

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
Mémoire de fin d'études

Présenté par

CHERIEF Wassila
MESSAOUDENE Nassira

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE
Spécialité: Biotechnologie et Valorisation des Plantes

THÈME

**Etude comparative de l'activité antibactérienne de
Cestrum nocturnum (Galant de nuit)**

Soutenue publiquement le /09/2020

DEVANT LE JURY

Président	Mr NEBBACHE Salim	MCA U. de Mostaganem
Examineur	Mr TAHRI Miloud	MCB U. de Mostaganem
Encadreur	Mr CHADLI Rabah	Pr U. de Mostaganem

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nos avoir accordé le courage et la force de mener à bien ce modeste travail.

Nous désirons exprimer nos profonds remerciements et vive reconnaissance à notre Promotrice **Mr. CHADLI Rabah** Professeur à l'université Abd El Hamid Ibn Badis Mostaganem

Pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, Parce qu'il nous a donné beaucoup de liberté, mais il n'était pas loin pour nous conduire, Leur disponibilité, leurs précieux conseils, La confiance qu'elles nous ont accordées et pour leur suivi régulier pendant la réalisation de ce travail.

Nous remercions également **Mr. NEBBACH Salim** MCA à l'université Abd El Hamid Ibn Badis Mostaganem, pour nous avoir accepté de présider cette mémoire, nous souhaitons que ce travail soit le témoignage de notre reconnaissance, nos profonds respects.

Ainsi que, Nous remercions **Mr. TAHRI Miloud** MCB à l'université Abd El Hamid Ibn Badis Mostaganem. d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous nos professeurs qui ont contribué dans notre parcours universitaire.

Nous remercions *Mme. SEKKEL F.* et *Mr. BENTAHER M.* pour votre conseil et votre soutien durant les semestres et la positivité ...

A toute personne ayant participé à la rédaction de ce mémoire.

A tous nos collègues de promos de Master 2 Biotechnologie 2020, et nous n'oublions pas nos collègues de Licence Biochimie 2015.

Merci !

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire à mes chers parents,

J'espère qu'ils seront fiers de Moi

A mon frère : Mourad et leur petite famille,

*Miloud le deuxième frère avec leurs enfants qui sont mes petites sœurs et
frère*

A mes sœurs : Ilham et Fatine.

A mes amies Amina, Yamina, Chaimaa, Fadila, Nassira.

A Marwa, Houria, Halima.... et tout la promo de M2 B.v.P 2020

A la famille Cherief

Wassila

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents

Symbole de reconnaissance et de remerciements pour tout ce qu'ils m'ont

*Donné dans ma vie, leur encouragements et leur soutien tout au
long de mes études.*

*Que DIEU protège **ma mère et mon père***

Incha Allah.

*A mon marie qui m'a aidé durant la réalisation de ce
travail*

*La personne la plus adorable et la plus gentille,
Celui qui m'a encouragé pour terminer mes études,
et ma donnée l'espoir de la réussite.*

A mes très chères sœurs et mes très chers frères

A tout ma famille surtout la famille de mon marie

A tous mes amis (es) particulièrement : Wassila, Warda, Chaima

A tous ceux qui sont dans mes pensées et que je n'ai pas cités

Nassira

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique des plantes médicinales	
I.1. La phytothérapie	03
I.1.1. Historique	04
I.1.2. Définition de la phytothérapie	04
I.1.2.1. La phytothérapie moderne	04
I.1.2.2. La phytothérapie traditionnelle	04
I.2. Rappel sur la répartition des végétaux	05
I.2.1. La flore tropicale	05
I.2.2. La flore méditerranéenne	05
I.2.3. La flore de l'Algérie	06
I.3. Les plantes médicinales	06
I.3.1. Les Drogues végétales	07
I.3.2. Les principes actifs	07
I.4. Les métabolites des plantes.....	08
I.4.1. Les métabolites primaires	08

I.4.2. Les métabolites secondaires.....	08
I.4.2.1. Les principaux métabolites secondaires	09
I.4.2.1.1. Les huiles essentielles	09
I.4.2.1.1.1. Répartition et localisation de l'huile essentielle.....	10
I.4.2.1.1.2. Rôle et propriété des huiles essentiels	10
I.4.2.1.2. Les composées phénoliques	10
I.4.2.1.2.1. Rôle des composées phénoliques	10
I.4.2.1.2.2. Les principales classes de composées phénoliques	11
I.4.2.1.3. Les terpénoïdes	11
I.4.2.1.4. Les alcaloïdes	11
I.4.2.1.4.1. Les alcaloïdes pyrrolizidiniques	12
I.4.2.1.4.2. Les alcaloïdes tropaniques	12
I.4.2.1.4.3. Méthodes d'extraction des alcaloïdes.....	12
I.4.2.1.4.4. Utilisations des alcaloïdes par l'homme	12
I.4.2.2. Méthodes d'extraction des métabolites secondaires	13
I.4.2.2.1. Techniques conventionnels	13
I.4.2.2.1.a. Extraction par soxhlet	13
I.4.2.2.1.b. La macération	13
I.4.2.2.1.c. Hydrodistillation	13
I.4.2.2.2. Techniques non conventionnel	14
I.4.2.2.2.a. Extraction par champs électrique pulsé.....	14
I.4.2.2.2.b. Extraction par micro-onde	14
I.4.2.2.2.c. Extraction par fluides supercritique.....	14
I.4.2.2.2.d. Extraction par ultrasons	14
I.4.2.2.2.e. Extraction par fluides pressurisés et explosion à la vapeur	15

I.5. L'Activité antibactérienne	15
I.5.1. Les caractéristique de quelques souches bactériennes	15
I.5.1.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	15
I.5.1.2. <i>Bacillus subtilis</i>	15
I.5.1.3. <i>Escherichia coli</i>	16
I.5.1.4. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16
I.5.2. Méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne.....	16
I.5.2.1. Méthode par diffusion des disques	16
I.5.2.2. Méthode par dilution.....	17
I.5.3. Mode d'action des Huiles essentielles	17

Chapitre II : Etude descriptive de la plante étudiée *Cestrum nocturnum*

II. Etude descriptive de la plante étudiée <i>Cestrum nocturnum</i>	18
II.1. Présentation de la famille des Solanaceae	18
II.1.1. Chimiotaxonomie de la famille de Solanaceae	19
II.1.2. Présentation du Genre <i>Cestrum</i>	19
II.1.2.1. L'Étymologie	20
II.1.2.2. Les Caractères.....	20
II .1.3. Présentation de l'espèce <i>Cestrum nocturnum</i>	20
II .1.3.1. Classification taxonomique	21
II .1.3.2. Description botanique de <i>Cestrum nocturnum</i>	21
II .1.3.2.1. La Floraison	22
II .1.3.2.2. Propagation	23
II .1.3.3. Biotope et distribution géographique	23
II .1.3.4. Les conditions de Culture de <i>C.nocturnum</i>	23
II .1.3.4.1. Climat	23

II .1.3.4.2. Sol	23
II .1.3.4.3. Altitude	24
II .1.3.5. Les constituants chimiques de <i>Cestrum nocturnum</i>	24
II. 1.3.5.1. Phytoconstituants.....	24
II.1.3.5.2. les composés volatiles	25
II. 1.3.6. Contamination de <i>Cestrum nocturnum</i>	25
II. 1.3.7. L'activité biologique de <i>Cestrum nocturnum</i>	26
II. 1.3.8. Usages de genre <i>Cestrum</i>	26
II. 1.3.9. Les espèces voisines de <i>C .nocturnum</i> en Algérie.....	27
II. 1.3.9.1. <i>Cestrum parqui</i>	27
II. 1.3.9.2. <i>Cestrum fasciculatum</i>	27

Chapitre III : Méthode d'analyse des résultats

III. Méthode d'analyse des résultats	29
III.1. Résultats des travaux	29
III.1.a. L'activité antibactérienne	29
III.1.b. Criblage phytochimiques	31

Chapitre IV : Discussion des résultats

IV. Discussion des résultats.....	34
IV.1. L'activités antibactériennes	34
IV.2. Criblage phytochimiques	37
Conclusion	40

Références bibliographiques

Liste des abréviations

(V/V) : volume par volume

(W /V) : weight (masse) par volume

µg : microgramme

µl : microlitre

Alc : alcaloïdes

B. : Bacillus

C : *Cestrum*.

C : concentration

CV : Constituants volatiles.

E. : Escherichia

g : gramme

h : heur

HE : Huile essentiel.

mm : millimètre

MP : métabolite primaire

MS : Métabolite secondaire.

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium

OMS : Organisation Mondiale de la santé.

