dans de l'eau chaude et administrées par voie orale. L'administration orale de quelques gouttes d'huile et de jus de citron traite le choléra. En cas de maux de tête sévères et de fièvre, un extrait d'eau chaude des feuilles séchées est utilisé pour le bain. Le système nerveux central est sédaté à l'aide d'un thé à base de citronnelle. Nair(1977) .Rao & Jamir (1982).

Indonésie :

En tant qu'emménagogue, la plante entière est administrée par voie orale dans un extrait d'eau chaude. Quisumbing, E. (1951).

Malaisia :

En tant qu'emménagogue, la plante entière est extraite dans de l'eau chaude et consommée par voie orale Burkhil, I. H. (1966).

Thaïlande:

La plante entière fraîche est consommée comme condiment et inhalée comme parfum. Un stomachique est administré par voie orale en utilisant un extrait d'eau chaude de la plante entière séchée. Le traitement du diabète passe par la consommation d'un extrait d'eau chaude de la racine séchée. Praditvarn, L., *et al* (1971).

USA :

La plante entière et fraîche est consommée comme garniture et inhalée comme parfum. En utilisant un extrait aqueux chauffé de la plante entière séchée, un stomachique est administré par voie orale. Un extrait de racine séchée chauffée est utilisé dans le cadre du traitement du diabète Spring, M. A. (1989).

En raison de la valeur commerciale élevée de ses huiles essentielles et de l'utilisation répandue de ses usages médicinaux traditionnels et de la technologie alimentaire, *Cymbopogon citratus* est une plante très intéressante. L'apparition de nouvelles maladies a accru la sensibilisation des gens aux questions de santé.

En raison des effets négatifs liés à l'utilisation de médicaments synthétiques, la médecine semble être une stratégie de substitution Mirghani, M. E. S., et al (2012).

La toux, la grippe, la gingivite, les maux de tête, la lèpre, la malaria, l'ophtalmologie, la pneumonie et les problèmes vasculaires peuvent tous être traités par la citronnelle, selon la médecine traditionnelle. Selon des études, la citronnelle possède des effets antibactériens et antifongiques. C'est un remède maison contre les nausées et les problèmes de menstruation lorsqu'elle est utilisée avec du poivre. Le foie, le pancréas, les reins, la vessie et le tube digestif sont tous aidés à se détoxifier par la citronnelle, qui agit également comme un bon nettoyant. Elle réduit l'acide urique, le cholestérol, l'excès de lipides et d'autres toxines dans l'organisme tout en favorisant la lactation, la digestion et la circulation sanguine. Il soulage également les indigestions et les gastro-entérites. En plus d'agir comme un tonifiant des muscles et des tissus, la citronnelle est censée aider la peau en réduisant l'acné et les boutons. Elle peut également abaisser la pression sanguine. Une étude récente de l'Institut de recherche sur l'alimentation et la nutrition du ministère des Sciences et de la Technologie (DOES) a montré que la citronnelle aide à prévenir le cancer .Ojo, O. O. et al (2006). Manvitha, K., & Bidya, B. (2014).

I.5. Utilisation de la citronnelle en médecine traditionnelle:

En médecine traditionnelle, la citronnelle est utilisée pour traiter plusieurs maladies. Selon (Nambiar, V. S., & Matela, H. (2012)). la citronnelle est utilisée dans le monde entier pour traiter les problèmes gastro-intestinaux, les fièvres, les irrégularités menstruelles, la pneumonie et la malaria. La médecine traditionnelle utilise fréquemment des infusions ou des ragoûts faits à partir des parties aériennes de la citronnelle. Selon les recherches scientifiques, cette plante pourrait être utilisée pour soigner la fièvre, les maladies mentales, les inflammations, les maladies digestives et d'autres problèmes de santé humaine (Nambiar, V. S., & Matela, H. (2012)).

L'Encyclopédie de la guérison de Heinerman indique que la consommation d'une tasse de thé à la citronnelle toutes les quatre heures, associée à d'autres herbes et épices, peut contribuer à faire baisser la fièvre. De même, Puatanachokchai *et al.*(2002) ont découvert que la citronnelle contient plusieurs ingrédients susceptibles d'être chimio-protecteurs pour les tumeurs.

Récemment, les huiles essentielles des feuilles, qui comprennent les substances phytochimiques terpinolène, acétate de géranyle, myrcène et terpinol méthylhistamine, ont été étudiées Asaolu, M. F., Oyeyemi, O. A., & Olanlokun, J. O. (2009). La recherche a prouvé que la citronnelle contient des substances phytochimiques, notamment des flavonoïdes et des phénols. Chacun de ces composés phytochimiques est bien connu pour ses diverses qualités bénéfiques et protectrices. En outre, une quantité suffisante d'huile et des allocations toniques congestionnées ont permis de prévenir les crises coliques induites par le pentylène-tétrazol et provoquées par un électrochoc maximal. Dans ces cas, la propagation des crises a été évitée ou encouragée.

Une huile essentielle qui sert de co-ingrédient dans les parfums et les cosmétiques est l'un des composants clés des extraits de citronnelle. Elle est essentielle pour de nombreuses synthèses chimiques en raison de sa forte concentration en citral Negrelle, R. R. B., & Gomes, E. C. (2007).

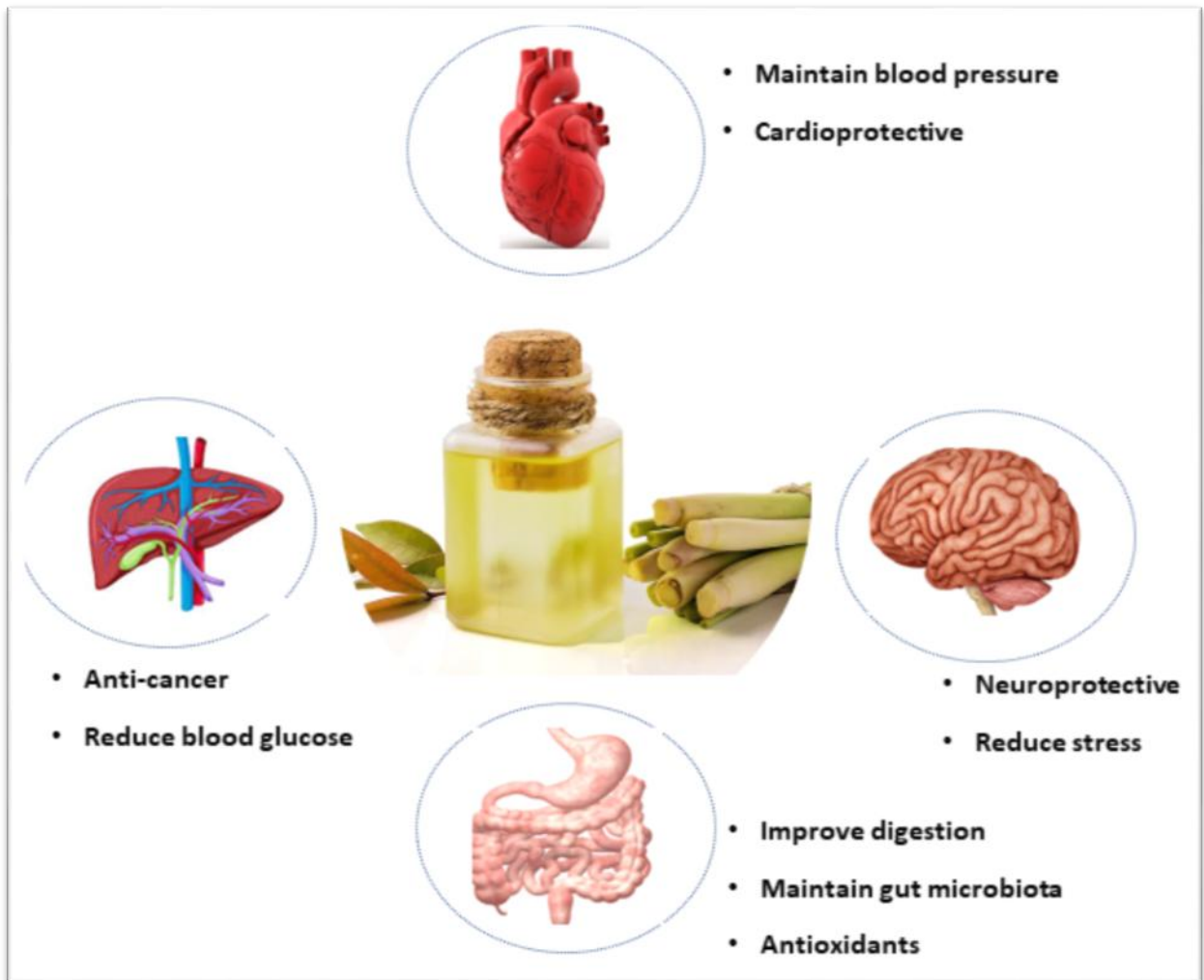
Par conséquent, des recherches antérieures sur divers extraits de citronnelle ont révélé d'autres potentiels médicaux importants, tels que des caractéristiques anticancéreuses et antimutagènes. Parmi les autres avantages, citons les propriétés anxiolytiques, antidiabétiques, antioxydantes, non toxiques et antifongiques Shah, G, et *al.* (2011) Dans le monde entier, des remèdes traditionnels ont été infusés avec les composants aériens de la

citronnelle. De même, la citronnelle est préconisée dans de nombreuses régions de l'Inde pour traiter la fièvre, les maladies neurologiques, les inflammations et d'autres problèmes de santé. Les feuilles de citronnelle ont des activités anti-hypolipidémiques, anti-athérosclérotiques, antioxydantes, immunostimulantes, anti-hypertensives et anti-tumorales parmi leurs attributs biologiques.

En outre, la citronnelle a été utilisée pour traiter un large éventail de maladies et de problèmes, notamment les rhumatismes, les irrégularités menstruelles, les infections et d'autres problèmes à multiples facettes. Selon Nambiar et Matela (Nambiar, V. S., & Matela, H. (2012). l'extraction de la citronnelle avec de l'alcool à une concentration de 60 g/mL a des effets notables sur la capacité de recherche de DPPH (85 %), le superoxyde (76 %), l'hydroxyle (70 %), l'oxyde nitrique (78 %) et le dosage ABTS (77 %) des radicaux libres, ainsi qu'un effet anti-lipidique peroxydant respectable (57 %).

L'utilisation des parties thérapeutiques des plantes est courante dans un secteur très concurrentiel. Elles sont utilisées dans les industries alimentaires, cosmétique, pharmaceutique et des parfums. En raison de leur utilisation à la fois comme sources de matières premières et comme ingrédients actifs dans la production de médicaments (observe la figure I.4), les extraits de plantes sont particulièrement précieux pour l'industrie pharmaceutique Rao, M. L., & Savithramma, N. (2011) Ils sont utilisés comme matière première pour la production de vitamine A dans les herbes aromatiques et les parfums, et ils ont des effets précieux lorsqu'ils sont utilisés comme thé thérapeutique. Dans diverses parties du monde, les feuilles sont utilisées dans la cuisine et les boissons. La cuisine et les remèdes contre la toux. Bien que les tiges soient coriaces et difficiles à manger, elles peuvent être écrasées ou hachées et ajoutées aux plats de poisson ou de volaille pour leur donner de la saveur. Utilisée à des fins médicinales, la citronnelle réduit le taux de cholestérol, ce qui la rend utile pour adoucir l'estomac. Une à quatre tasses de thé ou de poudre de citronnelle peut être prise quotidiennement pour traiter les nausées, les vomissements, les problèmes de vessie, la congestion, les maux de tête, la toux, la fièvre, les maux d'estomac, les problèmes digestifs et la diarrhée. La citronnelle favorise également la respiration et peut avoir des effets hypocholestérolémiants. Auparavant, Lonkar, (P. B. et al (2013). Étudié la poudre transformée de citronnelle, également connue sous le nom de poudre de sereh et disponible dans les magasins. Il existe de nombreuses recettes d'aliments à base de citronnelle, telles que le riz citronné, le porc citronné et le mélange sucré citronné. J'ai fait des recherches sur la poudre de Sereh également connue sous le nom de poudre de citronnelle, qui est vendue dans les

supermarchés. Il existe de nombreuses recettes d'aliments à base de citronnelle, telles que le riz citronné, le porc citronné et le mélange sucré citronné. La citronnelle est également largement utilisée dans les domaines culinaire, pharmaceutique et aromatique. La citronnelle ne doit pas être conservée à l'état frais dans un environnement ambiant pendant une période prolongée car cela entraînerait une baisse de sa qualité et par conséquent, de sa saveur. Elle ne peut donc être conservée que sous forme de poudre (P. B. et al (2013))



La figure I.5 : Utilisation de huile essentielle de la citronnelle

I.6. Constituants phénoliques de la citronnelle:

Parmi les nombreuses classes de métabolites secondaires que l'on trouve dans les plantes, on trouve les composés phénoliques, qui comprennent également les acides phénoliques, les flavonoïdes, les stilbènes, les lignanes, les coumarines, les curcuminoïdes et d'autres polyphénols.

Les flavonoïdes, les composants phénoliques les plus répandus, contiennent plus de dix mille substances chimiques différentes Ali, A., et *al.* (2022) Ali, A., Cottrell, J. J., et *al.* (2022). l'acide quinique (161,52 17,62 g/g), l'acide p-coumarique (393,32 39,56 g/g), l'acide chlorogénique (377,65 4,26 g/g) et le quercétine-3-glucoside (151,35 11,34 g/g) présentent les concentrations les plus élevées. (Montre dans le **tableau I.2**). Ces données. En outre, on a découvert que la citronnelle australienne contient de l'acide p-hydroxybenzoïque, de l'acide férulique, de la tricine, du pyrogallol, de la diosmine, de la procyanidine B2, de l'acide férulique et de la catéchine (tableau I.2). Shah et *al* (2011) ont également signalé la présence de lutéine, d'apigénine et de leurs 6,8-glucosides.