P. : Pseudomonas

RE : rendement

S. : staphylococcus

T° : température

ZIB : zone d'inhibition de bactéries

Liste des figures

Figure 01 : La plante entier de *Cestrum. nocturnum*.....22

Figure02 : les fleurs de *Cestrum. nocturnum*.....22

Figure 03 : L'activité antibactérienne des extraits aqueux et méthanolique des feuilles de *Cestrum nocturnum* (Chatterjee et al., 2007).....36

Figure 04 : L'activité antibactériennes d'huile essentielle et d'extrait méthanolique des fleurs de *Cestrum nocturnum* (Al-Reza et al., 2009).....36

Figure 05 : L'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de *Cestrum nocturnum* entière (Khan et al., 2011)37

Figure 06 : L'activité antibactériennes d'extraits méthanolique des fleuilles de *Cestrum nocturnum* (Rokade et al., 2018).....37

Liste des tableaux

Tableau 01 : Localisation de l'huile essentielle dans quelques plantes.....8

Tableau 02 : classification taxonomique de genre *Cestrum nocturnum*.....21

Tableau 03 : Phytoconstituants du *Cestrum nocturnum*24

Tableau 04 : les composés volatiles de *Cestrum nocturnum*.....25

Tableau 05 : comparaison entre *Cestrum nocturnum*, *Cestrum parqui* et *Cestrum fasciculatum*27

Tableau 06 : Etude comparative de l'activité antibactérienne de *Cestrum nocturnum*.....29

Tableau 07 : Résultats phytochimiques de l'huile essentielles et de l'extrait méthanoïque de *Cestrum nocturnum* réalisées par EL-Reza en 2009 et Salman en 201931

Tableau 08 : Screening phytochimiques des extrait méthanoïques de *Cestrum nocturnum* avec (+) Présence. (-)Absence.....32

Résumé

La flore d'Algérie possède une importance au développement des plantes aromatiques et médicinales. *Cestrum nocturnum* est une plante ornementale cultivée de famille de Solanaceae, il a des propriétés biologiques. La présente étude a été désignée pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques, aqueux et les huiles essentielles de *Cestrum nocturnum*. L'effet antibactérien a été déterminé sur quatre souches bactériennes par la méthode de diffusion de disques. Les résultats ont révélé que l'extrait méthanolique a plus large spectre d'activité antibactérienne. Les extraits ont montré que la plante riche en glycosides, alcaloïdes, saponines, phénols, flavonoïdes, tannins. Les composées phénoliques en corrélations linaires avec l'activité antibactérienne. Comme conclusion, Les extraits de *Cestrum nocturnum* sont une alternative contre les infections bactériennes et comme un développement des nouveaux agents antibactérien.

Mots-clés : *Cestrum nocturnum*, Solanaceae, Extrait méthanolique, Extrait aqueux, Huile essentielle, Activité antibactérienne.

ملخص

نباتات الجزائر مهمة لتنمية النباتات العطرية والطبية *Cestrum nocturnum* هو نبات الزينة المزروع من عائلة Solanaceae له الخصائص البيولوجية. وُصفت هذه الدراسة لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصات الزيوت الميثانولية والمائية والزيوت الأساسية لنبات *Cestrum nocturnum*. تم تحديد التأثير المضاد للبكتيريا على أربع سلالات بكتيرية بطريقة الانتشار القرصي. كشفت النتائج أن المستخلص الميثانولي له طيف أوسع من النشاط المضاد للبكتيريا. وأظهرت المستخلصات أن النبات غني بالجليكوسيدات والقلويدات والصابونين والفينولات والفلافونويد والعفص. المركبات الفينولية، في ارتباط خطي مع النشاط المضاد للبكتيريا. في الختام، تعتبر مستخلصات *Cestrum nocturnum* بديلاً ضد الالتهابات البكتيرية وكتطويراً لعوامل جديدة مضادة للبكتيريا.

الكلمات الدالة : *Cestrum nocturnum* ، Solanaceae ، مستخلص ميثانولي، مستخلص مائي ، زيت أساسي ، نشاط مضاد للبكتيريا.

Abstract

The flora of Algeria is important for the development of aromatic and medicinal plants. *Cestrum nocturnum* is a cultivated ornamental plant of the Solanaceae family, it has biological properties. The present study was designed to evaluate the antibacterial activity of methanolic, aqueous extracts and essential oils of *Cestrum nocturnum*. The antibacterial effect was determined on four bacterial strains using the disc diffusion method. The results revealed that the methanolic extract has a broader spectrum of antibacterial activity. The extracts showed that the plant is rich in glycosides, alkaloids, saponins, phenols, flavonoids, tannins. Phenolic compounds in linear correlation with antibacterial activity. As a conclusion, *Cestrum nocturnum* extracts are an alternative against bacterial infections and as a development of new antibacterial agents.

Keywords: *Cestrum nocturnum*, Solanaceae, Methanolic extract, Aqueous extract, Essential oil, Antibacterial activity.

Introduction

Introduction

La phytothérapie désigne la médecine basée sur les extraits de plantes et les principes actifs naturels. Dans notre société, l'utilisation des plantes et les produits à base de plantes est augmenté de façon très rapide, tous utilisent les plantes médicinales anarchiquement sans connaître le danger et le risque de ce-ci.

L'Algérie possède une flore extrêmement riche et variée représentée par des plantes aromatiques et médicinales.

Le climat présente l'ensemble des actions de l'atmosphère, c'est un facteur écologique déterminant pour la croissance et le développement des plantes, il intervient directement par ses effets sur les différents processus physiologiques et métaboliques et la succession des stades phénologiques (**Djebaili, 2013**).

Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de molécules à activités biologique et pharmacologique très variées. Tel que les métabolites primaires et secondaires, dans notre travail, nous nous intéressent par les métabolites secondaires tels que les huiles essentielles, les composés phénoliques, les terpénoïdes, et les alcaloïdes.

Pour le besoin de la présente étude, nous essaierons de proposer une comparaison entre des études et résultats de quelques travaux réalisés dans différentes régions du monde de *C.nocturnum*. Cette plante est parmi les plantes médicinales qui sont moins connues mais présentent un potentiel thérapeutique et ayant un impact écologique et économique fort intéressant.

Cestrum nocturnum L. Appartient à la famille des Solanacées. Elle est communément appelée galant de nuit, dame de la nuit ou Jessamine de la nuit. Qui pousse dans les zones tropicales et subtropicales des régions du monde. Le nom de l'espèce "nocturnum" fait référence aux espèces qui ont l'habitude d'ouvrir leurs petites fleurs très parfumées la nuit (**Rashed et al, 2018**). Croître dans les forêts humides ou mouillées, ainsi dans un sol moyen à humide léger et sableux et il ne tolère pas le gel et la sécheresse (**Shaista et Amirta, 2016**).

La contamination microbienne de cette plante a des effets néfastes sur la culture des tissus végétaux. La mortalité en culture, une croissance variable, une nécrose des tissus, une réduction des pousses, la prolifération et l'enracinement.

Cette plante contient des molécules bioactives majoritairement les métabolites secondaires tel que les huiles essentiels, les composés phénoliques, les terpénoïdes, et les alcaloïdes. La plus part de ces métabolites représentent des activités biologiques différentes parmi eux antioxydants, anticancéreux, antimicrobiennes, anti-inflammatoires.

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'une étude comparative des résultats de quelques travaux scientifiques. Ils concernent l'activité antimicrobienne des différents extraits de *Cestrum nocturnum* vis-à-vis de quatre souches bactériennes. *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* afin d'évaluer un pouvoir antibactérien important.

L'objectif de ce travail est d'évaluer le pouvoir antimicrobienne des extraits des différentes parties de *C. nocturnum*.

Le premier chapitre concerne la synthèse bibliographique des plantes médicinales, la phytothérapie, un rappel sur la répartition des végétaux avec l'importance de position d'Algérie, les plantes médicinales et leur métabolite secondaire dans l'effet antibactérienne

Le deuxième chapitre représente les travaux antérieurs consacrés à la description botanique, aux propriétés biologiques de la famille des Solanaceae, le genre *Cestrum*, et l'espèce de *C. nocturnum*.

Le troisième chapitre de notre mémoire concerne la méthode d'analyses des résultats d'activité antibactérienne et de criblage phytochimiques.

Le quatrième chapitre présente une discussion sur les résultats de l'étude comparative précédemment de troisième chapitre.

En terminant notre travail par une conclusion concerne l'activité antibactériennes des extraits de *Cestrum nocturnum*, avec une perspective.

Chapitre I

Synthèse bibliographique des plantes médicinales

I. Synthèse bibliographique des plantes médicinales

Depuis les siècles, l'homme à employer les plantes dans plusieurs domaines la parfumerie, la pharmacologie et l'agroalimentaire, grâce à leurs propriétés découvertes par hasard.

Les plantes synthétisent un grand nombre de composé, dont il n'y a pas très longtemps, on ne connaissait pas le rôle pour la plante .Ces composé ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse mais résultent de réaction chimiques ultérieures, d'où le nom de métabolites secondaires (**El haib, 2011**).

Dans le cadre de la progression de la médecine traditionnelle, il y a eu une importance croissant ces dernières époques dans l'étude des plantes médicinales et leurs utilisations traditionnelles dans différentes territoire du monde. Aujourd'hui, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), environ 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire. Des mérites économiques considérables dans l'évolution de la médecine traditionnelle et dans l'utilisation des plantes médicinales pour le traitement des diverses maladies ont été constatés d'où le besoin d'une valorisation de la médecine traditionnelle (**Kone, 2009**).

Certaines parties de plantes et substances naturelles ont été citées depuis longtemps pour leurs qualités au niveau nutritif ainsi que pour leurs avantages thérapeutiques. Lorsque nous nous dépendons sur l'histoire, nous nous apercevons que le savoir-faire de se soigner par les plantes remonte revient à des milliers d'années. A cette époque, elle est d'ailleurs la source unique de remèdes agissants contre des fréquentes affections (**Cadet, 2017**).

Plusieurs difficultés accompagnent le traitement des maladies par les médicaments conventionnels principalement leur inaccessibilité en particulier à cause de leur cout élever, la résistance progressive de l'agent pathogène vis-à-vis des substances actives et la manifestation d'effets secondaires sévères voire même toxique dans certains cas (**Kone, 2009**).

I.1. La phytothérapie

La phytothérapie exprimer « la thérapie par les plantes ». Elle est devenue de plus en plus une médecine à part entière grâce au regain d'intérêt de la population pour la

phytothérapie et qui nécessite donc un cadre réglementaire strict afin d'assurer une bonne dispensation et une bonne utilisation des différents produits disponibles (**Limonier, 2018**).