Nom du composé	Formul	Concentration	Références
Citral	C ₁₀ H ₁₆ O	40.8%	Shah et al (2011)
Geraniol	C ₁₀ H ₁₈ O	1.9–3.04%	Shah et al (2011)
Citral _	C ₁₀ H ₁₆ O	32%	(Bassolé, I. H et all (2011).
Geranyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.83%	Shah et al (2011)
Terpinol	C ₁₀ H ₁₈ O	0.45%	Shah et al (2011)
Nerol]	C ₁₀ H ₁₈ O	4.18%	Shah et al (2011)
_-Pinene	_C ₁₀ H ₁₆	0.4%	Shah et al (2011)
Citronellal	C ₁₀ H ₁₈ O	2.10%	Shah et al (2011)
_-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆ O	11%	Shah et al (2011)
Methylheptenone	C ₁₀ H ₁₆ O	0.2%	Shah et al (2011)
			(Bassolé, I.et all

PARTIE TEORIQUE

-Pinene	C10H16	0.7%	(2011).
Limonene	C10H16	NR	Shah et al (2011)
Linalool	C10H18O	NR	Shah et al (2011)
-caryophyllene]	C15H24	NR	Shah et al (2011)
-Bisabolol]	C15H26O	NR	Shah et al (2011)
Eugenol]	C10H12O2	NR	Shah et al (2011)
Citronellol]	C10H20O	NR	Karami, S., et all (2021).
Elemicin	C12H16O3[NR	Karami, S., et all (2021).
-Thujene]	C10H16	NR	Karami, S., et all (2021).
Neral	C10H16O	NR	Karami, S., et all (2021).
Camphene	C10H16	NR	Karami, S., et all (2021).
-Selinene	C15H24	NR	Karami, S., et all (2021).
Diosmin	C28H32O15	19.32 _ 5.47 _g/g	Karami, S., et all (2021).
Catechin	C15H14O6	19.23 _ 2.37 _g/g	Karami, S., et all (2021).
Procyanidin B2	C30H26O12	46.75 _ 6.56 _g/g	Karami, S., et all (2021).
Quercetin-3-glucoside	C21H20O12	151.35 _ 11.34 g/g	Karami, S., et all (2021).
Tricin	C17H14O7	12.34 _ 2.31 _g/g	Karami, S., et all (2021).
Kaempferol-3-glucoside	C21H20O11	21.45 _ 4.12 _g/g	Karami, S., et all (2021).
Caffeic acid	C9H8O4	445.21 _ 32.77 g/g	Karami, S., et all (2021).
Chlorogenic acid	C16H18O9	377.65 _ 4.26 _g/g	Ali, A.,(2022)
Cinnamic acid	C9H8O2	61.30 _ 17.31 _g/g	Ali, A.,(2022)
Quinic acid	C7H12O6	161.52 _ 17.62 g/g	Ali, A.,(2022)
Ferulic acid	C10H10O4	12.17 _ 3.11 _g/g	Ali, A.,(2022)
p-Coumaric acid	C9H8O3	393.32 _39.56 g/g [Ali, A.,(2022)

p-Hydroxybenzoic acid	C7H6O3	94.01 _ 2.24 _g/g	Ali, A.,(2022)
Protocatechuic acid	C7H6O4	54.16 _ 3.65 _g/g	Ali, A.,(2022)
Pyrogallol	C6H6O3	27.54 _ 5.76 _g/g	Ali, A.,(2022)

Tableau I.2 : les composants phénoliques de la citronnelle

Les principaux composants phénoliques de la citronnelle sont répertoriés dans le tableau I.2, tandis que les structures des principaux composants phénoliques sont présentées dans la figure (I.5.)

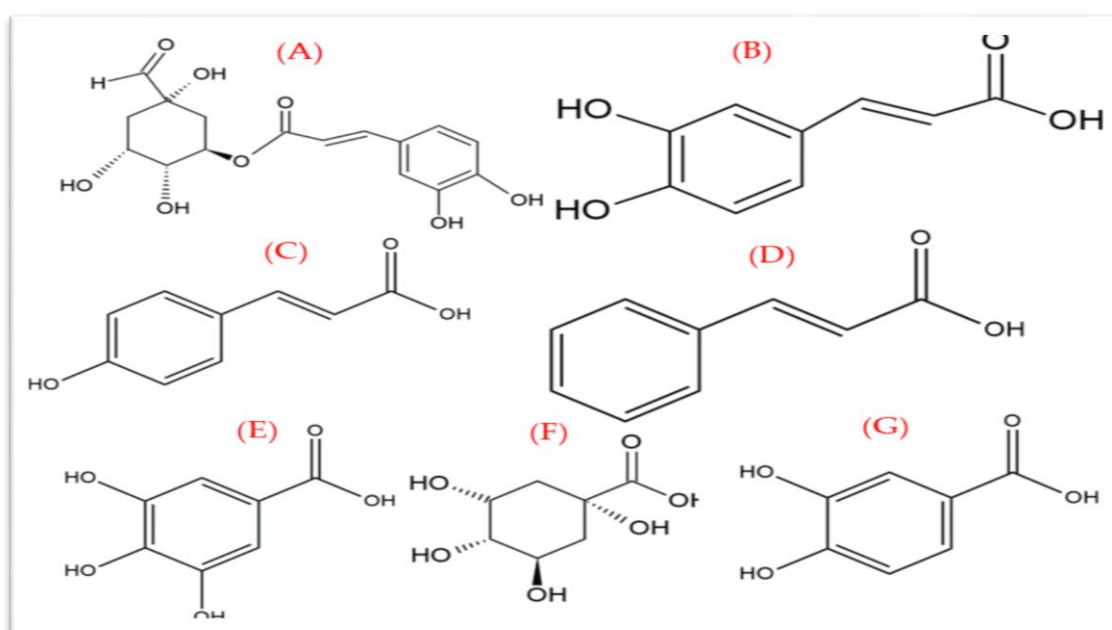


Figure I.6: les structures des acides : acide chlorogénic (A), acide caffeic (B), acide *p*-coumaric (C), acide cinnamic (D), acide gallic (E), acide quinic (F), et acide protocatechuic (G).

I.7. Usages médicaux traditionnels de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.

I.7.1 Sciences pharmaceutiques et phytochimie:

Nom	Utilisation thérapeutique de la citronnelle	Partie de la plante utilisée	Références
1	Fièvre, maux de tête, maladie du foie	Feuilles	(Lemos, I. C. S. et al (2016).
2	Stress, fièvre, inflammation	Feuilles	(Iyamah, P.C., & Idu, M.(2015).
3	Hypertension	Plante entière	(Das, M. K., & Ansari, M. A. (2003).
4	VIH/SIDA	Feuilles	(Bieski, I. G. C., et al (2015).
5	Problèmes rénaux	Parties aériennes	(Mahomoodally, M. F. (2014)
6	Cancer	Feuilles	(Chotchoungchatchai, S., et al (2012).
7	Diabète	Plante entière	Neamsuvan, O. et al (2018).
8	Douleurs musculaires, écoulement nasal et asthme, gonflement des articulations	Parties aériennes	Nagata, J. M., et al (2011).
9	Perte de cheveux	Huile essentielle	Nyamukuru, A., et al (2017).
10	Paludisme	Huile essentielle	(Andrade, E. et al (2009).
11	Insecticide	Huile essentielle	Mahomoodally, M. F. (2014).

Tableau I.3 : Utilisation thérapeutique de la citronnelle

Un marché compétitif, y compris ceux des produits pharmaceutiques, alimentaires, cosmétiques et des parfums, intègre l'utilisation de plantes médicinales .Rocha, R. et *al* (2011). Selon son origine géographique, l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* a une composition chimique différente. Des aldéhydes, des alcools, des cétones, des esters et des terpènes hydrocarbonés ont été systématiquement identifiés comme les principaux constituants. Le myrcène, un antibiotique et un analgésique, ainsi que le citronellal, le citronellol et le géraniol sont des composants actifs de la citronnelle. Une huile volatile à forte odeur de citron, appelée *citral*, constitue l'huile essentielle. Le citral est un composé constitué de deux aldéhydes monoterpéniques stéréoisomères; il est utilisé pour la fabrication de parfums, de savons colorés et pour la synthèse de la vitamine A Shah, G., et *al.* (2011), Manvitha, K., & Bidya, B. (2014).. L'isomère Trans geranial (40-62%) domine l'isomère cis neral (25-38%) dans la production du citral.

Dans la médecine traditionnelle, *Cymbopogon citratus* a été utilisé pour traiter une variété de conditions, y compris les rhumatismes, les problèmes gastro-intestinaux, les fièvres, les problèmes menstruels et les douleurs articulaires. *C. citratus* est utilisé dans le monde entier pour traiter ces affections ainsi que d'autres conditions comme la fièvre et les problèmes menstruels. Les pratiques populaires de médecine traditionnelle comprennent l'infusion ou la décoction des composants aériens de la citronnelle. En plus d'autres problèmes de santé, cette plante est conseillée pour le traitement de la fièvre, des troubles mentaux, des inflammations et des troubles gastro-intestinaux. REZZAG, S., & ZAH, S. (2021).

I.7.1.1 Activité antimicrobienne :

Les extraits éthanoliques de feuilles de citronnelle ont montré des propriétés antibactériennes prometteuses contre *Staphylococcus aureus*. Cette action est due aux tannins et aux flavonoïdes contenus dans l'extrait Danlami, U., et *al.* (2011).

I.7.1.2 Activité antifongique:

L'un des principaux agents pathogènes des infections humaines est *Candida albicans*, mais certaines infections peuvent également être causées par d'autres espèces. L'huile de citronnelle et le citral se sont avérés avoir une activité *in vitro* significative contre *Candida* spp. lorsque

leur activité antifongique a été étudiée contre les espèces de *Candida* Silva, C. D. B. D. et al (2008).

I.7.1.3 Activité anti-protozoaire :

Les protozoaires qui provoquent des infections graves chez l'homme, les animaux et les plantes se trouvent dans la famille des Trypanosomatidae. De plus, cette famille contient certains protozoaires monoxéniques que l'on trouve généralement chez les insectes hôtes, comme les trypanosomatides inférieurs Crithidia, Blastocrithidia et Herpetomonas. Crithidia deanei était résistant aux effets anti-protozoaires de l'huile essentielle produite à partir de *Cymbopogon citrates*. Pedroso, R. B., et al (2007).

I.7.1.4 Activité antioxydante :

En raison de leur action pharmacologique, les acides phénoliques et les flavonoïdes jouent un rôle important dans le piégeage naturel des radicaux libres et comme antioxydants naturels. Les acides phénoliques de la plante ont démontré ses caractéristiques antioxydantes Manvitha, K., & Bidya, B. (2014).

I.7.1.5 Activité anti diarrhéique :

Pour traiter la diarrhée, il est d'usage de faire bouillir la tige et la feuille de citronnelle entière avant de boire la décoction obtenue. L'efficacité de la décoction de la tige de *C. citrates* et de son principal ingrédient chimique, le citral, comme anti-diarrhéique a été étudiée à la lumière de son utilisation répandue dans les systèmes de médecine traditionnelle .Tangpu, V., & Yadav, A. K. (2006).

I.7.1.6 Activité anti mutagènes:

Dans les souches TA98 et TA100 de *Salmonella typhimurium*, l'extrait éthanolique de citronnelle s'est révélé avoir des effets antimutagènes contre la mutation induite chimiquement Vinitketkumnun, U., et al. (1994).

I.7.1.7 Activité anti-inflammatoire:

L'activité anti-inflammatoire de l'infusion de feuilles de *Cymbopogon citratus* dans les cellules dendritiques estimées par le polysaccharide a été étudiée et utilisée pour le traitement des maladies inflammatoires, en particulier celles du système gastro-intestinal. (Figueirinha, A., et al (2010).

Dans des cultures de cellules macrophages murines et humaines, l'infusion de feuilles séchées de *C. citratus* possède des propriétés anti-inflammatoires. Ces propriétés sont le résultat des substances polyphénoliques que sont les flavonoïdes, les tanins, les acides phénoliques et chlorogéniques Francisco, V.,et al. (2013). Figueirinha, A.et al (2010).

Sans nuire à la viabilité cellulaire, les fractions polyphénoliques inhibent l'oxyde nitrique synthase (iNOS). Les flavonoïdes mono- et polymériques ont présenté les meilleurs effets anti-inflammatoires (Figueirinha, A.et al (2010).

De plus, l'extrait hydroéthanolique de *C. citratus* réduit considérablement la libération de médiateurs pro-inflammatoires tels que le facteur de nécrose tumorale-alpha (TNF-), l'oxyde nitrique (NO) et les interleukines (IL-1, IL-6 et IL-10) en diminuant l'activité du complexe protéasome (Francisco, V.,et al. (2013)., Bachiega, T. F., & Sforcin, J. M. (2011). Tiwari, M., et al. (2010).

L'HE de cette plante réduit l'œdème du fascia de la patte du rat Wistar et les changements inflammatoires de l'iléon de la souris Gbenou, J. D.,et al (2013).Le complexe protéasome est moins inflammatoire après avoir été perfusé avec des feuilles séchées de *C. citratus* Francisco, V.,et al. (2013) . On pense que la réduction du mouvement des lymphocytes causée par l'inhibition de l'expression 7 est le mécanisme d'action. Ceci soutient l'utilisation de cette plante pour les problèmes gastro-intestinaux et les coliques chez les humains et les animaux Ritter, R. A.,et al(2012)., Watanabe, C., et al(2010). On pense que cette activité des HE est causée par le citral Francisco, V.,et al(2011)., Lee, H. J.,et al. (2008)., Bachiega, T. F., & Sforcin, J. M. (2011). Tiwari, M., Dwivedi, U. N., & Kakkar, P. (2010). La réduction du mouvement des lymphocytes causée par l'inhibition de l'expression de 7 serait le mécanisme d'action. Cela conforte l'utilisation de cette plante dans le traitement des troubles gastro-intestinaux et des colites chez l'homme et l'animal. Ritter, R. A.,et al(2012).,Watanabe, C., et

al(2010). Son activité HE serait attribuée à l'acide citrique Francisco, V., et *al* (2011). Lee, H. J., et *al*. (2008).

I.7.1.8 Activité anti-paludisme:

Chez des souris infectées par *Plasmodium berghei*, l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* a été testée pour son activité antipaludique *in vivo* Tchoumboungang, F., et *al*. (2005).

I.7.1.9 Activité anti-nociceptive :

Une action anti-nociceptive significative est rapportée dans l'huile essentielle de *C. citrates*. En comparant les résultats de trois modèles expérimentaux différents de nociception, y compris le test de la plaque chauffante, le test de l'agitation induite par l'acide acétique chez les souris et le test du formol, on constate que les huiles essentielles ont des effets périphériques et centraux Viana, G. S. B. et *al* (2000).

I.7.1.10 Activité anti-hépatotoxique :

Lorsque le cisplatine a été utilisé pour produire une toxicité hépatique chez les rats, les extraits aqueux de feuilles de *Cymbopogon citrates* ont présenté une activité anti-hépatotoxique. À la lumière de ces résultats, les extraits pourraient un jour être utilisés pour traiter la toxicité du cisplatine et gérer les hépatopathies Arhoghro, E. M., et *al*. (2012).

I.7.1.11 Action préventive contre le cancer :

Les chercheurs ont également étudié les propriétés anticancéreuses du *Cymbopogon citratus*. La composition particulière de l'huile pourrait constituer une barrière puissante contre certains cancers. Des études animales ont montré que l'huile de citronnelle tue directement les tumeurs cancéreuses de manière dose-dépendante, c'est-à-dire que plus la quantité d'huile administrée est importante, plus le traitement est efficace. Les résultats de l'essai impliquent que l'huile peut avoir un effet anticancéreux utile en provoquant le processus apoptotique, qui réduit la viabilité des cellules tumorales. La microscopie a permis d'identifier ce phénomène.

De nombreuses études ont montré que la citronnelle peut inhiber la croissance des cellules cancéreuses du col de l'utérus ainsi que d'autres cellules cancéreuses. Elle peut également provoquer l'apoptose des cellules cancéreuses, ou mort cellulaire programmée. L'huile de citronnelle et l'émulsion de citral sont d'excellentes perspectives d'utilisation en tant que médicaments anticancéreux, conformément à l'examen par les auteurs de toutes les preuves disponibles Ribeiro, R. V. et *al* (2017).

I.7.1.12 Activité antihypertensive et antiobésité

Diverses études ont examiné la capacité de la citronnelle comme source de mélanges hypolipidémiques et hypoglycémiques, qui pourraient diminuer le risque d'hypertension et d'embonpoint. C'est ce que les perceptions recommandent, nonobstant la présence de composés synthétiques contre-administratifs comme le cortisol, la catécholamine et le glucagon, l'organisation à des rongeurs de 500 mg/kg/jour de concentrés aqueux de *Citrus citratus* peut entraîner une diminution impressionnante du dossier d'hypoglycémie.

Démontrant un impact hypolipidémique. Quelques spécialistes ont relié ces effets du thé à l'hyperinsulinémie ou à l'augmentation de l'absorption du glucose par la frange, bien que le composant exact par lequel ils se produisent ne soit pas encore clair. Comme le concentré aqueux de citronnelle contient de l'huile naturelle et d'autres extraits, il a été démontré que la présence de substances antihypertensives, par exemple des alcaloïdes et des flavonoïdes, améliore les effets hypoglycémiques du concentré.

Le lien entre l'admission d'énergie et la consommation d'énergie et la corpulence est très étroit. Néanmoins, le thé à la citronnelle stimule l'utilisation de l'énergie, ce qui permet d'éviter la prise de poids et l'accumulation de graisse dans le foie. En outre, il stimule le processus de thermogénèse pour réduire le cholestérol plasmatique et le LDL tout en favorisant l'élimination du cholestérol résiduel Ekpenyong, C. E., et al(2015).

Dans une autre étude, les impacts des extraits de *Cymbopogon citrates* sur les profils lipidiques, les profils hormonaux et les niveaux de cholestérol des rongeurs ordinaires ont été explorés de fond en comble. L'administration par voie orale de 200 mg/kg de poids corporel du concentré éthanolique et fluide de *C. citrates* a entraîné une réduction critique de la glycémie sur une période d'environ 30 jours. Les conséquences sur les niveaux de TSH, T3 et T4 ont également été évaluées et il a été démontré qu'elles étaient plus élevées dans les groupes complètement régulés que dans le groupe de référence Onyedikachi, U. B., et al (2021).

I.7.1.13 Action répulsive et insecticide :

Une bonne activité antiparasitaire peut être trouvée dans l'HE de *C. Citratus*. Elle a démontré un effet inhibiteur sur *Leishmania chagasi*, *L. amazonensis*, *L. infantum*, *L. tropica*, et *L. major* au stade promastigote *in vitro* (Oliveira, V. C., et al. (2009). Machado, M., et al. (2012).

Avec des CI_{50} de 31 g/ml et 24.5 g/ml, respectivement, *C. citratus* est également efficace contre les formes épimastigote et trypomastigote de *Trypanosoma cruzi*. La CI_{50} de l'épimastigote était plus importante (126.5 g/ml) que celle du trypomastigote (15.5 g/ml) Santoro, G. F., et al (2007).

Cette variation des IC_{50} pourrait être attribuée à la composition de l'HE, qui est directement liée à l'écologie de la plante et au dispositif expérimental. *T. evansi* et *T. brucei* sont tous deux sensibles aux HE et éliminent rapidement les parasites (9 et 11 min, 100 g/ml), respectivement Habila, N, et al (2010).

L'interaction synergique de plusieurs molécules d'HE serait à l'origine de cette activité antiparasitaire Viana, G. S. B. et al (2000), Blanco, M. M., et al (2009).

La CI_{50} du citral sur *Trypanosoma cruzi* au stade trypomastigote (60 g/ml) est en effet deux fois plus élevée que celle des HE Cardoso, J., & Soares, M. J. (2010).

Aedes aegypti L., le principal vecteur de la dengue et de la fièvre jaune, est sensible aux effets insecticides de l'HE de *C. citratus* avec une DL_{50} de 0,28 l/ml Fleury, H. J. (2009).

La composition de l'HE, qui est intimement liée à l'écologie de la plante et aussi aux paramètres expérimentaux, peut servir à expliquer cette variation des CI_{50} . *T. brucei* et *T. evansi* L'extrait éthanolique (2,5 mg/cm²) repousse complètement les moustiques des personnes pendant 05,5 heures après exposition au vecteur de la malaria *Anopheles arabiensis* Karunamoorthi, K., Ilango, K., & Murugan, K. (2010).

De plus, avec des $DR_{50}/4h$ de 0,021 ml/l et 0,686 ml/l, l'HE a démontré un effet répulsif plus important sur *Tribolium castaneum* que l'IR3535. Olivero-Verbel, J., Nerio, L. S., & Stashenko, E. E. (2010).

Le géranium et le néral favorisent cette action . Leal, W. S., & Uchida, K. (1998).

I.8 Métabolites secondaires isolés du *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf :

Partie de plantes	Type d'extraits	Métabolites secondaires		Propriétés biologiques reconnues
		Familles chimiques principales	Molécules identifiées	
Feuille	Aqueux (décoction ou infusion)	Terpènes (Grenand, P.et all (2004). (Shah, G.et all (2011).	Cymbopogone Cymbopogonol (Grenand, P.et all (2004). (Shah, G.et all (2011).	Antimicrobien, anti-inflammatoire, hypotenseur, antioxydant, insecticide, larvicide, antiparasitaire, analgésique (Shah, G.et all (2011) Manvitha, K., & Bidya, B. (2014). (Ganjewala, D. (2009
		Composés phénoliques (Nambiar, V. S., & Matela, H. (2012). (Avoseh, O.et all (2015). (Ekpenyong, C. et all (2014).	Flavonoïdes (Quercétine, kaempférol, myricétine, apigénine, isoorientine 2''-O-rhamnoside) Tannins (protanthocyanidines) Acides phénoliques (acide chlorogénique, acide caféique) Anthraquinones	
		Alcaloïdes (Nambiar, V. S., & Matela, H. (2012). (Avoseh, O.et all (2015). (Ekpenyong, C. et all (2014).	Non identifiées	
		Saponines (Nambiar, V. S., & Matela, H. (2012). (Avoseh, O.et all (2015).	Non identifiées	

	Huile essentielle	Vitamines et minéraux (Avoseh, O.et all (2015).	Calcium (Ca), phosphore (P), fer (Fe) (Avoseh, O.et all (2015).
		Terpènes volatils (monoterpènes) (Avoseh, O.et all (2015). (Ekpenyong, C. E., Akpan, E. E., & Daniel, N. E. (2014). (Ganjewala, D. (2009)	Géranial (alpha citral) Néral (béta citral) Nérol Géraniol Citronellal Terpinolène Acétate de géranyl Acétate de linalyle Myrcène (Avoseh, O.et all (2015). (Ganjewala, D. (2009)

Tableau I.4 : Métabolites secondaires isolés du *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.

Deuxième partie

Etudes expérimentales

Chapitre II

Matériel et Méthodes

II.1. Matériels :

Notre étude, qui a été menée dans les laboratoires pédagogiques de la Faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université Shahid Hama Lkhdar à El-oud visait à étudier un type de plante aromatique dans la région de El-oued. En étudiant ses propriétés physiques et chimiques

Compte tenu de l'importance des propriétés biologiques attribuées à la plante, une évaluation des capacités antioxydantes a été réalisée à travers trois tests, et l'étude de l'effet antibactérien contre les pathogènes.

II.1.1. Matériel végétale :

Le matériel végétal utilisé correspond la partie Aérienne de *Cymbopogon citratus*, La récolte a été effectuée au niveau de la ferme de monsieur Chouikh Youcef (6,756029 E, 33,4741411N) située dans la municipalité de Bagousa Taghzout , a willaya El-Oued. La sélection du matériel végétal utilisé dans notre étude est principalement due à la connaissance des activités biologiques de cette plante.(**Figure II.1**)



Figure II.1 : L'espèce végétale de *Cymbopogon citrates*

La région d'El-Oued (Souf), située au sud-est de l'Algérie, dans la Grande mer des Sables orientale, près de la frontière tunisienne et à 350 km de la mer Méditerranée, est mentionnée dans la "liste indicative de l'UNESCO" pour le paysage culturel. (UNESCO



Figure II.2: Carte de l'Algérie représentant la Wilaya d'El-Oued et la commune de Taghzout.

II.1.2 Matériel microbien :

Escherichia coli se trouve dans l'environnement, la nourriture et les intestins des animaux (SATLI et al (2017). et des humains .C'est un agent pathogène opportuniste qui peut provoquer des maladies gastro-intestinales et extra-intestinales, comme la diarrhée, l'entérite, la bactériémie, l'infection des voies urinaires et d'autres infections chez les animaux et les humains (Ewers.et al. (2009). (Kimera , et al (2021). **E. coli** se trouve également dans une grande partie des excréments d'animaux (Lim, et al (2010) (. Xu, et al (2022). En raison de la surutilisation et de la mauvaise utilisation des antibiotiques

Pseudomonas aeruginosa est un bâtonnet gram-négatif, aérobie, non sporulant, (SATLI, (2017). capable de provoquer diverses infections chez les hôtes immunocompétents et immunodéprimés.(Kerr, K. G., & Snelling, A. M. (2009). Sa prédilection pour provoquer des infections chez les hôtes immunodéprimés, sa polyvalence extrême, sa résistance aux antibiotiques et un large éventail de défenses dynamiques en font un organisme extrêmement difficile à traiter dans la médecine moderne. Mulcahy,(L. R., Isabella, V. M., & Lewis, K. (2014).

Le Staphylococcus aureus à Gram positif est un agent pathogène humain qui entraîne un large éventail de symptômes cliniques(Lowy, F. D. (1998).. En raison de l'augmentation des souches multirésistantes comme le SARM (*Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline), les infections sont très répandues dans les milieux communautaires et hospitaliers, et le traitement reste difficile à maîtriser Centers for Disease Control and Prevention (CDC. (2003).(Boucher, H. W., & Corey, G. R. (2008). La plupart des personnes en bonne santé ont un *S. aureus* sur la peau et les muqueuses, généralement dans la région du nez. Le *S. aureus* est également présent dans l'environnement et dans la flore humaine typique. La peau saine normale n'est pas infectée par le *S. aureus* mais si les germes sont autorisés à pénétrer dans la circulation sanguine ou les tissus internes, ils peuvent provoquer un certain nombre de maladies potentiellement dangereuses Lowy, F. D. (1998). Le contact direct est généralement le lieu de transmission. Toutefois, certaines maladies nécessitent une transmission plus poussée. D'autres moyens de transmission sont néanmoins utilisés pour certaines maladies(Rasigade, J. P., & Vandenesch, F. (2014)

Souche	Gram	Référence	Origine
<i>Escherichia coli</i>	-	ATCC 8737	Institut Pasteur
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	ATCC25923	Institut Pasteur
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	ATCC25923	Institut Pasteur

Tableau II.1: Souches cibles utilisées et leur origine (DOUADI & KHALF, 2018)

II.1.3 Les milieux et les antibiotiques :

Gélose Nutritive: Ce sont des milieux largement utilisés pour la culture des microorganismes peu exigeants.

Gélose Muller Hinton: La gélose Müller-Hinton est le milieu de référence pour les tests de sensibilité bactérienne antibiotiques et sulfamides.

Antibiotique :

Ciprofloxacin, Co-Trimoxazole et Amoxillin.

II.2. Méthodes :

II.2.1. Préparation d'extrait brut méthanolique

1g de matériel végétal de la plante est placé dans un erlenemeyer dans 20 ml de méthanol pendant 24 h, après filtration, les solutions méthanoliques sont évaporées à sec sous pression réduite dans un évaporateur rotatif type Buchi R-200 à 60°C. Les résidus secs pesés sont repris par 3 ml du méthanol (Figure3).(Matkowski et Piotrowska, 2006).

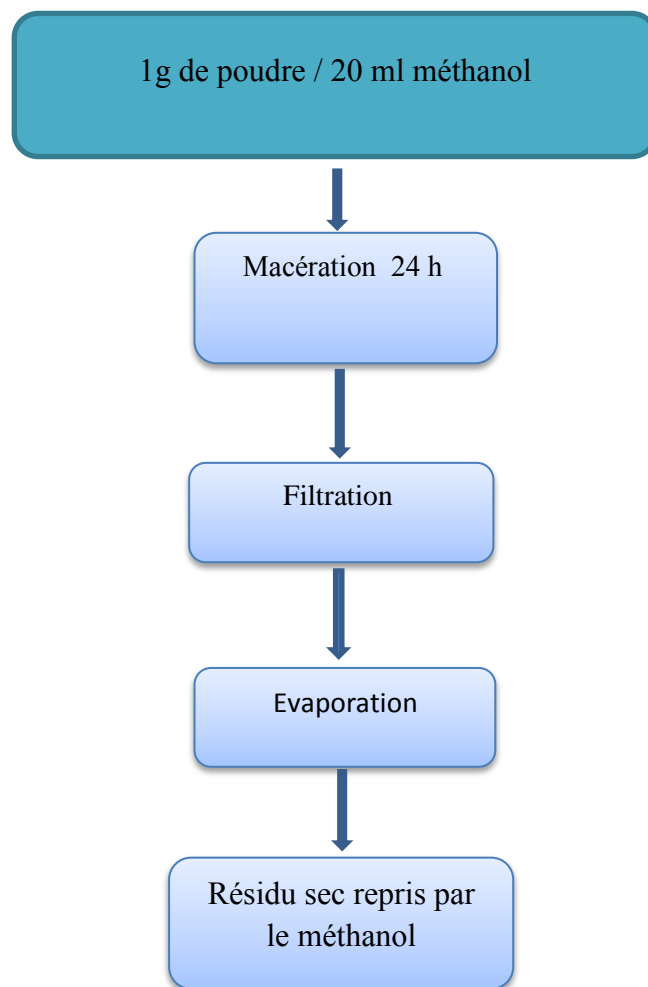


Figure II.3 : Protocole d'extraction des extraits bruts.

II.2.2 Extraction des flavonoïdes (fractions acétate d'éthyle et 1-butanol):

L'extraction des flavonoïdes a été réalisée par la méthode décrite par Bekkara et al, 1998.

Les solvants que nous avons employé pour le partage liquide-liquide sont : l'acétate d'éthyle et le 1-butanol.

Les résidus secs obtenus par évaporation du filtrat méthanolique de chaque partie de la plante étudiée, sont partagés entre 10 ml d'acétate d'éthyle et le même volume d'eau distillée dans une ampoule à décanter. Après agitation et décantation des deux phases, la phase d'acétate d'éthyle est récupérée et la phase aqueuse est à nouveau partagée avec 10 ml d'acétate d'éthyle. La phase d'acétate d'éthyle est récupérée, additionnée à la précédente et séchée par un évaporateur rotatif sous pression réduite à 60°C.

Le résidu sec est repris par quelques millilitres de méthanol et conservé à 4°C. Cette fraction est la phase d'acétate d'éthyle.

La phase aqueuse issue de l'extraction avec l'acétate d'éthyle est, quant à elle partagée avec 10 ml du 1-butanol. L'opération est répétée deux fois et la phase 1-butanol est séchée au rotavapeur à 60°C. Le résidu sec est repris par quelques millilitres du méthanol et conservé à + 4°C. Cette fraction est la phase butanolique (Figure II.4).