I.1.1. Historique

Le premier texte sur la médecine par les plantes a été gravé sur des plaques d'argile par les Sumériens, environ **3 000** ans avant Jésus Christ. Ils employaient des plantes telles le myrte, le chanvre et le thym. L'histoire de la phytothérapie est liée à celle de l'humanité, car dans toutes les cultures on a toujours compté sur les valeurs curatives des plantes pour soigner et guérir les hommes. Certaines cultures notamment en Chine et en Inde perpétuent depuis des siècles une longue tradition d'herboristerie, tandis qu'en Europe et Amérique du Nord, sa popularité fut plus fluctuante face à la médecine conventionnelle. (**Bellamine, 2017**).

I.1.2. Définition de la phytothérapie

Étymologiquement, du grec « phyton » qui désigne plante et « therapein » qui désigne soigner. La phytothérapie est l'utilisation de plantes ou de médicaments à base de plantes pour soigner les différents maux du corps humain. Ayant conjointement évolué avec le développement scientifique et industriel, la phytothérapie revêt désormais des pratiques variées. La littérature scientifique, de même que la législation des médicaments à base de plantes distinguent, sans systématiquement les opposer, l'approche traditionnelle et l'approche scientifique de la phytothérapie. Il semble néanmoins exister une distinction entre deux concepts (**Jorite, 2015**).

I.1.2.1. La phytothérapie moderne

Elle s'appuierait sur des connaissances biochimiques, cherchant à soulager des symptômes grâce à des principes actifs identifiés, testés cliniquement et contenus dans les plantes médicinales. Elle aurait surtout recours à des produits d'origine végétale obtenus par extraction et présentés comme toutes autres spécialités pharmaceutiques (**Bellamine, 2017**).

I.1.2.2. La phytothérapie traditionnelle

Qui reprendrait des usages ancestraux, empiriques et qui reposerait sur une approche holistique : elle utilise les effets de la plante totale sur l'individu dans sa globalité. S'il apparaît que cette distinction existe encore pour beaucoup, il n'en reste pas

moins que la phytothérapie tend à évoluer, tradition et progrès scientifique présentant un bénéfice réciproque (**Jorite, 2015**).

I.2. Rappel sur la répartition des végétaux

I.2.1. La flore tropicale

Les caractères généraux de la flore tropicale sont les mêmes dans les régions équatoriales, bien que les espèces soient très différentes entre elles, et même les genres et les familles. Selon Wallace, c'est la masse de la verdure et les proportions énormes de la végétation qui caractérisent la flore tropicale (**Welsch, 1893**).

En générale, on distingue deux types de paysages : la Forêt, occupant des régions couvertes d'une masse serrée d'arbres et d'autres végétaux ligneux grimpants et les savons. Plaines couvertes de Graminées, qui diffèrent des véritables steppes par une végétation plus luxuriante et par la présence de bouquets d'arbres clairsemés ou de rideaux d'arbres continus le long des rivières (**Welsch, 1893**).

Dans la **région Indienne**, les forêts sont appelés souvent des **Jungles**, et prédominent surtout dans l'Insulinde, tandis que dans l'Hindoustan, où la population est très dense, les cultures ont altéré le paysage tropical, et le climat du Deccan en fait plutôt une zone de savanes. Il y aurait presque lieu de distinguer deux flores spéciales, dans tout le domaine Indien des Moussons (**Welsch, 1893**).

I.2.2. La flore méditerranéenne

Les bords de la méditerranée occupés par une flore très spéciale, grâce au climat marin, à l'absence de grands froids en hiver et au manque de pluies d'été (**Welsch, 1893**).

Cette région est absolument remarquable par les facilités qu'elle présente pour l'acclimatation, près de l'Europe centrale, d'un certain nombre de types végétaux de régions tropicales et tempérées chaudes (**Welsch, 1893**).

Depuis longtemps, certaines plantes américaines comme le figuier de barbarie (*Opuntia Ficus indica*) ont été introduites dans la région méditerranéenne et ont si bien réussi qu'elles constituent aujourd'hui un élément de son paysage. Le Magnolia des Indes réussit en pleine terre, près Alger (**Welsch, 1893**).

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique, il est caractérisé par une concentration hivernale des précipitations, l'été étant sec (**Welsch, 1893**).

La définition climatique de la région méditerranéenne est fort simple pour l'écologiste, le phytogéographe ou le bioclimatologiste, c'est l'ensemble des zones qui se caractérisent par des pluies concentrées sur la saison fraîche à jours courts avec de longues sécheresses estivales. Ce même auteur reconnaît deux composantes essentielles au climat méditerranéen, l'été est la saison la moins arrosée et c'est la saison biologiquement sèche (**Welsch, 1893**).

I.2.3. La flore de l'Algérie

L'Algérie, de part sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations climatiques auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, tous favorables au développement des cultures intensives des plantes aromatiques et médicinales (**Djebaili, 2013**).

L'Algérie est un pays soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, présente un climat de type méditerranéen extra tropical tempéré. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien (**Djebaili, 2013**)

I.3. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments, elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (**Baouane et Rezzik, 2017**). Les plantes représentent une source immense de molécules chimiques complexes exploitées par l'Homme dans l'industrie des parfums, agro-alimentaire, cosmétique et pharmaceutique (**El Haib, 2011**).

Cette matière végétale contient un grand nombre de substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques, en pharmacie, dans l'industrie alimentaire, et cosmétologie. Parmi ces composés on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides

phénoliques, les tannins, les terpènes et les flavonoïdes. Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments **(Baouane et Rezzik ,2017)**.

Une plante médicinale, à l'opposé d'une plante « classique » possède des principes actifs responsables d'une action thérapeutique mais aussi responsables d'effets indésirables appelés toxicité, de la même manière que les médicaments chimiques **(Limonier, 2018)**.

I.3.1. Les Drogues végétales

La drogue végétale correspond à la partie de la plante possédant les propriétés thérapeutiques. C'est elle qui possède la plus grande concentration en principe(s) actif(s) auquel(s) on attribue les vertus médicinales. Ces drogues végétales peuvent être des bourgeons, sommités floraux, racines, tige, graine, feuille, fruit, exsudats (dans le cas de l'aloès par exemple où le suc est extrait à partir des feuilles) mais peuvent aussi être la plante entière dans certains cas **(Limonier, 2018)**.

Le choix des drogues est la base de la puissance de la phytothérapie, la qualité des substances actives, la partie de plante employée, la culture, le moment de récolte, l'absence de pesticides etc. Sont des éléments importants pour une utilisation en toute nocivité **(Cadet, 2017)**.

La notion de drogue végétale prend toute son importance car elle permet d'identifier l'organe possédant les propriétés thérapeutiques recherchées. Elle permet aussi d'expliquer pourquoi certaines parties de plantes sont disponibles en dehors de l'officine alors que la drogue végétale est inscrite à la pharmacopée en tant que vente officinale exclusivement **(Limonier, 2018)**.

I.3.2. Les principes actifs

Le principe actif est une molécule contenu dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisé pour la fabrication des médicaments **(Baouane et Rezzik, 2017)**. Cette molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animale, est issue de plantes fraîches ou desséchées **(Benghanou, 2012)**. Il est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de

drogue végétale. En fait, dans le langage courant, le terme se substitue à celui de constituant à effet thérapeutique (**Limonier, 2018**).

Des principes actifs se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Et tous les principes actifs d'une même plante n'ont pas les mêmes propriétés (**Benghanou, 2012**).

I.4. Les métabolites des plantes

Les plantes ont une importance capitale pour la survie de l'homme et des différents écosystèmes. Elles renferment une part importante des composés qui interviennent dans l'ensemble des réactions enzymatiques ou biochimiques ayant lieu dans l'organisme.

Les métabolites sont des molécules issues du métabolisme des végétaux ou d'animaux. On distingue deux classes de métabolites : métabolites primaires et métabolites secondaires (**Kahlouche-Riachi, 2014**).

I.4.1. Les métabolites primaires

Les plantes sont des organismes autotrophes qui se nourrissent d'éléments simples tel que carbone, oxygène, azote et synthétisent des composés organiques pour leur métabolisme, à la fois primaire et secondaire. Les MP, comme les protéines, les acides nucléiques, les acides/esters gras et les carbohydrates, sont des polymères construits à partir d'unités moléculaires simples acides aminés, nucléotides, acides maloniques et sucres, respectivement. Ils se retrouvent dans toutes les espèces et ont un rôle essentiel pour le métabolisme ainsi que le développement végétal (**Tidjani et Rhouati, 2016**). Et qui représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire.

I.4.2. Les métabolites secondaires

Les MS appartiennent à des groupes chimiques variés alcaloïdes, terpènes, composés phénoliques, les huiles essentiels qui sont très inégalement répartis chez les végétaux mais dans le niveau d'accumulation peut quelquefois atteindre des valeurs élevées.

La notion de MS résultait initialement de trois groupes d'observations : d'abord une difficulté à attribuer à ces métabolites, une fonction précise dans la physiologie même de la plante, ensuite une répartition très inégale selon les végétaux, quelquefois entre des espèces très voisines ou même entre différentes sous-espèces ou variétés à l'intérieur d'une même espèce, enfin une certaine «inertie biochimique» car ces substances sont rarement remobilisées dans la plante après qu'elles y ont été accumulées (**Macheix et Jet all .2005**).