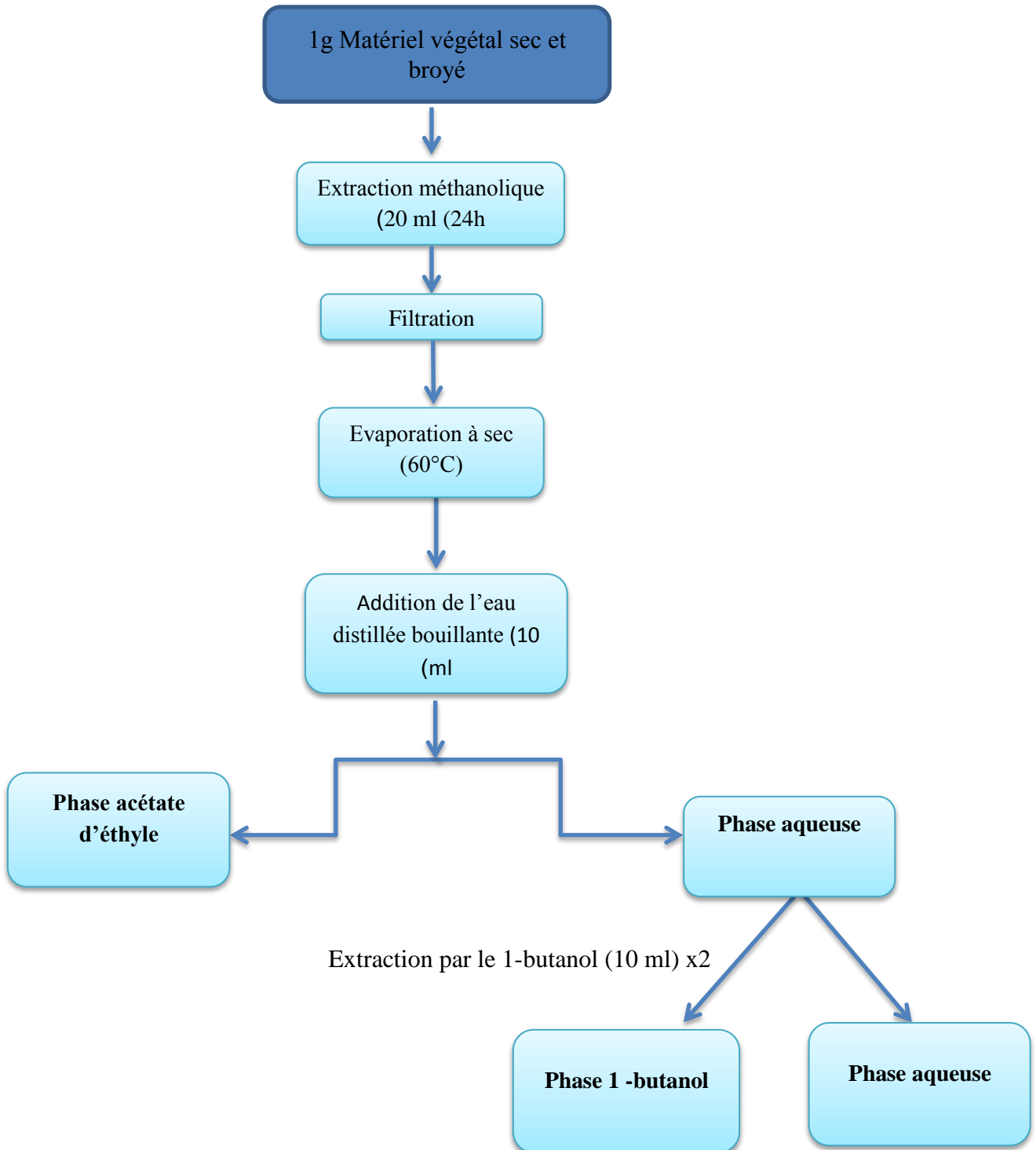


Figure II.4: Protocole d'extraction des flavonoïdes

II.2.3. Extraction des tanins:

L'extraction des tanins a été effectuée selon la méthode adaptée par (Zhang et al, 2008).

2,5g de poudre de matériel végétal (feuille, tige et fruits) a été extraite par 50 ml du mélange acétone/eau distillée (35/15, V/V) durant trois jours à une température ambiante. La solution est filtrée et évaporée à 40°C par un rotavapeur type buchi r-200 pour éliminer l'acétone puis, la phase aqueuse est lavée par 15 ml de dichlorométhane afin d'éliminer les pigments et les lipides. Après la séparation de la phase organique, la phase aqueuse a été extraite deux fois avec 15 ml d'acétate d'éthyle. Le mélange des deux phases est évaporé à sec à 40°C par un rotavapeur type Buchi R-200 puis pesé et repris par 3 ml de méthanol (Figure II.5)

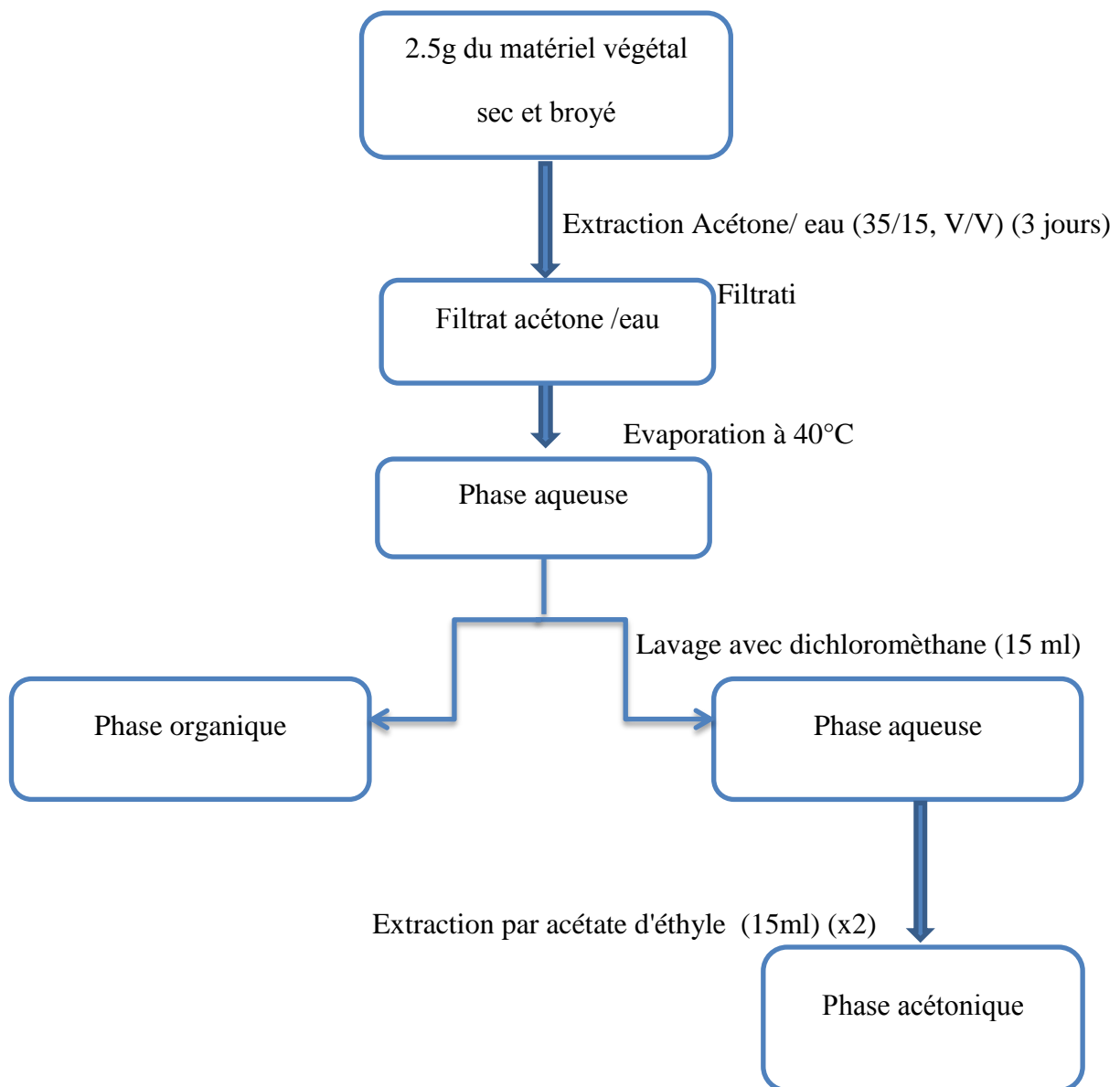


Figure II.5 : Protocole d'extraction des tanins

II.2.4 Extraction des Huite :

Les feuilles séchées ont été soumises a une hydro-distillation a laide dun appareil de type likens Nickerson durent 2h .les huiles essentielles ont été récupérées dans de petit flacon opaques et conservées a labra de la lumière et a la température de 4 c°.le rendement fut exprimé en pourcentage (Figure II.6)

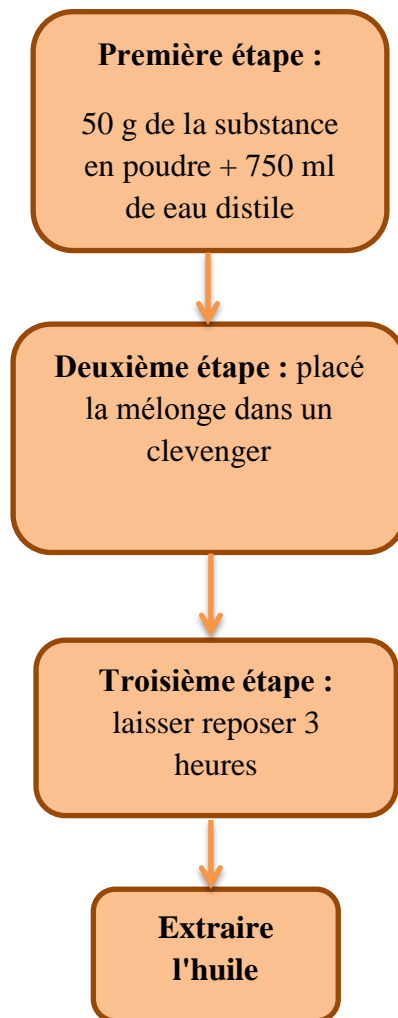


Figure II.6: Protocole de préparation de l'extrait des huite

Mode opératoire :

A fin d'extraire l'huile essentielle de citronnelle (*Cymbopogon citratus*) la technique d'hydrodistillation a été faite (la plus simple), grâce à l'appareil de clivenger qui consiste à l'ébullition de l'eau qui est mélangée avec les feuilles sèches de la citronnelle dans un ballon de laboratoire ,grâce à ce chauffe ballon la vapeur hétérogène ascendante provenant du ballon progresse dans la partie (3) puis se condense sur la phase froid du réfrigérant (5). Le condensât est récupéré dans la partie (8) où l'huile essentielle se sépare de la phase aqueuse grâce à leurs différentes densités. (les mêmes étapes pour les feuilles fraîches).

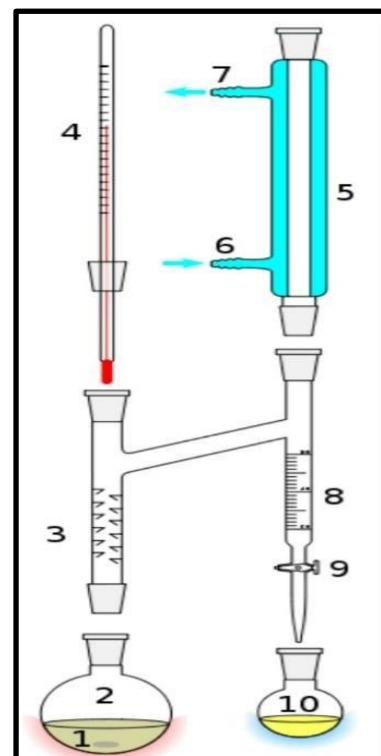
**A****B**

Figure II.7 : a) clivenger (original 2023), b) clivenger schématisé

II.3 Evaluation de l'activité antioxydante :

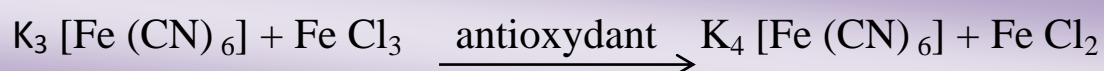
L'activité antioxydante in vitro a été évaluée par 2 tests : DPPH* et Test de réduction de fer (FRAP).

II.3.1 Test de réflectologie du fer FRAP:

Dans cette analyse la capacité anti-oxydante est déterminée par la mesure du pouvoir réducteur du fer ferrique (Fe³⁺) dans les extraits selon le protocole décrit par Oyaizu (Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). avec quelques modifications.

Dans des tubes à essai on introduit 1 ml de l'extrait et 2,5 ml d'une solution de Ferricyanure de Potassium (K₃Fe(CN)₆, Panreac) à 1% (m/v) et 2,5 ml d'une solution tampon de phosphate à 0,2 mol/L (pH = 6,6). Après agitation, les tubes sont incubés au bain-marie à 50°C pendant 20 min. Ensuite, on ajoute 2,5 ml d'acide Trichloracétique (C₂HCl₃O₂, Panreac) à 10% pour stopper la réaction et le mélange est centrifugé à 3000 tr/min pendant 10 min. 2,5 ml de surnageant est mélangé à 2,5 ml d'eau distillée et 0,5 ml d'une solution aqueuse de chlorure ferrique (FeCl₃, 6H₂O pur, Espacelabo) à 0,1% (m/v) La lecture est effectuée par la mesure de l'absorbance à 700 nm contre un blanc contenant les mêmes quantités de réactifs en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée. Une augmentation de cette absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés.

longueur d'onde de la couleur bleu foncé à 700 nm.



II.3.2 Test d'inhibition des radicaux libres DPPH* :

La capacité à piéger le radical libre DPPH (2,2 -diphényl -1- picrylhydrazyl), a été déterminé suivant le protocole décrit par Brand- Williams et al. 1995 (Brand-Williams, W., et al(1995). 4mg de DPPH* ont été dissous dans 100ml de méthanol. A 750 µl de la solution méthanolique de DPPH* a été ajouté 750µl de l'extrait (à différentes concentrations dilués avec du méthanol).

Le contrôle a été représenté par la solution méthanolique de DPPH* et 750 µl de méthanol. La diminution de l'absorption a été mesurée à 517 nm après 30 min à l'obscurité et à température ambiante ; contre un blanc de méthanol sans le DPPH*.

Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH* selon l'équation suivante :

$$\text{Inhibition \%} = (\text{Abscontrol} - \text{Abstest}) / \text{Abscontrol} \times 100 \text{ (Wang, W., et al (2008))}$$

(CHOUIKHet *al* (2020)).

Les valeurs d'IC50 (concentration équivalente à 50% de DPPH* réduit) ont été calculées par les régressions linéaires des graphes des taux d'inhibition.