Le MS présente une certaine spécificité car la nature des composés varie fortement d'une famille botanique à l'autre. En effet, les plantes se distinguent des autres organismes vivants par cette expansion du MS qui aboutit à la synthèse d'une multitude de molécules aux propriétés et fonctions diverses. De même, il est utile de rappeler que la biosynthèse de ces MS, ou plutôt « non primaires », est souvent associée ou même essentielle aux processus de défense de la plante. Leur synthèse peut être constitutive, c'est à dire présente durant tout le cycle de vie de la plante, même en absence d'agression, ou induite lorsque la synthèse est déclenchée en réponse à la prédation. Prises dans leur ensemble, les plantes produisent plus de **200 000** MS et on peut en identifier au moins trois grandes classes: les alcaloïdes qui dérivent des acides aminés, les molécules phénoliques qui dérivent de la voie des phénylpropanoïdes, issues de l'acide shikimique et de l'acide malonique, et les terpénoïdes qui dérivent de l'isopentényl pyrophosphate, issu du méthylérythritol4phosphate ou de l'acide mévalonique (**Tidjani et Rhouati, 2016**). Ils ont de nombreuses applications pharmaceutiques. Ils constituent un groupe de produits naturels qu'il convient d'explorer pour des propriétés anti oxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anticancéreuses (**Kone, 2009**).

I.4.2.1. Les principaux métabolites secondaires

I.4.2.1.1. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles HE aussi appelées huiles volatiles, sont des métabolites secondaires produits par les plantes aromatiques pour combattre les infections et les parasites, elles sont synthétisées en réponse à des conditions de stress.

Le terme « huile » s'explique par la propriété que présentent ces composés de se solubiliser dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante.

Ce sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveur généralement forte, extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enfleurage, par expression, par solvants ou par les techniques d'extractions récentes comme l'extraction par le procédé assisté par micro-ondes ou encore par extraction au fluide supercritique. Les huiles essentielles sont aussi connues sous les noms d'huiles volatiles, d'huiles éthériques ou encore essences. Elles se différencient des huiles fixes par leurs caractères physiques et leurs compositions chimiques

I.4.2.1.1.1. Répartition et localisation de l'huile essentielle

Les huiles essentielles sont produites par des cellules végétales spécialisées et peuvent être stockées dans tous les organes végétaux :

Tableau 01 : localisation des huiles essentielles dans quelques plantes

Les feuilles	Galant de nuit, eucalyptus, citronnelle
Les fleurs	Camomille, lavande
L'écorce	Cannelle
Les fruits	Anis
Les graines	Muscade

I.4.2.1.1.2. Rôle et propriété des huiles essentielles

Le rôle biologique des HEs dans l'écologie est évident. Par leur odeur, elles interviennent dans la pollinisation. Ainsi, elles jouent un rôle attractif ou répulsif vis-à-vis des prédateurs comme les herbivores et les insectes. Elles peuvent paralyser les muscles masticateurs des agresseurs par les propriétés toxiques et inappétentes des substances qu'elles contiennent (Ouis, 2015).

I.4.2.1.2. Les composés phénoliques

Classiquement considérées comme des MS, elles sont présentes chez tous les végétaux supérieurs. Elles correspondent à une très large gamme de structures chimiques et sont caractérisées par une répartition qualitative et quantitative très inégale selon les espèces considérées mais aussi les organes, les tissus (Macheix, 1996).

I.4.2.1.2.1. Rôle des composés phénoliques

Les composés phénoliques jouent un rôle essentiel dans la structure et la protection des plantes. Aussi, pour la santé humaine, une protection contre certaines

maladies impliquant un stress oxydatif, comme les cancers et les maladies cardiovasculaires et neurodégénératives (**Lehout, et Laib, 2015**).

I.4.2.1.2.2. Les principales classes de composées phénoliques

Le terme "composés phénoliques" englobe, les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tannins, les coumarines, les quinones. En effet, les molécules d'alcaloïdes à l'état pur, les plus connues, sont souvent hautement toxiques, mais certaines, du fait de leur action physiologique puissante, sont efficacement employées en dosage mesuré et contrôlé dans la médecine ou thérapeutique (**Macheix, 1996**).

I.4.2.1.3. Les terpénoïdes

Les terpénoïdes représentent le groupe le plus âgé des petits produits moléculaires synthétisés par les plantes. Les terpénoïdes sont attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène, ces composés sont majoritairement d'origine végétale. Ce sont des constituants habituels des cellules végétales, impliqués ou non dans des fonctions métaboliques essentielles. Les terpénoïdes ou isoprénoïdes constituent une classe de substances naturelles extrêmement abondante (**Benaïssa, 2011**).

I.4.2.1.4. Les alcaloïdes

Le terme alcaloïde dérive du mot alcalin et décrit une molécule ayant le comportement d'une base de Lewis. Les alcaloïdes sont des composés organiques cycliques comportant un ou des atomes d'azotes de degré d'oxydation négatif, et ayant une distribution limitée parmi les êtres vivants. La définition du terme alcaloïde a été récemment étendue par M. Hesse à tous les composés possédant un ou des atomes d'azotes, ayant des degrés variables de basicité. 1 Au début, ces substances naturelles ont surtout été isolées à partir de végétaux, mais sont de nos jours isolées de la plupart des organismes vivants, des champignons jusqu'aux mammifères. Avec plus de 5000 composés connus, les alcaloïdes représentent la classe de MS la plus structurellement diversifiée (**Ceccon, 2006**).

Les alcaloïdes représentent le groupe de substances naturelles d'intérêt thérapeutique le plus important, en terme de nombre, de diversité structurale et de leurs activités pharmacologiques. Ils sont au cœur des phénomènes d'adaptation et de défense face aux pressions biotiques (herbivore microorganisme) (**Tidjani et Rhouati, 2016**).

Du point de vue structural, nous présenterons les alcaloïdes pyrrolizidiniques, les alcaloïdes tropaniques pour leur abondance d'une part et les alcaloïdes quinoléiques

I.4.2.1.4.1. Les alcaloïdes pyrrolizidiniques

Les alcaloïdes pyrrolizidiniques sont un groupe de plus de 350 composants végétaux présents naturellement dans les plantes, dont la moitié environ est toxique. On les trouve dans le monde entier dans plus de 6000 plantes différentes (**Kast et al ,2010**).

Ces alcaloïdes sont des toxines qui manifestent des propriétés hépatotoxique, pneumotoxique, mutagène, cancérigène et embryotoxique. Dans certains cas, leur hémisynthèse a permis d'améliorer quelques propriétés telles que : virustatique, antileucémique, anesthésique, hypotensive, antispasmodique, neuromusculaire et d'assurer le blocage ganglionique (**Kone, 2009**).

I.4.2.1.4.2. Les alcaloïdes tropaniques

Plus de 200 structures d'alcaloïdes tropaniques isolés de différentes familles de plantes seraient connus. L'ornithine et l'arginine sont les précurseurs du noyau tropaniques. Les alcaloïdes sont des composés azotés ayant à faible dose des propriétés pharmacologiques marquées. Ils se subdivisent aussi en plusieurs groupes parmi lesquels les alcaloïdes tropaniques caractérisés des propriétés sédatives, anticholinergiques et hallucinogènes entre autres. Ces alcaloïdes tropaniques trouvent leur source dans les plantes appartenant à la famille des Solanacées (**Togola et al ,2019**).

I.4.2.1.4.3. Méthodes d'extraction des alcaloïdes

L'isolement des alcaloïdes est habituellement réalisé par extraction, soit par un solvant peu ou pas polaire en milieu basique, soit par un solvant polaire en milieu acide (comme une solution aqueuse d'HCl) (**Ceccon, 2006**).

I.4.2.1.4.4. Utilisations des alcaloïdes par l'homme

Si dans les plantes, les alcaloïdes en tant que composés du MS jouent un rôle écologique de défense contre des herbivores, ils trouvent cependant plusieurs applications pharmaceutiques chez l'homme (**Koné, 2009**).

Les alcaloïdes sont utilisés par les hommes depuis de nombreuses années, sous forme d'extraits naturels, pour leurs propriétés biologiques et thérapeutiques

intéressantes. Les substrats naturels desquels sont isolés ces composés sont encore utilisés dans certaines tribus pour se soigner ou chasser. Dans les sociétés occidentales, les alcaloïdes, dont certains issus de médecines traditionnelles, sont aujourd'hui utilisés dans tous les domaines de la santé (Cecon, 2006).

I.4.2.2. Méthodes d'extraction des métabolites secondaires :

L'extraction des MS de la matière végétale peut être réalisée au moyen de nombreux et divers procédés.

I.4.2.2.1. Techniques conventionnels

Les méthodes conventionnelles d'extraction des métabolites se basent le plus souvent sur l'affinité des molécules pour différents solvants et sur l'utilisation de chauffage et/ou d'agitation

I.4.2.2.1.a. Extraction par soxhlet

Cette méthode représente la méthode de référence pour les extractions de métabolites des plantes. La biomasse est mise en contact avec du solvant frais à chaque cycle permettant l'extraction complète des métabolites sans saturation du solvant extracteur (Gelebrat, 2016).

I.4.2.2.1.b. La macération

La macération est une méthode simple pour l'extraction de métabolites. La biomasse est mise en contact avec une grande quantité de solvant. Une agitation peut être appliquée pour faciliter l'extraction et assurer une bonne distribution de la biomasse dans le solvant (Gelebrat, 2016).

I.4.2.2.1.c. Hydrodistillation

C'est la technique la plus simple et la plus répandue. Elle consiste à immerger la matière première directement dans l'eau, puis l'ensemble est porté à l'ébullition. L'opération est généralement conduite à pression atmosphérique. Les vapeurs formées sont condensées par un système de réfrigération par courant d'eau (Ouis, 2015).

Ces techniques présentent plusieurs inconvénients. Parmi ceux-ci, il est possible de citer les temps d'extraction très longs, de faibles rendements et l'utilisation d'une

grande quantité de solvants (aqueux et organiques). Ces méthodes sont d'autant plus coûteuses en énergie et entraînent inévitablement un impact significatif sur l'environnement.

I.4.2.2.2. Techniques non conventionnel

Pour pallier aux inconvénients des méthodes conventionnelles, de nouvelles méthodes ont été développées. Parmi celles-ci, quelques méthodes semblent plus prometteuses.

I.4.2.2.2.a. Extraction par champs électrique pulsé

L'extraction par champ électrique pulsé repose sur la destruction de la paroi cellulaire pour améliorer l'extraction par solvant suivant l'exposition au champ électrique. La biomasse est exposée à un champ électrique qui vient briser les interactions entre les molécules ce qui augmente la perméabilité de la membrane cellulaire (**Gelebrat, 2016**).

I.4.2.2.2.b. Extraction par micro-onde

Cette technique se base sur la capacité de certaines molécules, comme l'eau, à convertir l'énergie des ondes en chaleur. Les parties du végétal les plus riches en eau, comme les vacuoles, absorbent les ondes puis les convertissent en chaleur, engendrant une augmentation rapide et soudaine de la température. L'extraction par micro-ondes permet d'utiliser des quantités moindres d'eau et de solvants, mais permet également de raccourcir la durée d'extraction, préservant ainsi les molécules les plus sensibles (**Muther, 2015**).

I.4.2.2.2.c. Extraction par fluides supercritique

Cette méthode peut être hautement sélective et peut permettre l'obtention de composés de haute pureté. Ceux-ci peuvent, par la suite, être vendus à l'industrie pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire (**Gelebrat, 2016**).

I.4.2.2.2.d. Extraction par ultrasons

Le matériel végétale est mis en contact avec le solvant (eau ou solvant organique) est immergé dans un bain à sonication maintenu à une agitation constante (**Ouis, 2015**).

I.4.2.2.2.e. Extraction par fluides pressurisés et explosion à la vapeur

Connue sous le nom d'extraction accélérée par fluide, extraction augmentée par solvant ou extraction par solvant à haute pression.

L'extraction à haute pression permet de maintenir le solvant sous forme liquide, au-delà de son point d'ébullition, et facilite l'extraction des métabolites. Cette méthode permet de réduire les temps d'extraction et la quantité de solvant utilisée (Gelebrat, 2016).

I.5. L'Activité antibactérienne

Dans le domaine de la médecine, les antibiotiques sont importants, car ils permettent de traiter les septicémies et les infections. À quelques exceptions près, la plupart des médicaments antibiotiques sont produits chimiquement et ont des effets néfastes sur le corps humain et les organismes non cibles. De plus, les souches de bactéries pathogènes développent, avec le temps, une résistance à certains antibiotiques (Chatterjee et al., 2007).

I.5.1. Les caractéristique de quelques souches bactériennes

I.5.1.1. *Staphylococcus aureus*

Cette bactérie occupe une place très importante en pathologie humaine et animale, de famille des *Micrococcaceae*, et de type coccus à *Gram positive*. Elle peut être trouvée chez 30 à 40% des individus particulièrement dans les fosses nasales antérieures et la gorge. Il est pathogène et responsable d'infections nosocomiales, cutanées, ostéomyélites...etc. (Chenni, 2016).

I.5.1.2. *Bacillus subtilis*

La bactérie est de la famille des *Bacillaceae*. C'est un bacille à *Gram positif* groupé en chaînette, mobile, aérobic strict. L'habitat naturel de *B. subtilis* est le sol. *B. subtilis* n'est pas considéré comme pathogène pour l'homme, mais il peut contaminer des aliments et peut exceptionnellement provoquer des intoxications alimentaires. Il est impliqué dans diverses infections cliniques comme l'infection urinaire, la pneumonie, l'endocardite (Chenni, 2016).

I.5.1.3. *Escherichia coli*

Escherichia coli est l'espèce bactérienne la plus connue de la famille des Enterobacteriaceae. Ce bacille à Gram négatif, à mobilité péritriche, se développe en aéro- anaérobie et sur gélose ordinaire en 24 heures à 37°C, en donnant de colonies rondes, lisses, à bords réguliers, non pigmentées. Cette espèce est connue depuis longtemps comme commensale du tube digestif et pathogène pour l'appareil urinaire. *E. coli* est l'espèce la plus fréquemment responsable d'infections urinaires. Cette bactérie est aussi à l'origine de septicémies, de méningites chez le nourrisson ainsi que de manifestations intestinales telles que les diarrhées. Elle est également responsable d'infections communautaires et nosocomiales (Chenni, 2016).

I.5.1.4. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa fait partie du genre *Pseudomonas* le plus répandu et le plus pathogène de la famille des *Pseudomonadaceae*. Ce bacille à Gram négatif, mobile, aérobic strict, est connu sous le nom de *bacille pyocyanique* en raison de l'une de ses principales caractéristiques, la production d'un pigment coloré diffusible de couleur bleu : la pyocyanine. Cette espèce bactérienne peut être cultivée facilement sur tous les milieux en aérobiose (température de 37°C ou 30°C). *P. aeruginosa* est un germe qui vit normalement à l'état de saprophyte dans l'eau et le sol humide ou sur les végétaux. Par ailleurs, cette bactérie peut vivre en commensale au niveau du tube digestif de l'homme et de divers animaux. Elle est responsable de redoutables infections hospitalières ou nosocomiales surtout chez les malades affaiblis aux défenses diminuées ou ayant une affection sévère (diabète, brûlures, arthrite...) (Chenni, 2016).

I.5.2. Méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne

La mise en évidence de l'activité antimicrobienne d'un extrait de plante, peut être effectuée par des techniques classiques, aussi bien en milieu solide qu'en milieu liquide. Le choix de la technique utilisée est primordial car elle a une grande influence sur les résultats.

I.5.2.1. Méthode par diffusion des disques

Consiste à déposer sur un milieu gélosé ensemencé une source d'antibactérien (cupule, cylindre, disque). La mesure du diamètre de la zone d'inhibition (surface ne

montrant aucune culture visible) indique le degré de sensibilité du germe étudié. Il existe une relation étroite entre la CMI et le diamètre d'inhibition observé (**Bouhrara B., 2016**).

I.5.2.2. Méthode par dilution

C'est une méthode de référence qui peut se réaliser en milieu liquide ou en milieu solide. Leur principe selon différentes concentrations d'antibactériens sont incorporées dans le milieu nutritif. La suspension de germes est ensuiteensemencée. C'est une méthode longue et ne permet d'étudier qu'un seul antibactérien à la fois. Elle permet de déterminer la CMI qui correspond selon CHABBERT(1972) « à la première concentration qui inhibe la croissance par rapport au témoin sans antibactérien » (**Bouhrara B., 2016**).

I.5.3. Mode d'action des Huiles essentielles

L'huile essentielle possède des propriétés antibactériennes très importantes : elle est utile pour lutter contre les infections respiratoires et urinaires. En gargarismes, elle prévient et soigne les infections de la gorge (**Labiod, 2016**).

L'étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles a fait l'objet de plusieurs travaux, il a été constaté que cette activité n'est pas attribuée à un mécanisme unique mais à différents sites d'action au niveau cellulaire et ceci est dû à leur composition (**Tabet-Zatla, 2017**).

En générale, le mode d'action des huiles essentielles dépend des caractéristiques hydrophobes des composants actifs des huiles, qui leur donnent la particularité de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne ainsi provoqué un changement de la membrane. De même la synthèse de l'ADN, ARN des protéines et des polysaccharides est aussi inhiber par les huiles essentielles (**Tabet-Zatla, 2017**).

Chapitre II

*Etude descriptive de la plante
étudiée*

Cestrum nocturnum

II. Etude descriptive de la plante étudiée *Cestrum nocturnum*

II.1. Présentation de la famille des Solanaceae

Les solanacées sont considérées comme la troisième famille économiquement la plus importante dans le règne végétal après les poacées et les fabacées (**Ghatak et al., 2017**).

Ce sont des herbes, des sous-arbrisseaux ou des arbustes à feuilles alternes, simples, à fleurs régulières. Les fruits sont des capsules (datura, jusquiame, tabac) ou des baies charnues (belladone, piments, *solanum* divers, withania) renfermant de très nombreuses graines (**Hammiche et al., 2013b**).

Les solanacées sont une famille de taille moyenne qui compte environ 96 genres et 3000 à 4000 espèces dans le monde entier (**Almoulah, 2017**), largement réparties dans le monde, aussi bien dans les zones tropicales que tempérées. Plusieurs espèces, originaires d'Amérique du Sud, entrent dans la catégorie des plantes alimentaires telle que pommes de terre (*Solanum tuberosum L.*), tomates (*S. lycopersicum L.*), aubergines (*S. melongena L.*) ou ornementales comme galant de nuit (*Cestrum nocturnum*) ou bien sont fumées comme le tabac (*Nicotiana tabacum L.*). Belladone (*Atropa belladonna L.*), et jusquiame, connues depuis des millénaires pour leurs propriétés médicinales, et datura, restent encore utilisées. A des degrés divers, la plupart d'entre elles sont toxiques; certaines ont donné lieu à des intoxications sévères (**Hammiche et al., 2013b**).

Le nom de la famille vient du latin le mot Solanum, qui signifie "la plante de la morelle de nuit", mais l'étymologie de ce mot n'est pas claire ; il a été suggéré qu'il provient du verbe latin solari qui signifie "apaiser". Cela ferait probablement référence aux prétendues propriétés pharmacologiques apaisantes de certaines des espèces psychoactives présentes dans la famille (**Almoulah, 2017**).

En Algérie, Les Solanaceae sont représentées par des arbres, des arbustes et des plantes herbacées répartis en 10 Genres et 20 espèces; parmi les plus utilisées le Lycium (4 espèces), Solanum (3 espèces), Datura stramonium L. très abondante déjà exploitée il y a plus d'un siècle (**Nouioua, 2012**).