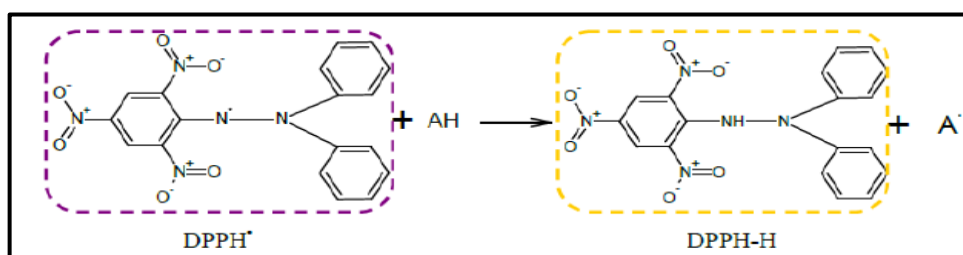


Figure II.8: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH* entre l'espèce radicalaire DPPH* et un antioxydant (AH)

Mode opératoire

Selon Brand et Collègues (1995) ont pris 1 ml des différentes concentrations de l'extrait, dissous dans du méthanol , ajouté à celui-ci 1 ml de solution DPPH* de concentration (4mg / 100 ml méthanol) les tubes sont incubés à l'obscurité pendant 20 min .L'absorbance a été mesurée à une longueur d'onde de 517 nm avec un spectrophotomètre UV visible, L'acide ascorbique est utilisé comme composé de référence pour inhiber les radicaux libres (Concentré 0.12 -0.01 mg / ml) Dans le but de le comparer avec l'extrait de plante .

La capacité antioxydant d'un extrait est déterminé en spécifiant le facteur IC₅₀, Qui est défini comme la concentration de l'extrait (antioxydant) nécessaire pour inhiber 50 % de la racine DPPH*. Il est calculé à l'aide de l'équation linéaire des courbes de variation du taux d'amortissement I % En termes de concentration, le pourcentage d'inhibition est estimé en fonction de (Chaouche *et al.*, (2013) avec la relation suivante.

$$I \% = [(A_c - A_s) / A_c] 100$$

I% : Le taux d'inhibition du facteur antioxydant de DPPH*.

Ac : L'absorbance de l'échantillon à une longueur d'onde de 517 nm.

As : Absorbance DPPH* en présence de la substance étudiée 517 nm

II.5 Analyse chromatographique d'extrait étudié par chromatographie liquide haute performance (HPLC) :

L'une des différentes méthodes chromatographiques utilisées c'est la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) qu'a été utilisée pour analyser l'extrait de Cymbopogon citrates. (Figure II.9).

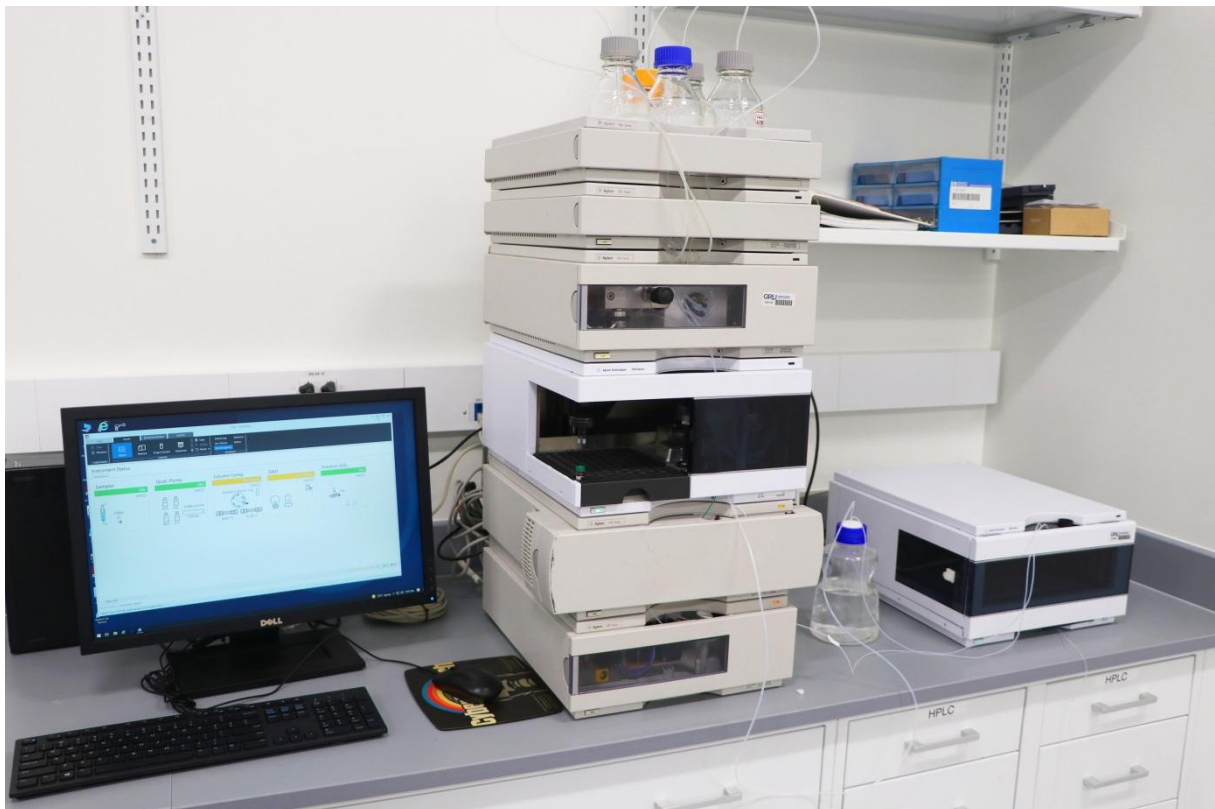


Figure II.9: high-performance liquid chromatography (HPLC).

• Principe:

L'échantillon à analyser est poussé par un éluant liquide appelé aussi phase mobile qui l'entraîne à travers une colonne remplie d'une phase stationnaire composée de grains solides très fins. Le débit d'écoulement de la phase mobile est élevé ce qui diminue le temps

nécessaire pour séparer les composants le long de la phase stationnaire (Khelef, Y., Chouikh, A. et al (2019).

• **Mode opératoire:**

L'analyse des composés phénoliques dans l'extrait méthanolique étudiés a été réalisée en utilisant la chromatographie liquide à haute performance de marque SHUMADZU (HPLC) couplée à un détecteur UV-visible. L'analyse s'effectue selon les conditions opératoires :

- La colonne en acier de longueur de 250x4.6 mm,
- Phase stationnaire C18.
- Solvant d'élution : A (1% Acide acétique / Eau ultra pure) / B (Acétonitrile)
- Longueur d'onde : 254 nm.
- Boucle d'injection : 10 µl.
- Détecteur UV-Visible.

Les pics ont été identifiés par leur temps de rétention comparés aux temps de rétention des standards.

II.4 Test pour les facteurs (SPF) :

Le spectre d'absorption de l'échantillon a été mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis et d'éthanol à 96 % comme blanc.

La valeur d'absorption de la longueur d'onde 290-320 nm a été mesurée à des intervalles de 5 nm.

La valeur d'absorption (Abs) pour chaque intervalle est multipliée par EE x I.

Mathématiquement, le SPF est calculé à partir des données mesurées comme suit (Mansur, J. D. et al(1986) :(Mbangaet al (2015).

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

CF = Facteur de correction

EE = Spectre de l'effet érythémateux

EEI = Spectre de l'intensité solaire

Abs = Absorbance de l'échantillon

EE x I est une constante. La valeur de la longueur d'onde de 290-320 nm et toute différence de 5 nm déterminée par (Sayre et al (1979) (Schalka, S., & Reis, V. M. S. D. (2011).(CHOUIKHet al (2020).

Longueur d'onde (nm)	EE x I (normalisé)
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0837
320	0.0180
Total	1

Tableau II.2. Fonction produit normalisée utilisée dans le calcul du SPF

Niveau de protection	Valeur SPF
Maximum	> 50
Haut	30-50
Moyen	15-30
Faible	2-15

Tableau II.3 Catégories de crèmes solaires en fonction de la valeur du SPF

II.6 Activité antimicrobiennes:

De nombreuses activités antimicrobiennes des extraits, des huiles essentielles et des composants de *C. citratus* ont été rapportées dans la littérature. Cependant, l'activité antimicrobienne diffère d'une région à l'autre, des parties de plantes utilisées, du type d'extraction et des protocoles employés. Peu de rapports identifiés ici ont montré une activité efficace de *C. citratus* contre les principales bactéries Gram-positives et Gram-négatives. Selon une découverte, les bactéries Gram-négatives, telles que *Escherichia coli*, ont développé une membrane externe protégeant l'effet des extraits de *C. citratus* (Vinagre, J., et al (2013). Cependant, chez les Gram-positifs, le blindage est réduit.

Pour l'évaluation du potentiel antimicrobien de ces extraits, on a préféré de les tester contre plusieurs cibles, car chacune d'elles possède des structures cellulaires et un métabolisme particulier.

Mode opératoire:

Un volume de 1ml de chaque souche a été ensemencé par inondation dans les boîtes de pétri coulées de milieu gélosé Muller Hinton à une épaisseur de 4mm. L'excès est récupéré à l'aide d'une micropipette, et les boîtes sont mises à sécher pendant 15 minutes. Des disques en papier wattman, (5 mm de diamètre) stériles seront imprégnés avec un volume de 20µl de chaque échantillon et les disques témoins seront imprégnés dans l'eau distillée représentant les témoins négatifs.

A l'aide d'une pince les disques sont déposés à la surface d'un milieu ensemencé (étalée) par une suspension microbienne d'une densité optique de 0,5 Mc Ferland. Les boîtes de Pétri sont mises au réfrigérateur à 4 °C pendant trois heures pour une pré diffusion. Après 18 à 24 heures d'incubation, le diamètre de chaque zone d'inhibition sera mesuré en mm et noté. Les mesures peuvent être prises avec une règle sur le fond de la boîte sans enlever le couvercle. Plus la zone d'inhibition est grande, plus le germe est sensible (Baydar, N. G., et al (2006).

L'activité antibactérienne des échantillons végétaux étudiés est déterminée selon la méthode décrite par Baydar et al. (Baydar et al (2004). Ce test est réalisé en étalant le disque stérilisé dans de la gélose nutritive à des concentrations spécifiques.

IV. Analyses statistiques :

L'étude statistique a été réalisée par le logiciel statistique Graph Pad Prism. Toutes les expériences ont été réalisées en triple. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. Les résultats sont analysés par le test Anova univarié suivi du test Dunnet /Tukey pour les comparaisons multiples et la détermination des taux de signification. Les valeurs de $p \leq 0.05$ sont considérées statistiquement significatives.

Chapitre III

Résultats et Discussions

III.1 Résultats et Discussion :

III.1.1 Capacités antioxydante d'extrait méthanoliques de *Cymbopogon citrates*:

III.1.1.1 Test de DPPH :

Le test des radicaux libres DPPH' le teste le plus largement utilisé, facile et efficace, où l'efficacité est estimée sur la base de l'activité de l'Acide Ascorbique .

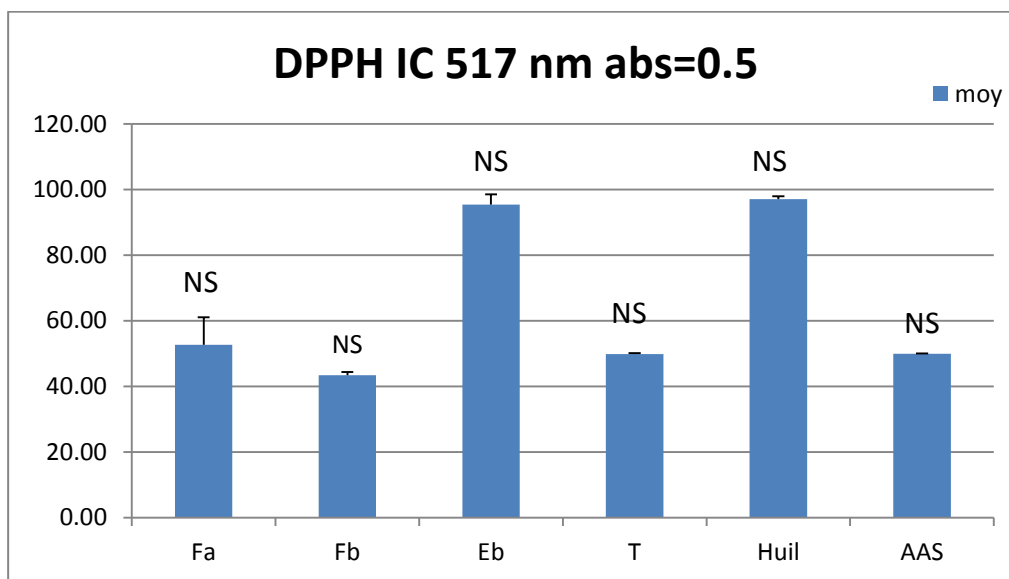


Figure III.1 : Valeurs d'IC₅₀ inhibitrices pour 50 % du DPPH des extraits feuille de *Cymbopogon citratus*, acide ascorbique. (T: tannin, Fa: flavonoïde phase d'acétate d'éthyle, Eb: extrait brut méthanol brute, FB: flavonoïde phase 1-butanol, HE: huiles essentielles)

Les résultats en (FigureIII.1) montrent que les valeurs IC₅₀ des tannins et des flavonoïdes B (phase 1-butanol) ont les meilleures valeurs de piégeage des radicaux libres DPPH avec des valeurs(49.876±0.198 mg / ml) (43.42±0.910 mg / ml) par rapport les autres extraits et aussi par rapport l'acide ascorbique (49.970±0.02 mg / ml).

Les résultats de l'analyse des radicaux DPPH, des tannins et les flavonoïdes B indiquent que l'extrait présente une activité antiradicalaire significativement élevée par rapport aux autres extraits.

Selon (Tepe, B. et al (2006) Il existe une corrélation directe entre l'activité anti oxydante et la puissance des composés dans les extraits

Les composants phénoliques et les tannins possèdent la capacité de fournir de l'hydrogène aux radicaux libres lipidiques produits pendant la peroxydation, ce qui conduit à la réduction et à la décoloration du DPPH*. Cela crée des radicaux tanniques plus stables qui arrêtent la réaction en chaîne de l'auto-oxydation des lipides. La réduction et le blanchiment du radical DPPH* sont possibles avec des extraits car ils ont la capacité de donner de l'hydrogène aux libres radicaux générés lors de la peroxydation (Khadri, A., et al (2010).

III.1.1.2. Test FRAP :

Selon Jayanthi, 1939 la capacité anti oxydante (pouvoir réducteur) de l'extrait végétal étudié a été estimée sur la base du test FRAP. La réactivité des extraits de *cybopogon citratus* a été déterminée sur la base de l'activité de l'Acide Ascorbique comme référence standard.