De très nombreuses Solanacées sont fréquemment cultivées en Algérie. Citons les genres *Capsicum* L. (piment), *Physalis* L., *Cestrum* L. (Quézel & Santa, 1963).

II.1.1. Chimiotaxonomie de la famille de Solanaceae

Les membres de la cette famille est utilisée à des fins médicales dès 37 après J.-C. En fait, cette famille est une source importante de près de 300 types d'alcaloïdes différents (Almoulah, 2017). On y trouve, hyoscyamine (molécule optiquement active dont l'atropine est le racémique), scopolamine dans la jusquiame, le datura et la belladone, des dérivés de la pyridine (nicotine des tabacs), des bases volatiles (pyrroline et méthyl pyrrolidine de la belladone), des glycoalcaloïdes et des saponosides (*solanum*), des corps phénoliques (capsaïcine des piments) (Hammiche et al., 2013b), Elles sont la clé de cette famille (Almoulah, 2017).

Alcaloïdes de tropane sont utilisés dans la chimiotaxonomie de la famille des Solanacées. Connaissance de l'alcaloïde complet est intéressant non seulement sur le plan phytochimique, mais aussi en ce qui concerne certains aspects de l'alcaloïde la biogenèse et le métabolisme (Almoulah, 2017).

La solasodine, un alcaloïde spirocétal sapogénine avec un atome d'azote hétérocyclique, est utilisée pour la production de stéroïdes dans l'industrie médicale. Il est également utilisé dans la préparation de médicaments contraceptifs et a été On rapporte qu'il fournit un insecticide anticancéreux, un accélérateur d'activité cardiaque et un antioxydant (Almoulah, 2017).

II.1.2. Présentation du Genre *Cestrum*

Le genre *Cestrum* contient plus de 300 espèces, dont la plupart sont originaires des zones chaudes subtropicales et tropicales d'Amérique (Khan et al., 2011). Plusieurs applications du *Cestrum* ont été documentées et la toxicité de l'espèce pour l'homme et du bétail a été signalé

Les espèces de *Cestrum* ont une longue histoire dans la médecine populaire pour le traitement de plusieurs maladies et troubles de santé. Les espèces appartenant au genre *Cestrum* ont été précédemment étudiées pour leurs constituants chimiques, par exemple la parquine, la carboxyparquine et les stéroïdes. Des glycosides ont également été identifiés

dans *C. diurnum*, tandis que les saponines étaient identifiées dans *C. parqui* (Nasr et al., 2018).

II.1.2.1. L'Étymologie

Son nom vient du grec *kestron* et du latin *Cestrum* qui désignent, soit un instrument de forme elliptique et pointu à une extrémité qui servait à étaler la peinture à l'encaustique, soit un poinçon qui servait à tourner l'ivoire, allusion probable à la forme des feuilles de ces plantes (Montero-Castro et al., 2006).

II.1.2.2. Les Caractères

Les cestreaux sont connus pour leurs fleurs odorantes, ils sont souvent appelés "jasmins" pour cette raison et pour la forme de leurs fleurs. Ce sont des arbustes à feuillage persistant pour la plupart, hauts de 1 à 3 mètres. Leurs feuilles sont disposées de façon alterne sur les tiges souples dressées ou arquées généralement peu ramifiées. Leur forme est ovale à elliptique à lancéolée et leur apex est pointu. Elles sont de couleur verte tirant parfois sur le pourpre, quelquefois brillantes, souvent pubescentes sur le dessous (Montero-Castro et al., 2006).

Les cestreaux sont des plantes hermaphrodites qui fleurissent en été (souvent vers la fin de la saison), Leurs fleurs sont réunies en fascicules, en corymbes ou en panicules axillaires ou terminaux. Elles rappellent les fleurs des *jasmins* par leur forme et par le fait qu'elles sont odorantes. Elles sont blanches, jaunes, oranges, pourpres ou rose violet, courtement pédonculées, parfois sessiles. Leur calice est court, tubulaire et se termine par 5 dents. Leur corolle gamopétale et infundibuliforme (en forme d'entonnoir) est évasée vers son orifice et présente 5 découpures plissées. Leurs fruits sont des baies généralement piriformes (en forme de poire) contenant des graines réniformes (Montero-Castro et al., 2006).

II. 1.3. Présentation de l'espèce *Cestrum nocturnum*

C. nocturnum L. est un arbuste à feuilles persistantes appartient à la famille des Solanacées qui pousse dans les zones tropicales et les régions subtropicales du monde. (Rashed et al, 2018), notamment en Australie, dans le sud de la Chine, aux États-Unis, etc. Elle a de nombreux noms autochtones, tels que Night *Cestrum*, Lady of the Night, Night Blooming Jasmine, et galant de nuit (Salman, 2019).

II.1.3.1. Classification taxonomique

Taxonomie est l'ensemble des principes qui permettent de valider le classement des plantes.

Galant de nuit est une espèce de genre *Cestrum* appartenant à la famille des Solanaceae, ordre des Solanales, phylum de Tracheophyta, classe de Magnolipsida (Shaista, et Amrita, 2016). Tableau 01

Tableau 02 : classification taxonomique de genre *Cestrum nocturnum* (Begum et Goyal, 2007).

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Phylum	Tracheophyta
Classe	Magnolipsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Cestrum</i>
Espèce	<i>Cestrum nocturnum L</i>

II.1.3.2. Description botanique de *Cestrum nocturnum*

Cette plante contient des feuilles simples, brillantes et ovales, de 7 à 12 cm sur 2 à 3 cm, sont terminées par une pointe, des tiges semblables à celles de la vigne, des fleurs tubulaires blanc crème verdâtre. Réunies en grappes lâches dont la corolle jaune verdâtre, en tube étroit de 2,5 cm de long, se termine par 5 lobes (Al-reza et al., 2010 ; Hammiche et al., 2013a ; Rashed et al., 2018).

Les graines sont peu nombreuses et enrobées dans des baies blanches de 8 à 10 mm de diamètre et de couleur blanche marfil ou aubergine. Après la floraison, sont assez dures apparaissent aux extrémités des tiges (Hammiche et al, 2013a ; Shaista et Amirta, 2016).



Figure 01: La plante entière de *C. nocturnum*.

II.1.3.2.1. La Floraison

Durant l'été, de juin à octobre, des fleurs tubulaires, blanc crème, réunies en grappes se forment et demeurent closes toute la journée. Durant leur épanouissement nocturne, le parfum de ces fleurs attire les insectes pollinisateurs.

Les fleurs de *C. nocturnum* vont s'ouvrir le soir et diffuser, jusqu'à une centaine de mètres aux alentours, un parfum puissant, mélange de miel et de jasmin. Plus les nuits seront chaudes, plus le parfum sera intense., ce qui explique les noms populaires de *C. nocturnum*, Dame de la nuit, Jessamine à floraison nocturne et Jasmin à floraison nocturne (Al-reza et al., 2010 ; Hammiche et al., 2013a).



Figure 02 : Les fleurs de *C. nocturnum*.

II.1.3.2.2. Propagation

La méthode facile et entable de propagation du jasmin à floraison nocturne consiste à semer des graines. Ils sont produits après 18 mois d'établissement et peuvent rester en dormance dans le sol pendant de nombreuses années.

Le trempage des graines dans l'eau pendant 24 heures améliore la germination. L'espèce a également se propage facilement par bouturage des racines et des tiges. (Shaista et Amirta ,2016).

II.1.3.3. Biotope et distribution géographique

Les fleurs du *C.nocturnum* sont plutôt insignifiantes et pas du tout ornementales mais elles dégagent un parfum particulier. C'est pour cette odeur si caractéristique, parfois entêtante qu'il figure dans la plupart des jardins du sud de la Méditerranée. Ainsi que les autres espèces, il est cultivé en Amérique tropicale (Floride, Californie, Mexique, Argentine, Chili), à Cuba, à la Réunion ainsi qu'en Australie (Hammiche et al, 2013a).

Elle est largement naturalisée dans les régions tropicales et subtropicales du monde entier, surtout en Australie, dans le sud de la Chine et dans la partie la plus méridionale des États-Unis. Il est également cultivé au Bangladesh dans les jardins et les cours des maisons (Al-reza et al 2010).

II.1.3.4. Les conditions de Culture de *C.nocturnum*

II.1.3.4.1. Climat

C.nocturnum croit dans les forêts humides ou mouillées, denses forêts de plaine et est couramment cultivé dans les jardins. Il ne tolère pas le gel et la sécheresse. Bien que Ses fleurs dégagent un parfum doux particulier la nuit, elle nécessite au moins 6 heures d'ensoleillement et une ombre partielle tous les jours à s'épanouir. Cependant, une exposition excessive au soleil provoque des feuilles à se flétrir (Shaista et Amirta, 2016).

II.1.3.4.2. Sol

C. nocturnum croit dans un sol moyen à humide léger et sableux, ainsi que un pH neutre de 6,6 à 7,5 et résistant à la zone de rusticité .il peut s'adapter à divers types de sols et conditions, quand même à une faible tolérance au sel et à l'engorgement. (Shaista et Amirta, 2016).

C.nocturnum probablement fertilisé toutes les deux semaines avec une faible dilution d'engrais d'émulsion d'algues et de poisson.

II.1.3.4.3. Altitude

C.nocturnum développe à des altitudes basses à moyennes, par exemple au Madagascar pousse entre 1500 et 1999 m dans un climat humide à sub-humide (**Shaista et Amirta ,2016**).

II.1.3.5. Les constituants chimiques de *Cestrum nocturnum*

Cette plante contient des molécules bioactives telles que des alcaloïdes, les flavonols, les glycosides, les saponines stéroïdiennes, les phénols, les acides gras et huile essentielle. En regroupe ces constituants dans deux classe les Phytoconstituants et les composés volatiles.

II.1.3.5.1. Phytoconstituants

La synthèse des métabolites s'effectue le long des voie métaboliques qui se synthétisantes dans un ou plusieurs partie de plantes (**Benmeddour, 2018**).Le tableau suivante représentes les Phytoconstituants synthétiser dans les différente partie de *C.nocturnum*.

Tableau 03 : Phytoconstituants du *Cestrum nocturnum* (**Shaista et Amirta ,2016**).

Parties de plantes	Phytoconstituants
Fleur	Glucides
Feuille	Constituants volatiles, alcaloïdes
Tige	Flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, saponines, terpénoïdes, stérol, glucides
Parties aériennes	Coumarins, saponines, Triterpènes

Les Alcs produits par *C.nocturnum* ont été identifiés par spectrométrie infrarouge et de masse ainsi que par chromatographie en phase gazeuse et en couche mince. Là où suffisamment de matériel était disponible, des dérivés étaient fabriqués. Les alcaloïdes suivantes ont été identifiés chez *C.nocturnum* : la nicotine, la nornicotine, la cotinine et la

myosmine .le rôles que ces composés jouent dans la toxicité attribuée à ces espèces de *Cestrum* est discuté (Halim et al., 1971).

II.1.3.5.2. les composés volatiles

Plus de 130 CV ont pu être détectés, dont plus de 100 ont été identifiés, les principaux constituants sont situés dans le tableau suivante :

Tableau 04 : Les composés volatiles de *Cestrum nocturnum* (Buchbauer et al., 1995).

CV	Concentration (%)
Linalool	3,1
Benzylaldéhyde	2,5
Benzyl alcool	2,4
Phenylacétaldéhyde	2,4
cis-jasmone	2,1
acétate de benzyle	1,8
Phénol	1,6
jasmonate de méthyle	1,5
1,8-cinéol	1,4
Bornéol	1,3
Eugénol	1,3
l'acétate de linalyle	1,2
propionate de citronellyle	1,1

La concentration des constituants ne se situe que dans une fourchette d'environ 3,0 % à 0,1 % avec linalol (3,1%) étant le composé le plus abondant. Par conséquent, il est plausible que personne ne peut être considéré comme responsable de l'odeur caractéristique de *C. nocturnum* absolu, mais l'odeur est plutôt une combinaison de groupes distincts de parfums (Buchbauer et al., 1995).

II.1.3.6. Contamination de *Cestrum nocturnum*

C.nocturnum pousse dans des environnements extérieurs contaminés par des microorganismes. Microbienne contamination de cette plante a des effets néfastes sur la

culture des tissus végétaux. Ces microbes peuvent entrer en compétition pour nutriments, augmentent la mortalité en culture et peuvent entraîner une croissance variable, une nécrose des tissus, une réduction des pousses la prolifération et l'enracinement.

Ces contaminants ne sont pas toujours visibles aux premiers stades de la culture ; certains contaminants internes deviennent visibles lors de sous-cultures ultérieures et sont difficiles à éliminer .les contaminants externes sont facilement éliminés en les lavant à l'eau courante pendant 30 à 90 minutes et la désinfection avec des agents de stérilisation des surfaces tels que les fongicides et les alcools (**Mahmoud et Al-Ani, 2016**).

II.1.3.7. L'activité biologique de *Cestrum nocturnum*

La plupart des espèces du genre *Cestrum* sont toxiques, ce qui implique que leur utilisation potentielle comme insecticide, molluscicide et herbicide.

C.nocturnum a plusieurs activités pharmacologiques telles que antimicrobiens, larvicides, antipaludiques et antioxydant. Les feuilles de la plante ont a montré une activité bactéricide significative, aussi la plante entière à montrer un effet antimicrobien contre les microorganismes pathogènes (**Rached et al ., 2018 ; Salman, 2019**).

Plusieurs extraits organiques de *C.nocturnum* ont également révélé un grand potentiel d'activité antibactérienne contre des bactéries à Gram-positifs et à Gram-négatifs (**Al-reza ,2009**).

L'extrait de méthanol apparaitre l'effet antibactérienne le plus fort contre *S.aureus*, *L.monocytogenes*, *B. subtilis* .d'un autre côté, les extraits d'hexane, de chloroforme et d'acétate d'éthyle montrant un effet antibactérien intéressant et un effet inhibiteur modéré contre *P. aeruginosa* (**Al-reza ,2009**).

II.1.3.8. Usages de genre *Cestrum*

Le jasmin à floraison nocturne est également utilisé comme plante décorative grâce à ses fleurs blanches éclatantes et parfumées.

La plupart des espèces du *Cestrum* ont trouvé plusieurs applications dans la médecine populaire. Les Chinois utilisent les feuilles de *C.nocturnum* pour leur traitement pharmacologique importance dans les brûlures et les gonflements. Il est également utilisé pour traiter l'épilepsie et comme médecine de charme stupéfiante en Inde occidentale (**Al-reza et al., 2010**).Aussi dans plusieurs Nations africaines,

C. nocturnum est utilisés pour prévenir le paludisme dû à la présence d'huile volatile, d'où ses anti-moustiques (Salman, 2019).

La plante est utilisée en infusion contre les céphalées et en cataplasme sur le ventre pour diminuer l'hypertension et la tachycardie. Elle contient des saponosides, tel le nocturnoside a isolé des feuilles fraîches (Jouzier, 2005).

II.1.3.9. Les espèces voisines de *C. nocturnum* en Algérie

Il existe deux autres espèces an Algérie, très voisines, qui décorent de nombreux jardins et espaces verts: *C. fasciculatum* et *C. parqui*.

II.1.3.9.1. *Cestrum parqui*

Est assez semblable à la précédente mais elle est plus feuillue, possède des fleurs jaunâtres et un fruit ovoïde, brun-violet. Le feuillage dégage une odeur désagréable alors que ses Fleurs sont odorantes la nuit. *C. parqui*, en raison de son composants toxiques sont utilisés comme herbicide et insecticide (Begum et Goyal, 2007 ; Hammiche et al., 2013a).

II.1.3.9.2. *Cestrum fasciculatum*

Possède des fleurs en tubes de 2 cm, dilatées au sommet, de couleur rouge-violet fonce, groupées en bouquets terminaux dressés qui donner des fleurs pratiquement toute l'année à partir de février. La plante est inodore (Hammiche et al., 2013a).

Malgré les similitudes entre le *C. nocturnum*, *C. parqui* et *C. fasciculatum* cependant, il existe des différences entre eux .La comparaison entre les trois espèces est présent dans le tableau suivant

Tableau 05 : comparaison entre *Cestrum nocturnum*, *Cestrum parqui* et *Cestrum fasciculatum*.

	<i>C. nocturnum</i>	<i>C. Parqui</i>	<i>C. fasciculatum</i>
Feuilles	Persistante	Plus feuille	persistantes
Fleurs	blanc crème verdâtre	Jaunâtre	Rouge, violet foncé
Fruits	baies blanches	Ovoïdes	Baies rouge à l'extérieur et blanche

Etude descriptive de la plante étudiée Cestrum nocturnum

			à l'intérieur
L'odeur	parfum puissant, mélange de miel et de jasmin	Désagréable	Inodore
Floraison	De juin à octobre	De mars à septembre	Toute l'année à partir de février

Chapitre III

Méthode d'analyse des résultats

III. Méthode d'analyse des résultats

Dans cette recherche, nous rapportons une étude comparative des résultats de quelques travaux scientifiques. Ils concernent l'activité antimicrobienne de *Cestrum nocturnum* des différentes extractions afin d'évaluer un pouvoir antibactérien important.

Nous nous intéressons sur quatre travaux mondiaux, le premier est de Chatterjee et al. en **2007** au l'Inde. Par la suite on a l'étude d'Al-Reza et al. en **2009** à Bangladesh. Le troisième au Pakistan de Khan et al. en **2011**. Le dernier de Rokade et al. au l'Inde de l'année **2018**. L'évaluation biologique fait par des extraits et d'huile essentielle de la plante *Cestrum nocturnum*, qui a été récoltées à des régions tropicales et subtropicales.

III.1. Résultats des travaux

A cet égard, nous avons présenté des études comparatives de l'activité antibactérienne des différents extraits de la plante *Cestrum nocturnum* à travers le monde. Cette étude réalisait pour valoriser les extraits de *Cestrum nocturnum* par apport aux quatre souches bactériens ; De gram positive *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*. D'autre part gram négative *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*.

III.1.a. L'activité antibactérienne

Nous montrons une étude comparative entre les travaux des auteurs cités au tableau suivant (**Tableau 06**) qui présente les méthodes d'extraction et les résultats de l'activité antibactérienne par la méthode de diffusion de disque.

Tableau 06 : Etude comparative de l'activité antibactérienne de *Cestrum nocturnum*.