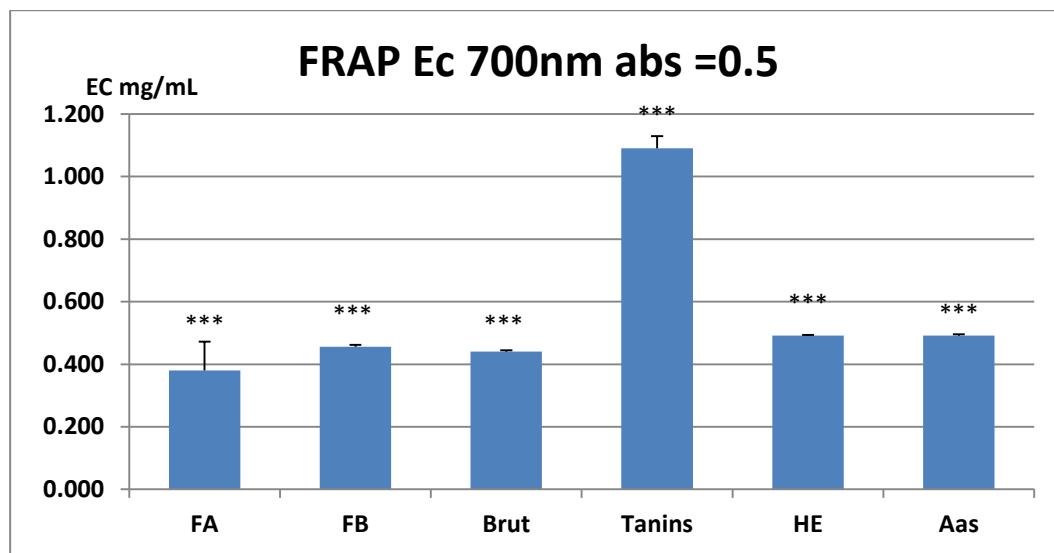


Figure III.2: L'absorbance optique du mélange réactionnel des extraits et de l'acide ascorbique pour le test FRAP (mg CAscor /g Ex)

Les résultats présentés dans (la figure. III.2) démontrent l'efficacité de chaque extrait dans la réduction de fer.

Les résultats indiquent que le flavonoïde A (phase d'acetate d'ethyle) présentait le plus haut niveau d'activité anti oxydante ($0.380 \pm 0,002 \mu\text{g/mL}$), suivi de l'extrait au méthanol ($4.79 \pm 0,002 \mu\text{g/mL}$), l'acide ascorbique et les huiles essentielles ($2.17 \pm 0,002 \mu\text{g/mL}$), ($103 \pm 0.002 \mu\text{g/mL}$), et enfin les tanins, ayant l'activité anti oxydante la plus faible ($0.09 \pm 0.002 \mu\text{g/mL}$)

Statistiquement la différence entre les extraits de *C.citratus* était très significatif ($p < 0.001$) dans le test FRAP.

Le test FRAP est un moyen simple et direct de quantifier le potentiel antioxydant d'une substance. La méthodologie a été conçue à l'origine dans le but d'évaluer la capacité antioxydante du plasma, mais elle a maintenant trouvé une application dans l'analyse d'extraits de plantes (Gourine et al., 2010) Le test FRAP fournit un moyen de quantifier la capacité des antioxydants à atténuer l'impact délétère des espèces réactives de l'oxygène grâce à leurs propriétés réductrices inhérentes. L'évaluation de l'activité anti oxydante implique la quantification de la variation d'absorbance induite par l'émergence d'ions ferreux à partir du réactif FRAP (constitué de Ferricyanure de Potassium et de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) Une telle estimation est utilisée comme référence dans la recherche universitaire pour évaluer la puissance des composés antioxydants. Le complexe ferrique (Fe(III)-Cl_3) présente une réduction en un complexe ferreux pigmenté (Fe(II)-Cl_2) dans des conditions de pH réduit.

Les flavonoïdes représentent l'un des produits naturels les plus importants qui confèrent aux plantes une activité antioxydante potentielle et d'autres propriétés médicinales, en raison de leurs phénoliques groupes hydroxyles. Ils ont la capacité de retarder ou d'inhiber le processus d'oxydation des lipides en inhibant l'initiation de la réaction oxydative en chaîne (Goupy et al, (2003). Ils chélatent également les ions et réduisent fréquemment l'activité pro-oxydante des ions métalliques (Kefalas et al, (2003)

De plus, ils sont capables de chélater les ions et présentent souvent la capacité d'atténuer l'activité pro-oxydante des ions métalliques. (Parr, A. J., & Bolwell, G. P. (2000).

III.1.2. Analyse chromatographique de l'extrait par (HPLC) :

L'HPLC est l'une des techniques les plus importantes utilisées dans l'analyse et la séparation de divers composés phénoliques, *Cymbopogon citratus*. a montré qu'elle contenait des composés polyphénoliques et des flavonoïdes bien connus, comme le montre la figure (III.3)

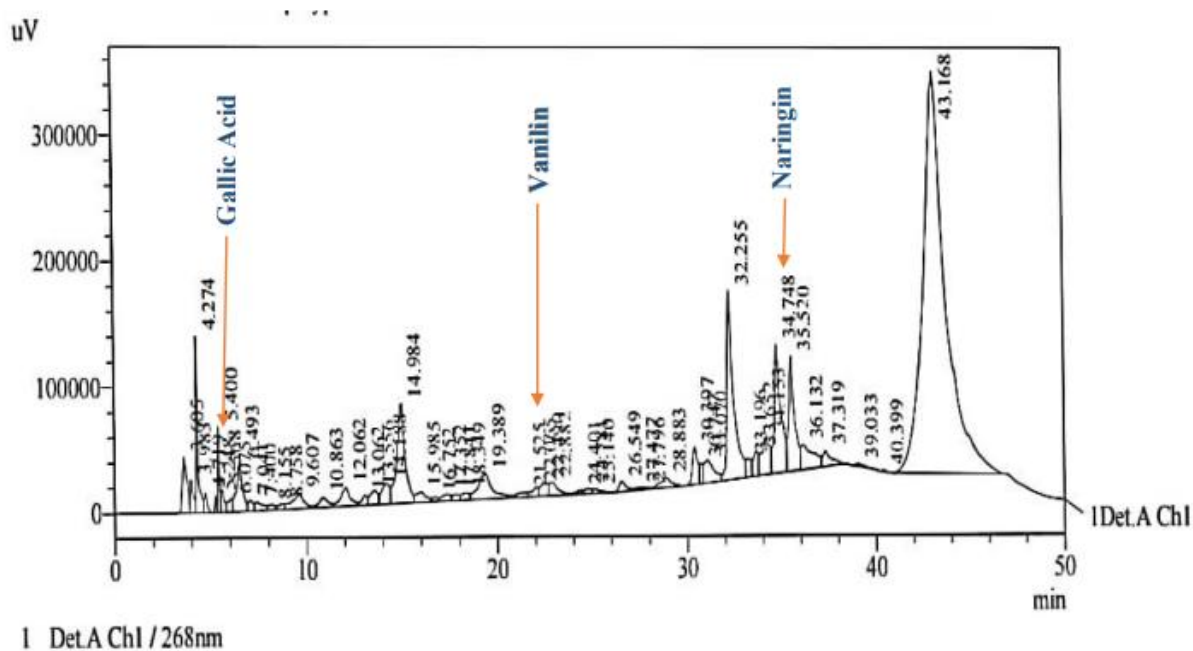


Figure III.3: Profil chromatographique de l'extrait brut méthanolique de *Cymbopogon citratus*.

A travers les résultats obtenus à partir de l'analyse chromatographique de l'extrait alcoolique d'une plante et sur la base du figure (III.3), On note un écart dans le nombre de composés phénoliques de l'extrait, où le nombre de pique enregistré représente 51 composés.

Temps de rétention min	composant	Concentration (µg/mg extrait)
5.248	Acide Galique	310.268
21.525	vanilin	491.267
34.748	Naringin	25156.065

Tableau III.1 : Composés phénoliques détectés par HPLC dans l'extrait méthanolique de *Cymbopogon citratus*

Les résultats listés dans le tableau (III.1) ont montré un écart net des concentrations des composés identifier, où l'on note que la concentration en la Naringin était supérieure au reste des composés estimée à 25156.06 µg/mg, tandis que la concentration d'acide Vanilique à 491.26 µg/mg tandis que l'acide Gallique à 310.26 µg/ mg.

III.1.3 Le facteur (SPF):

Nous pouvons déterminer le facteur de protection solaire dans les zones à travers lesquelles il est possible d'identifier l'étendue de la capacité du produit à résister aux rayons ultraviolets et le degré de protection solaire.

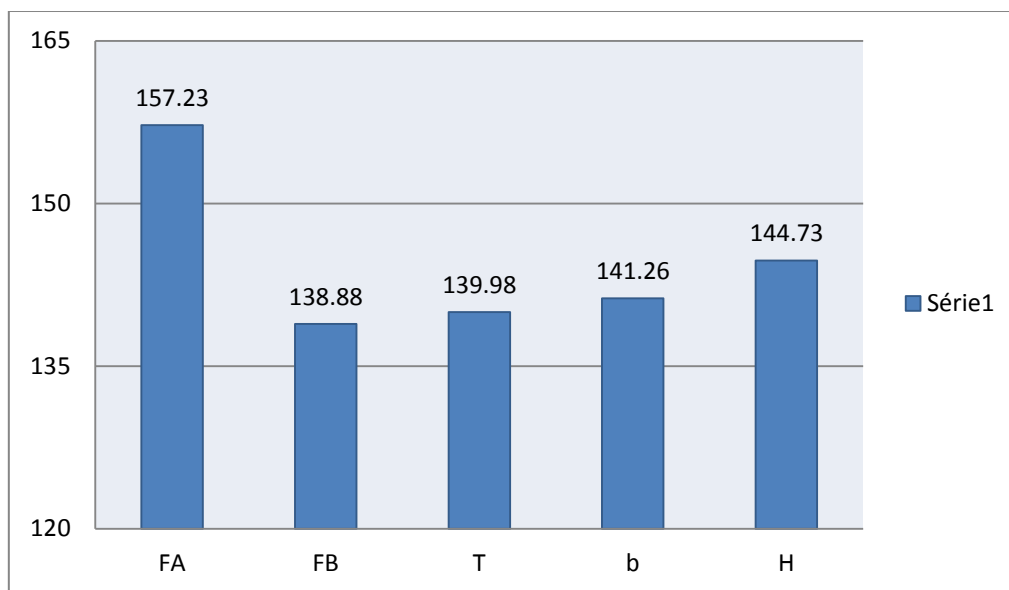


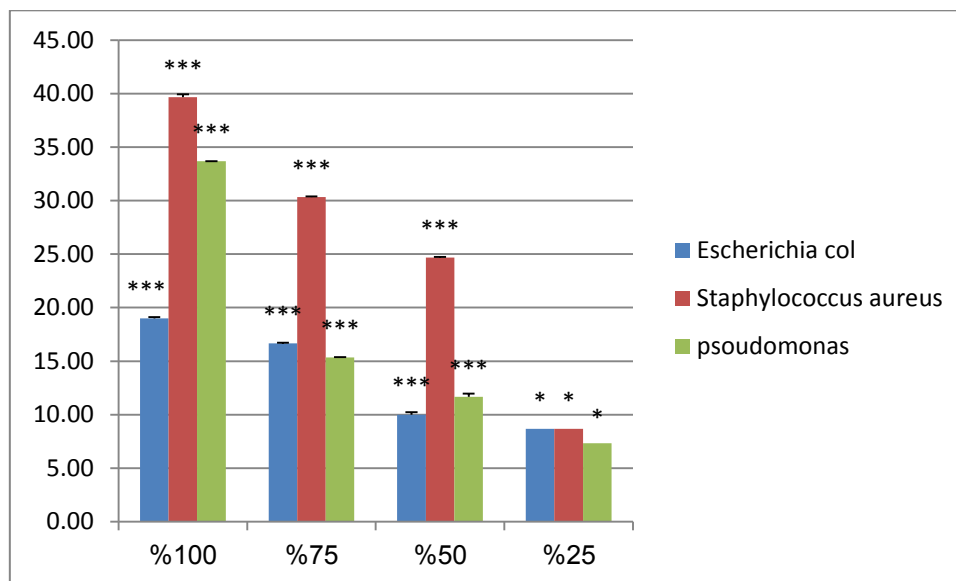
Figure III.4 : Courbe représentant les valeurs de Flavonoïde A (FA) , Flavonoïde B (FB), Tannin (T), Extrait brut (b) et Huiles essentielles (H) de *Cymbopogon citratus*.

Les résultats indiquent clairement une augmentation des valeurs SPF de tous les extraits ce qui signifie une propriété photoprotectrice très efficace des extraits de la citronnelle en particulier les flavonoïdes A (phase d'acétate d'éthyle) par une valeur SPF hautement élevée (157.23). Ces résultats sont cohérents avec des études de (Yaseen, M., et al (2018). dans lesquelles des extraits de *C. citratus* de Lahore, Pakistan ont été étudiés pour le facteur de photoprotection. Dans cette étude, il a été démontré que l'extrait brut possédait des capacités photoprotectrices (SPF= 8.5) (Yaseen, M., et al (2018).

Un groupe de chercheurs sri-lankais a axé son examen sur l'évaluation de l'activité photoprotectrice de divers extraits aqueux de plantes à une concentration fixe de 1 mg/ml. Parmi les extraits testés, *Atalantia ceylanica*, *Hibiscus furcatus*, *Leucas zeylanica*, *Mollugo cerviana*, *Oxalis zeylanica* et *Ophiorrhiza mungos* présentaient un facteur de protection solaire (FPS) de ≥ 25 , dépassant même deux disponibles dans le commerce crèmes photoprotectrices utilisées comme composés de référence. De plus, une activité antioxydante élevée des extraits a également été observée dans le test DPPH (Napagoda, M. T., et al (2016).

III.1.4 Activité anti microbienne :

Les résultats montre une sensibilité remarquable de *Staphylococcus aureus* a été observée. Les résultats de Benkhherara. (2015) corroborent la sensibilité de *Staphylococcus aureus*, donnant les mêmes résultats.



. **Figure III.5** : Résultats de l'inhibition de la croissance bactérienne en présence d'extrait d'huile essentielle de *Cymbopogon citratus*.

Les résultats montre une sensibilité remarquable de *Staphylococcus aureus* a été observée. Les résultats de Benkhherara. (2015) corroborent la sensibilité de *Staphylococcus aureus*, donnant les mêmes résultats.

Selon les résultats de l'étude de Bounihi (2016), les huiles essentielles ont démontré une activité contre toutes les souches bactériennes. En effet, *Staphylococcus aureus* a montré la plus forte sensibilité aux HE parmi les souches testés, tandis que *Pseudomonas aeruginosa* et *E.coli* ont montré une sensibilité moyenne (Bounihi, A. (2016).

Nos résultats s'alignent sur la littérature indiquant que les bactéries à Gram positif présentent la plus grande sensibilité aux huiles essentielles. L'absence de couche de peptidoglycane dans les bactéries à Gram positif les rend plus vulnérables aux agents antibactériens car elle

empêche le passage des huiles essentielles à travers leur paroi cellulaire. La large gamme inhibitrice d'huiles essentielles contre diverses bactéries à Gram positif, à Gram négatif et même multirésistantes est attribuée aux divers composés chimiques présents dans ces huiles (Bounihi, A. (2016).

Ces résultats fournissent des preuves à l'appui de notre hypothèse selon laquelle les huiles essentielles peuvent servir de solution antibactérienne et antifongique alternative pour les souches résistantes aux antibiotiques standard.

Conclusion
et

Perspectives

Conclusion

Les plantes médicinales sont très importantes pour les êtres humains dans la préservation de la santé humaine. Il existe un intérêt croissant pour l'évaluation pharmacologique de diverses plantes utilisées dans le système de médecine traditionnelle indienne. La citronnelle est un utilisées dans la technologie alimentaire ainsi que dans la médecine traditionnelle. En raison du nouvel attrait pour les produits naturels obtenus à partir de la citronnelle, une étude phytochimique et pharmacologique appropriée est nécessaire, qui ouvrira de nouvelles avenues pharmacologiques pour cette magnifique plante qui sont utiles pour l'expérimentation clinique et aussi dans le développement de nouveaux médicaments.

Les résultats de cette étude ont montré que les feuilles de *Cymbopogon citratus* ont une activité antioxydante, la fraction flavonoïde étant la plus active. L'étude a également montré que la partie aérienne de *Cymbopogon citratus* contient une forte teneur en composés polyphénoliques (Naringine à forte concentration) et que son activité antioxydante peut être attribuée à la présence de ces constituants. Aussi les précieux résultats des extraits de *C.citratus* au test de protection UV ouvrent un nouvel horizon dans la fabrication de crèmes solaires à base de cette plante.

Les résultats de cette étude ont également montré l'efficacité des huiles essentielles de cette plante dans la lutte contre les germes pathogènes. Ce qui laisse entrevoir la possibilité de trouver des alternatives plus efficaces aux produits antibactériens chimiques manufacturés.

Perspective

Vu l'importance de ces résultats :

-Ce travail nécessite d'autres études approfondies pour séparer des extrait plus spécialisé et plus efficace pour déterminer des nouvelles substances bioactives naturelles pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques.

- Il est nécessaire déterminer la dose optimal pour éviter les effets indésirables de la plante.

- Déterminer d'autres activités comme : l'activité anticancéreuse, antidiabétique, etc....

Références

Bibliographiques

Référence :

- Akhila, A. (2009). Essential oil-bearing grasses: the genus *Cymbopogon*. CRC press.
- Ali, A., Cottrell, J. J., & Dunshea, F. R. (2022). LC-MS/MS Characterization of Phenolic Metabolites and Their Antioxidant Activities from Australian Native Plants. *Metabolites*, 12(11), 1016.
- Ali, A., Zahid, H. F., Cottrell, J. J., & Dunshea, F. R. (2022). A Comparative Study for Nutritional and Phytochemical Profiling of *Coffea arabica* (C. arabica) from Different Origins and Their Antioxidant Potential and Molecular Docking. *Molecules*, 27(16), 5126.
- Arhoghro, E. M., Kpomah, D. E., & Uwakwe, A. A. (2012). Curative potential of aqueous extract of Lemon Grass (*Cymbopogon citratus*) on cisplatin induced hepatotoxicity in Albino Wistar Rats. *J Phys Pharm Adv*, 2(2), 282-294.
- Asaolu, M. F., Oyeyemi, O. A., & Olanlokun, J. O. (2009). Chemical compositions, phytochemical constituents and in vitro biological activity of various extracts of *Cymbopogon citratus*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(12), 1920-1922.
- Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., & Khebri, S. (2010). Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese science journal*, 11(1), 69-81.
- Avoseh, O., Oyedeji, O., Rungqu, P., Nkeh-Chungag, B., & Oyedeji, A. (2015). *Cymbopogon* species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. *Molecules*, 20(5), 7438-7453.
- Bachiega, T. F., & Sforcin, J. M. (2011). Lemongrass and citral effect on cytokines production by murine macrophages. *Journal of ethnopharmacology*, 137(1), 909-913.
- Barbosa, L. C. A., Pereira, U. A., Martinazzo, A. P., Maltha, C. R. Á., Teixeira, R. R., & Melo, E. D. C. (2008). Evaluation of the chemical composition of Brazilian commercial *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf samples. *Molecules*, 13(8), 1864-1874.
- Bassolé, I. H. N., Lamien-Meda, A., Bayala, B. O. L. C., Obame, L. C., Ilboudo, A. J., Franz, C., ... & Dicko, M. H. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. *Phytomedicine*, 18(12), 1070-1074.

REFERENCE

- Baydar, N. G., Sagdic, O., Ozkan, G., & Cetin, S. (2006). Determination of antibacterial effects and total phenolic contents of grape (*Vitis vinifera* L.) seed extracts. *International journal of food science & technology*, 41(7), 799-804.
- Bekkara, F., Jay, M., Viricel, M. R., & Rome, S. (1998). Distribution of phenolic compounds within seed and seedlings of two *Vicia faba* cvs differing in their seed tannin content, and study of their seed and root phenolic exudations. *Plant and Soil*, 203, 27-36.
- Bendová, H., Akrman, J., Krejčí, A., Kubáč, L., Jírová, D., Kejlová, K., ... & Malý, M. (2007). In vitro approaches to evaluation of Sun Protection Factor. *Toxicology in vitro*, 21(7), 1268-1275.
- BENNECIF LAMIA, O. Z. (2019). Evaluation de l'activité de l'huile essentielle de *Schinus molle* vis-à-vis d'*Aspergillus niger*, moisissure du blé de stockage non traité (Doctoral dissertation).
- Blanco, M. M., Costa, C. A. R. A., Freire, A. O., Santos Jr, J. G., & Costa, M. (2009). Neurobehavioral effect of essential oil of *Cymbopogon citratus* in mice. *Phytomedicine*, 16(2-3), 265-270.
- Boucher, H. W., & Corey, G. R. (2008). Epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clinical infectious diseases*, 46(Supplement_5), S344-S349.
- Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technology*, (9), 14.
- Bounihi, A. (2016). Criblage phytochimique, Étude Toxicologique et Valorisation Pharmacologique de *Melissa officinalis* et de *Mentha rotundifolia* (Lamiacées) (Doctoral dissertation).
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Burkhill, I. H. (1966). A dictionary of the economic products of the Malay Peninsula. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kuala Lumpur, Malaysia, 1, 169-197.
- Burkill, I. H. (1935). Some changes in plant-names. *Bulletin of Miscellaneous Information (Royal Botanic Gardens, Kew)*, 1935(5), 316-319.

REFERENCE

- Carbajal, D., Casaco, A., Arruzazabala, L., Gonzalez, R., & Tolon, Z. (1989). Pharmacological study of *Cymbopogon citratus* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 25(1), 103-107.
- Cardoso, J., & Soares, M. J. (2010). In vitro effects of citral on *Trypanosoma cruzi* metacyclogenesis. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105, 1026-1032.
- Celiktas, O. Y., Kocabas, E. H., Bedir, E., Sukan, F. V., Ozek, T., & Baser, K. H. C. (2007). Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*, 100(2), 553-559.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2003). Outbreaks of community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin infections--Los Angeles County, California, 2002-2003. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 52(5), 88..
- CHOUIKH, A., CHEMSA, A. E., AOUNALLAH, C., AOUNALLAH, I., & Fatma, A. L. I. A. (2020). Phytochemical study, nutritive value, antioxidant and anti-inflammatory activities of phenolic extracts from desert plant *Calligonum comosum* L'Hér. *ALGERIAN JOURNAL OF BIOSCEINCES*, 1(02), 68-75.
- Coudé-Gaussen, G. (1987). The perisaharan loess: sedimentological characterization and paleoclimatical significance. *GeoJournal*, 15, 177-183
- Danlami, U., Rebecca, A., Machan, D. B., & Asuquo, T. S. (2011). Comparative study on the antimicrobial activities of the ethanolic extracts of lemon grass and *Polyalthia longifolia*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, (Issue), 174-176.
- Ekpenyong, C. E., Akpan, E. E., & Daniel, N. E. (2014). Phytochemical constituents, therapeutic applications and toxicological profile of *Cymbopogon citratus* Stapf (DC) leaf extract. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(1), 133-141.
- Ekpenyong, C. E., Daniel, N. E., & Antai, A. B. (2015). Bioactive natural constituents from lemongrass tea and erythropoiesis boosting effects: potential use in prevention and treatment of anemia. *Journal of medicinal food*, 18(1), 118-127.
- Ewers, C., Antão, E. M., Diehl, I., Philipp, H. C., & Wieler, L. H. (2009). Intestine and environment of the chicken as reservoirs for extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* strains with zoonotic potential. *Applied and environmental microbiology*, 75(1), 184-192.

REFERENCE

- Ferrero, L., Pissavini, M., & Doucet, O. (2010). How a calculated model of sunscreen film geometry can explain in vitro and in vivo SPF variation. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 9(4), 540-551.
- Figueirinha, A., Cruz, M. T., Francisco, V., Lopes, M. C., & Batista, M. T. (2010). Anti-inflammatory activity of *Cymbopogon citratus* leaf infusion in lipopolysaccharide-stimulated dendritic cells: contribution of the polyphenols. *Journal of Medicinal Food*, 13(3), 681-690.
- Figueirinha, A., Paranhos, A., Pérez-Alonso, J. J., Santos-Buelga, C., & Batista, M. T. (2008). *Cymbopogon citratus* leaves: Characterization of flavonoids by HPLC–PDA–ESI/MS/MS and an approach to their potential as a source of bioactive polyphenols. *Food Chemistry*, 110(3), 718-728
- Filipov, A. (1994). Medicinal plants of the Pilaga of Central Chaco. *Journal of Ethnopharmacology*, 44(3), 181-193.
- Fleury, H. J. (2009). *Abrégé de virologie humaine*. 5ème édi. ti.
- Fokom, R., Adamou, S., Essono, D., Ngwasiri, D. P., Eke, P., Mofor, C. T., ... & Sharma, A. K. (2019). Growth, essential oil content, chemical composition and antioxidant properties of lemongrass as affected by harvest period and arbuscular mycorrhizal fungi in field conditions. *Industrial Crops and Products*, 138, 111477.
- Francisco, V., Costa, G., Figueirinha, A., Marques, C., Pereira, P., Neves, B. M., ... & Batista, M. T. (2013). Anti-inflammatory activity of *Cymbopogon citratus* leaves infusion via proteasome and nuclear factor- κ B pathway inhibition: Contribution of chlorogenic acid. *Journal of ethnopharmacology*, 148(1), 126-134.
- Francisco, V., Figueirinha, A., Neves, B. M., García-Rodríguez, C., Lopes, M. C., Cruz, M. T., & Batista, M. T. (2011). *Cymbopogon citratus* as source of new and safe anti-inflammatory drugs: bio-guided assay using lipopolysaccharide-stimulated macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*, 133(2), 818-827.
- Ganjewala, D. (2009). *Cymbopogon* essential oils: Chemical compositions and bioactivities. *International journal of essential oil therapeutics*, 3(2-3), 56-65.
- Gbenou, J. D., Ahounou, J. F., Akakpo, H. B., Laleye, A., Yayi, E., Gbaguidi, F., ... & Kotchoni, S. O. (2013). Phytochemical composition of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus*

REFERENCE

citriodora essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats. *Molecular biology reports*, 40, 1127-1134.

Godwin, A., Daniel, G. A., Shadrack, D., Elom, S. A., Afua, N., Ab, K., ... & Wisdom, A. (2014). Determination of elemental, phenolic, antioxidant and flavonoid properties of Lemon grass (*Cymbopogon citratus* Stapf). *International Food Research Journal*, 21(5).

Goupy, P., Dufour, C., Loonis, M., & Dangles, O. (2003). Quantitative kinetic analysis of hydrogen transfer reactions from dietary polyphenols to the DPPH radical. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 615-622.

Gourine, N; Yousfi, M; Bombarda, I; Nadjem, B; Stocker, P; Gaydou, EM (2010). Antioxidant activities and chemical composition of essential oil of *Pistacia atlantica* from Algeria. *Ind. Crops Prod.* 31: 203-208.

Grenand, P., Moretti, C., Jacquemin, H., & Prévost, M. F. (2004). *Pharmacopées traditionnelles en Guyane: Créoles. Wayãpi, Palikur*. Paris: IRD Editions, 816, 16110967.

Guala, G. (2019). *Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*.

Habila, N., Agbaji, A. S., Ladan, Z., Bello, I. A., Haruna, E., Dakare, M. A., & Atolagbe, T. O. (2010). Evaluation of in vitro activity of essential oils against *Trypanosoma brucei brucei* and *Trypanosoma evansi*. *Journal of Parasitology Research*, 2010.

Ito, N., Nagai, T., Oikawa, T., Yamada, H., & Hanawa, T. (2011). Antidepressant-like effect of l-perillaldehyde in stress-induced depression-like model mice through regulation of the olfactory nervous system. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011.

Iwu, M. M. (2014). *Handbook of African medicinal plant*. 2e édit CRC Press Inc. Boca Raton Floride p, 202.

Iwu, M. M. (2014). *Handbook of African medicinal plants*.

Jeong, M. R., Park, P. B., Kim, D. H., Jang, Y. S., Jeong, H. S., & Choi, S. H. (2009). Essential oil prepared from *Cymbopogon citratus* exerted an antimicrobial activity against plant pathogenic and medical microorganisms. *Mycobiology*, 37(1), 48-52.

Karami, S., Yargholi, A., Sadati Lamardi, S. N., Soleymani, S., & Shirbeigi, L. (2021). A review of ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Cymbopogon* species. *Research Journal of Pharmacognosy*, 8(3), 83-112.

REFERENCE

- Kartal, N., Sokmen, M., Tepe, B., Daferera, D., Polissiou, M., & Sokmen, A. (2007). Investigation of the antioxidant properties of *Ferula orientalis* L. using a suitable extraction procedure. *Food chemistry*, *100*(2), 584-589..
- Karunamoorthi, K., & Ilango, K. (2010). Larvicidal activity of *Cymbopogon citratus*. *European review for medical and pharmacological sciences*, *14*, 57-62.
- Karunamoorthi, K., Ilango, K., & Murugan, K. (2010). Laboratory evaluation of traditionally used plant-based insect repellent against the malaria vector *Anopheles arabiensis* Patton (Diptera: Culicidae). *Parasitology research*, *106*, 1217-1223.
- Kefalas, P., Kallithraka, S., Parejo, I., & Makris, D. P. (2003). Note: a comparative study on the in vitro antiradical activity and hydroxyl free radical scavenging activity in aged red wines. *Food science and technology international*, *9*(6), 383-387.
- Kerr, K. G., & Snelling, A. M. (2009). *Pseudomonas aeruginosa*: a formidable and ever-present adversary. *Journal of Hospital Infection*, *73*(4), 338-344.
- Khadri, A., Neffati, M., Smiti, S., Falé, P., Lino, A. R. L., Serralheiro, M. L. M., & Araújo, M. E. M. (2010). Antioxidant, antiacetylcholinesterase and antimicrobial activities of *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng (lemon grass) from Tunisia. *LWT-Food Science and Technology*, *43*(2), 331-336.
- Khelef, Y., Chouikh, A., Rebiai, A., Neffar, S., Chefrou, A., Adjal, E. H., & Alia, F. (2019). Biochemical, quantitative and qualitative phenolic compounds, anti-free radical's activities of *Calligonum comosum* collected from different sites in the Algerian Desert. *Biharean Biologist*, *13*(2), 71-6.
- Kimera, Z. I., Mgaya, F. X., Misinzo, G., Mshana, S. E., Moremi, N., & Matee, M. I. (2021). Multidrug-resistant, including extended-spectrum beta lactamase-producing and quinolone-resistant, *Escherichia coli* isolated from poultry and domestic pigs in dar es salaam, Tanzania. *Antibiotics*, *10*(4), 406.
- Koffi, M., De Meeûs, T., Bucheton, B., Solano, P., Camara, M., Kaba, D., ... & Jamonneau, V. (2009). Population genetics of *Trypanosoma brucei gambiense*, the agent of sleeping sickness in Western Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(1), 209-

REFERENCE

- Kouame, N. M., Kamagate, M., Koffi, C., Die-Kakou, H. M., Yao, N. A. R., & Kakou, A. (2016). *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: ethnopharmacologie, phytochimie, activités pharmacologiques et toxicologie
- Laneri, N., Schwartz, M., Ur, J., Valentini, S., D'AGOSTINO, A., Berthon, R., & Halde, M. M. (2008). The Hirbemerdon Tepe Archaeological Project 2006-2007: A Preliminary Report on the Middle Bronze Age Architectural Complex and the Survey of the Site Catchment Area. *Anatolica*, 34, 177-239.
- Lee, H. J., Jeong, H. S., Kim, D. J., Noh, Y. H., Yuk, D. Y., & Hong, J. T. (2008). Inhibitory effect of citral on NO production by suppression of iNOS expression and NF- κ B activation in RAW264. 7 cells. *Archives of Pharmacal Research*, 31, 342-349.
- Leite, J., Maria De Lourdes, V. S., Maluf, E., Assolant, K., Suchecki, D., Tufik, S., ... & Carlini, E. A. (1986). Pharmacology of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf). III. Assessment of eventual toxic, hypnotic and anxiolytic effects on humans. *Journal of Ethnopharmacology*, 17(1), 75-83.
- Lim, J. Y., Yoon, J. W., & Hovde, C. J. (2010). A brief overview of *Escherichia coli* O157:H7 and its plasmid O157. *Journal of microbiology and biotechnology*, 20(1), 5.
- Locksley, H. D., Fayez, M. B. E., Radwan, A. S., Chari, V. M., Cordell, G. A., & Wagner, H. (1982). Constituents of local plants. *Planta medica*, 45(05), 20-22.
- Lonkar, P. B., Chavan, U. D., Pawar, V. D., Bansode, V. V., & Amarowicz, R. (2013). Studies on preparation and preservation of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* (Steud) Wats) powder for tea. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 585-592.
- Lowy, F. D. (1998). *Staphylococcus aureus* infections. *New England journal of medicine*, 339(8), 520-532.
- Machado, M., Pires, P., Dinis, A. M., Santos-Rosa, M., Alves, V., Salgueiro, L., ... & Sousa, M. C. (2012). Monoterpenic aldehydes as potential anti-*Leishmania* agents: activity of *Cymbopogon citratus* and citral on *L. infantum*, *L. tropica* and *L. major*. *Experimental parasitology*, 130(3), 223-231.
- Majewska, E., Kozłowska, M., Gruszczynska-Sekowska, E., Kowalska, D., & Tarnowska, K. (2019). Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil: extraction, composition, bioactivity and uses for food preservation-a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(4).

REFERENCE

- Mansur, J. D. S., Breder, M. N. R., Mansur, M. C. D. A., & Azulay, R. D. (1986). Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An. Bras. Dermatol*, 121-4.
- Manvitha, K., & Bidya, B. (2014). Review on pharmacological activity of *Cymbopogon citratus*. *Int J Herb Med*, 6, 7.
- Matkowski, A., & Piotrowska, M. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activities of some medicinal plants from the Lamiaceae. *Fitoterapia*, 77(5), 346-353.
- Mbanga, L., Mpiana, P. T., Mbala, M., Ilinga, L., Ngoy, B., Mvingu, K., & Mulenga, M. (2015). Comparative in vitro Sun Protection Factor (SPF) values of some herbal extracts found in Kinhasa by Ultraviolet Spectrophotometry. *J. of Physical and Chemical Sciences*, 2(4), 1-6.
- Mirghani, M. E. S., Liyana, Y., & Parveen, J. (2012). Bioactivity analysis of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil.
- Mishra A.K., A. Mishra, & P. Chattopadhyay. Assessment of In vitro Sun Protection Factor of *Calendula Officinalis* L. (Asteraceae) Essential Oil Formulation. *Journal of Young Pharmacists*. 4(1): 17–21 (2012).
- Mourad, B., Mihoub, Z. M., & Sétif, U. F. A. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister, Université Ferhat Abbas-Setif.
- Mueller-Oerlinghausen, B., Ngamwathana, W., & Kanchanapee, P. (1971). Investigation into Thai medicinal plants said to cure diabetes. *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet*, 54(2), 105-112.
- Mulcahy, L. R., Isabella, V. M., & Lewis, K. (2014). *Pseudomonas aeruginosa* biofilms in disease. *Microbial ecology*, 68, 1-12.
- Nair, E. V. G. (1977). Essential oil of East Indian lemongrass: Present position in India and scope of its development. *Cultivation & Utilisation of Medicinal and Aromatic Plants*
- Nambiar, V. S., & Matela, H. (2012). Potential functions of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) in health and disease. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives*, 3(5), 1035-1043.

REFERENCE

- Napagoda, M. T., Malkanthi, B. M. A. S., Abayawardana, S. A. K., Qader, M. M., & Jayasinghe, L. (2016). Photoprotective potential in some medicinal plants used to treat skin diseases in Sri Lanka. *BMC complementary and alternative medicine*, 16, 1-6.
- Negrelle, R. R. B., & Gomes, E. C. (2007). *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: chemical composition and biological activities. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 9(1), 80-92.
- Nomiri, S., Hoshyar, R., Ambrosino, C., Tyler, C. R., & Mansouri, B. (2019). A mini review of bisphenol A (BPA) effects on cancer-related cellular signaling pathways. *Environmental science and pollution research*, 26, 8459-8467.
- Ojo, O. O., Kabutu, F. R., Bello, M., & Babayo, U. (2006). Inhibition of paracetamol-induced oxidative stress in rats by extracts of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and green tea (*Camellia sinensis*) in rats. *African Journal of Biotechnology*, 5(12).
- Oliveira, V. C., Moura, D. M., Lopes, J. A., de Andrade, P. P., da Silva, N. H., & Figueiredo, R. C. (2009). Effects of essential oils from *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., *Lippia sidoides* Cham., and *Ocimum gratissimum* L. on growth and ultrastructure of *Leishmania chagasi* promastigotes. *Parasitology research*, 104, 1053-1059.
- Olivero-Verbel, J., Nerio, L. S., & Stashenko, E. E. (2010). Bioactivity against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils grown in Colombia. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 66(6), 664-668.
- Onyedikachi, U. B., Awah, F. M., Chukwu, C. N., & Ejiofor, E. (2021). Essential Oil of Grown in Umuahia: A Viable Candidate for Anti-Inflammatory and Antioxidant Therapy. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 25(1), 1-14.
- Osterwalder, U., & Herzog, B. S. P. F. (2009). Sun protection factors: world wide confusion. *British Journal of Dermatology*, 161(s3), 13-24.
- Parr, A. J., & Bolwell, G. P. (2000). Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 985-1012.
- Pedroso, R. B., Ueda-Nakamura, T., Filho, B. P. D., Cortez, D. A. G., Cortez, L. E. R., Morgado-Diaz, J. A., & Nakamura, C. V. (2007). Biological activities of essential oil obtained from *Cymbopogon citratus* on *Crithidia deanei*. *Acta Protozoologica*, 45(3), 231.

REFERENCE

- Praditvarn, L., & Sambhandharaksa, C. (1950). A study of the volatile oil from Siam lemongrass. *J Pharm Assoc Siam*, 3(2), 87-92.
- Puatanachokchai, R., Kishida, H., Denda, A., Murata, N., Konishi, Y., Vinitketkumnuen, U., & Nakae, D. (2002). Inhibitory effects of lemon grass (*Cymbopogon citratus*, Stapf) extract on the early phase of hepatocarcinogenesis after initiation with diethylnitrosamine in male Fischer 344 rats. *Cancer letters*, 183(1), 9-15.
- Quisumbing, E. (1951). Medicinal plants of the Philippines. Department of Agriculture and Commerce, Philippine Islands Technical Bulletin., (16).
- Rao, M. L., & Savithramma, N. (2011). Phytochemical studies of *Svensonia hyderbadensis* (Walp.) Mold: A rare medicinal plant. *Der Pharm. Lett*, 3, 51-55.
- Rao, R. R., & Jamir, N. S. (1982). Ethnobotanical studies in Nagaland. I. Medicinal plants. *Economic Botany*, 36(2), 176-181.
- Rasigade, J. P., & Vandenesch, F. (2014). *Staphylococcus aureus*: a pathogen with still unresolved issues. *Infection, genetics and evolution*, 21, 510-514.
- Resnicow, K., Baranowski, T., Ahluwalia, J. S., & Braithwaite, R. L. (1999). Cultural sensitivity in public health: defined and demystified. *Ethnicity & disease*, 9(1), 10-21.
- Resnicow, K., Soler, R. E., Braithwaite, R. L., Selassie, M. B., & Smith, M. (1999). Development of a racial and ethnic identity scale for African American adolescents: The Survey of Black Life. *Journal of Black Psychology*, 25(2), 171-188.
- Ribeiro, R. V., Bieski, I. G. C., Balogun, S. O., & de Oliveira Martins, D. T. (2017). Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, 205, 69-102.
- Ritter, R. A., Monteiro, M. V. B., Monteiro, F. O. B., Rodrigues, S. T., Soares, M. L., Silva, J. C. R., ... & Tourinho, M. M. (2012). Ethnoveterinary knowledge and practices at Colares island, Pará state, eastern Amazon, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 144(2), 346-352.
- Rocha, R. P., Melo, E. D. C., Demuner, A. J., Radünz, L. L., & Corbín, J. B. (2011). Influence of drying air velocity on the chemical composition of essential oil from lemon grass. *African Journal of Food Science and Technology*, 2(6), 132-139.

REFERENCE

- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M., & Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry*, 91(4), 621-632.
- Safer, A. M., & Al-Nughamish, A. J. (1999). Hepatotoxicity induced by the anti-oxidant food additive, butylated hydroxytoluene (BHT), in rats: an electron microscopical study. *Histology and histopathology*, 14(2), 391-406
- Santoro, G. F., Cardoso, M. G., Guimarães, L. G. L., Freire, J. M., & Soares, M. J. (2007). Anti-proliferative effect of the essential oil of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (lemongrass) on intracellular amastigotes, bloodstream trypomastigotes and culture epimastigotes of *Trypanosoma cruzi* (Protozoa: Kinetoplastida). *Parasitology*, 134(11), 1649-1656.
- SATLI, M. M. (2017). Etude du portage rhinopharyngé du pneumocoque chez les nourrissons ayant une OMA à Marrakech THESE.
- Sayre, R. M., Agin, P. P., LeVee, G. J., & Marlowe, E. (1979). A comparison of in vivo and in vitro testing of suncreening formulas. *Photochemistry and Photobiology*, 29(3), 559-566.
- Schalka, S., & Reis, V. M. S. D. (2011). Sun protection factor: meaning and controversies. *Anais brasileiros de dermatologia*, 86, 507-515.
- Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B., & Mann, A. S. (2011). Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass). *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, 2(1), 3
- Silva, C. D. B. D., Guterres, S. S., Weisheimer, V., & Schapoval, E. E. (2008). Antifungal activity of the lemongrass oil and citral against *Candida* spp. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 12, 63-66.
- Sofaer, H. R., Jarnevich, C. S., Pearse, I. S., Smyth, R. L., Auer, S., Cook, G. L., ... & Hamilton, H. (2019). Development and delivery of species distribution models to inform decision-making. *BioScience*, 69(7), 544-557.
- Spring, M. A. (1989). Ethnopharmacologic analysis of medicinal plants used by Laotian Hmong refugees in Minnesota. *Journal of ethnopharmacology*, 26(1), 65-91
- Taliaferro, C. M., Rouquette Jr, F. M., & Mislevy, P. (2004). Bermudagrass and stargrass. *Warm-season (C4) grasses*, 45, 417-475.

REFERENCE

- Tangpu, V., & Yadav, A. K. (2006). Antidiarrhoeal activity of *Cymbopogon citratus* and its main constituent, citral. *Pharmacologyonline*, 2, 290-298.
- Tchoumboungang, F., Zollo, P. A., Dagne, E., & Mekonnen, Y. (2005). In vivo antimalarial activity of essential oils from *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* on mice infected with *Plasmodium berghei*. *Planta medica*, 71(01), 20-23.
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., & Sokmen, A. (2006). Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chemistry*, 95(2), 200-204.
- Timothy, S. Y., Helga, B. I., Bomai, H. I., & Musa, A. H. (2015). Acute and subchronic toxicity study of the aqueous and ethanolic extracts of *Mitragyna inermis* bark in albino rats. *International Journal of Pharmacology and Toxicology*, 5(1), 24-32.
- Tiwari, M., Dwivedi, U. N., & Kakkar, P. (2010). Suppression of oxidative stress and pro-inflammatory mediators by *Cymbopogon citratus* D. Stapf extract in lipopolysaccharide stimulated murine alveolar macrophages. *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), 2913-2919.
- Tovar, L. P., Pinto, G. M., Wolf-Maciel, M. R., Batistella, C. B., & Maciel-Filho, R. (2011). Short-Path-Distillation process of lemongrass essential oil: Physicochemical characterization and assessment quality of the distillate and the residue products. *Industrial & engineering chemistry research*, 50(13), 8185-8194
- Viana, G. S. B., Vale, T. G., Pinho, R. S. N., & Matos, F. J. A. (2000). Antinociceptive effect of the essential oil from *Cymbopogon citratus* in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 70(3), 323-327.
- Vinagre, J., Almeida, A., Pópulo, H., Batista, R., Lyra, J., Pinto, V., ... & Soares, P. (2013). Frequency of TERT promoter mutations in human cancers. *Nature communications*, 4(1), 2185.
- Vinitketkumnien, U., Puatanachokchai, R., Kongtawelert, P., Lertprasertsuke, N., & Matsushima, T. (1994). Antimutagenicity of lemon grass (*Cymbopogon citratus* Stapf) to various known mutagens in salmonella mutation assay. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 341(1), 71-75.
- Wang, W., Wu, N., Zu, Y. G., & Fu, Y. J. (2008). Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food chemistry*, 108(3), 1019-1022.

REFERENCE

- Watanabe, C., Hokari, R., Komoto, S., Kurihara, C., Okada, Y., Matsunaga, H., ... & Miura, S. (2010). Lemon grass (*Cymbopogon citratus*) ameliorates murine spontaneous ileitis by decreasing lymphocyte recruitment to the inflamed intestine. *Microcirculation*, 17(5), 321-
- Xu, C., Kong, L., Liao, Y., Tian, Y., Wu, Q., Liu, H., & Wang, X. (2022). Mini-Review: Antibiotic-Resistant *Escherichia coli* from Farm Animal-Associated Sources. *Antibiotics*, 11(11), 1535.
- Yaseen, M., Mahmood, T., Yousaf, A. M., Shahzad, Y., Bjørklund, G., & Lysiuk, R. (2018). Formulation, characterization and in-vitro sun protection factor of a lemongrass sunscreen lotion: Sun protection factor of a lemongrass sunscreen lotion. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 55(2), 11-20.
- Yi, Z., Yu, Y., Liang, Y., & Zeng, B. (2008). In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of *Pericarpium Citri Reticulatae* of a new Citrus cultivar and its main flavonoids. *LWT-Food Science and technology*, 41(4), 597-603.
- Zhao, Y., Yin, X., Qin, H., Zhu, F., Liu, H., Yang, W., ... & Deng, H. (2008). Two supporting factors greatly improve the efficiency of human iPSC generation. *Cell stem cell*, 3(5), 475-479.