Les articles	La récolte	Méthodes d'extraction	L'activité antibactérienne Diffusion de disque ZIB (mm)
<p>Article 1 (Chatterjee et al., 2007)</p>	<p>Bengale occidental, Inde. Mars-avril, 2005.</p>	<p>Extrait aqueux : Feuille mature 50g + 200ml d'eau froide → 24h Filtration : Whattman No.1 Evaporation T°=100°C Stockage à 4°C C = [30mg/ml]</p> <p>Extrait de méthanol : Feuille sèche (broyées) 50 g + 200 ml méthanol → 24h Filtration : Whattman No.1 *3 fois Evaporation : de liquides extraits Conservation à 80°C, 18h (Overnight) Lyophilisation 24h à 60°C sous vide de 200 ml Stockage à 4°C C = [30mg/ml]</p>	<p>Extrait aqueux : <i>S. aureus</i> : 20.8 ± 0.35 <i>B. subtilis</i> : 17.0 ± 0.29 <i>E. coli</i> : 12.1 ± 0.17 <i>P. aeruginosai</i> : 18.1 ± 0.11</p> <p>Extrait de méthanol : <i>S. aureus</i> : 22.4 ± 0.17 <i>B. subtilis</i> : 17.6 ± 0.47 <i>E. coli</i> : 16.2 ± 0.17 <i>P. aeruginosa</i> : 20.0 ± 0.58</p>
<p>Article 2 (Al-Reza et al., 2009)</p>	<p>Kushtia, Bangladesh. Décembre, 2007</p>	<p>Huile essentielle : Hydrodistillation(Clevenger) Fleurs séchées 200g (ballon de 2l) → 3h Séchage : Na2SO4 anhydre Stockage à 4°C RE = 0.34% (w /w) Filtration : Filtre Millipore de 0.45 µm Dilution : 1:5 (v/v) du MeOH C = [30mg/ml]</p> <p>Extraits de méthanol Fleurs séchées 50g + Méthanol Evaporation : évaporateur rotatif sous vide Rendement = 6.3g Filtration : Filtre Millipore de 0.45 µm C = [30mg/ml]</p>	<p>Huile essentielle : <i>S. aureus</i> : 18.2 ± 1.1 <i>B. subtilis</i> : 15.3 ± 0.7 <i>E. coli</i> : 10.0± 0.6 <i>P. aeruginosai</i> : 13.3 ± 1.2</p> <p>Extrait de méthanol : <i>S. aureus</i> : 18.1 ± 1.4 <i>B. subtilis</i> : 16.4± 0.7 <i>E. coli</i> : 11.8± 1.7 <i>P. aeruginosai</i> : 15.1±1.4</p>

<p>Article 3 (Khan et al., 2011)</p>	<p>Khyber PukhtoonKhawa, Pakistan. Juin, 2007</p>	<p>Extrait de méthanol : La plante entière sèche (poudre) de 8.5kg + méthanol →15 jours Filtration Concentration sous vide (40°C) par évaporateur rotatif Extrait = 877g C = [3mg/ml]</p>	<p>Extrait de méthanol : <i>S. aureus</i> : 15 <i>B. subtilis</i> : 12 <i>E. coli</i> : 13 <i>P. aeruginosai</i> : 17</p>
<p>Article 4 (Rokade et al., 2018)</p>	<p>Maharashtra, Inde. Août, 2018</p>	<p>Extraction de méthanol : Feuille sèches (Poudre) 20mg + 200ml de méthanol → 7 jours. Filtration : Whatman No.1 Ajustement : (20mg+50ml) *3 Evaporation : rotatif Conservation 80 °C (18h) Lyophilisation 60°C (24H) sous vide de 200 ml Stockage : 4°C C = [3mg/ml]</p>	<p>Extrait de méthanol : <i>S. aureus</i> : 14.3 <i>E. coli</i> : 15</p>

III.1.b. Criblage phytochimiques

Nous démontrons les résultats phytochimiques des extraits de *Cestrum nocturnum* de deux travaux, **Al-Reza** en **2009** au l'inde, et **Salman** au Iraq en **2019**. Les résultats de screening phytochimique des huiles essentielles des fleurs de *Cestrum nocturnum* qui à été extrait par l'hydrodistillation, présentées au tableau suivant (**Tableau 07**).

Tableau 07 : Résultats phytochimiques de l'huile essentielles et de l'extrait méthanoïque de *Cestrum nocturnum* réalisées par **El-Reza en 2009** et **Salman en 2019**.

Les articles Les composants	El-Reza et al., 2009	Salman et al., 2019
Les composants majeurs	Alcool phényléthylique (27,45%) Alcool benzylique (12,21%) Eicosane (5,62%) Eugénol [phénols] (5,59%) N-tétracosane (4,42%) Oxyde de caryophyllène (3,15%) L-hexadécanol (2,75%) Méthoxyeugénol [phénols] (2,45%) Benzaldéhyde (2,32%)	Acide oléique (24.49%) Linalol (12.94%) Hydroxycitronellol (7.40%) Acétyl carène (5.24%) Géraniol (2.97%) Acétate de benzyle (2.65%)
Les composants mineurs	Acide hexadécanoïque (1,71%) L-nonadécanol (1,65%) Héneicosane (1,55%) Anthranilate de méthyle (1,44%), Nonadécène (1,37%) Nérolidol (1,31%) Tétradécanal (1,28%) Citronellal (1,23%)	-

D'autre part, des résultats de la phytochimie de l'extrait méthanoïque des feuilles de *Cestrum nocturnum* des travaux, de **Khan en 2011** au Pakistan et l'autre de **Prasad en 2013** au l'Inde. Le tableau suivant (**Tableau 08**) démontre ces résultats.

Tableau 08 : screening phytochimiques des extraits méthanoïques de *Cestrum nocturnum*.

	Glycoside	Alcaloïdes	Saponines	Phénols	Flavonoïdes	Tannins
Khan et al., 2011	+	+	+	+	+	+
Prasad et al., 2013	+	+	-	+	+	+

(+) : Présence. (-) : Absence.

Chapitre IV

Discussion des résultats

IV. Discussion des résultats

IV.1. L'activités antibactériennes

Les résultats présentés au **tableau 6** montrent l'activité antibactérienne de *Cestrum nocturnum*, vis-à-vis de quatre souches bactériennes. *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*.

Les histogrammes (**Figure 03-06**) présentent le pouvoir antibactérien des extraits de *Cestrum nocturnum* (extrait méthanolique, extrait aqueux et l'huile essentielle). L'évaluation se fait par la mesure de diamètre de la zone d'inhibition autour de disques, selon (**Ponce et al., 2003**) :

Résistante ou non sensible : Diamètre < 8 mm.

Sensible : Diamètre entre 9 et 14.

Très sensible : Diamètre entre 15 et 19.

Extrêmement sensible : Diamètre > 20 mm.

D'après ces histogrammes le point le plus attirant c'est que l'extrait méthanolique ayant une activité antibactérienne importante, comparable à l'huile essentielle et à l'extrait aqueux.

Ce point est complètement d'accord avec les résultats de **Chatterjee et al., 2007** qui mentionne que les extraits méthanoliques des feuilles des plantes ont une activité antibactérienne importante par rapport aux extraits aqueux. Avec une autre citation de **Mohamed** (2013) "l'extrait de méthanol présentait une activité supérieure à celle du chlorure de méthylène et des extraits d'huiles essentielles" **Mohamed et al., 2013**.

Le problème de résistance se trouve majoritairement chez les bactéries de gram négatifs (**Al-Reza et al., 2009**). Notre travail s'intéresse sur *P. aeruginosa* et *E.coli*. Comme remarque positive, dans **l'article 1** l'extrait méthanolique contre *E. coli*, d'une concentration de 30 mg/ml. La bactérie est très sensible et leur diamètre d'inhibition 16 mm. D'après **l'article 4**, on remarque un résultat très important que l'*E. coli* est très sensible encore fois et avec une base concentration de 3 mg/ml d'extrait méthanolique.

Par la suite, La bactérie *P. aeruginosa* aussi de **l'article 1** est très sensible par l'extrait aqueux de diamètre de 18 mm. Encore fois, elle est extrêmement sensible par l'extrait méthanolique D=20mm avec concentration de 30 mg/ml de chaque extrait.

Selon **l'article 3** qui fait l'extraction au mois de floraison (juin), l'extrait méthanolique de concentration de 3 mg/ml (base) avoir des résultats de *P. aeruginosa* très sensible de diamètre 17 mm.

Dans le travail de **Khan en 2011 (L'article 3)**, les résultats indiquent clairement le grand potentiel de la plante entière de *Cestrum nocturnum*.

Les bactéries de gram négatives avoir une résistance importante à cause de la structure de la paroi cellulaire hydrophile est constituée essentiellement d'un lipopolysaccharide (LPS) qui bloque la pénétration des extrais hydrophobe et évite l'accumulation dans la membrane cellulaire cible (**Al-Reza et al., 2009**).

Les autres souches *S. aureus* et *B. subtilis* sont des bactéries de gram positives. Elles sont plus sensibles par rapport aux grams négatifs. D'après **l'article 1**, *S.aureus* est extrêmement sensible par les deux extraits aqueux et méthanolique de zone d'inhibition 20.8 mm, 22.4 mm respectivement.

D'après **l'article 2**, *S. aureus* soit par huile essentielle ou l'extrait méthanolique avoir un diamètre d'inhibition de 18 mm, elle est très sensible. Mais moins que **l'article 1**, malgré les mêmes concentrations de 30mg/ml. Sauf que **l'article 2** l'extraction se fait du mois de Décembre le mois de repos chez les végétaux, et le **premier article** en printemps (Mars-Avril) est une période avant la floraison.

La dernière souche est *B. subtilis* de gram positive donc elle est de grande sensibilité contre les extraits. Les résultats des **articles 1 et 2** montrent que l'extrait méthanolique toujours avoir une activité importante dans l'inhibition des bactéries soit en comparons avec l'extrait aqueux de **l'article 1** (17 mm) et leur extrait méthanolique (17.6 mm). Soit avec l'huile essentielle de **l'article 2** (15 mm) et leur extrait méthanolique (16.4mm).

Cette hypersensibilité des souches bactériennes de gram positive due à la nature de paroi cellulaire. Elles sont dépourvues de membrane externe, donc sensible aux changements des paramètres externes, tels que la température, le pH, et les extraits naturels (**Labioud, 2016**).

Concernant l'huile essentielle extraite par Hydrodistillation a une activité antibactérienne importante par rapport au méthode de microonde (Méthode innovante)

mais la présence de la chaleur élevée détruit les composants actifs de plante (Farooqui et al., 2019).

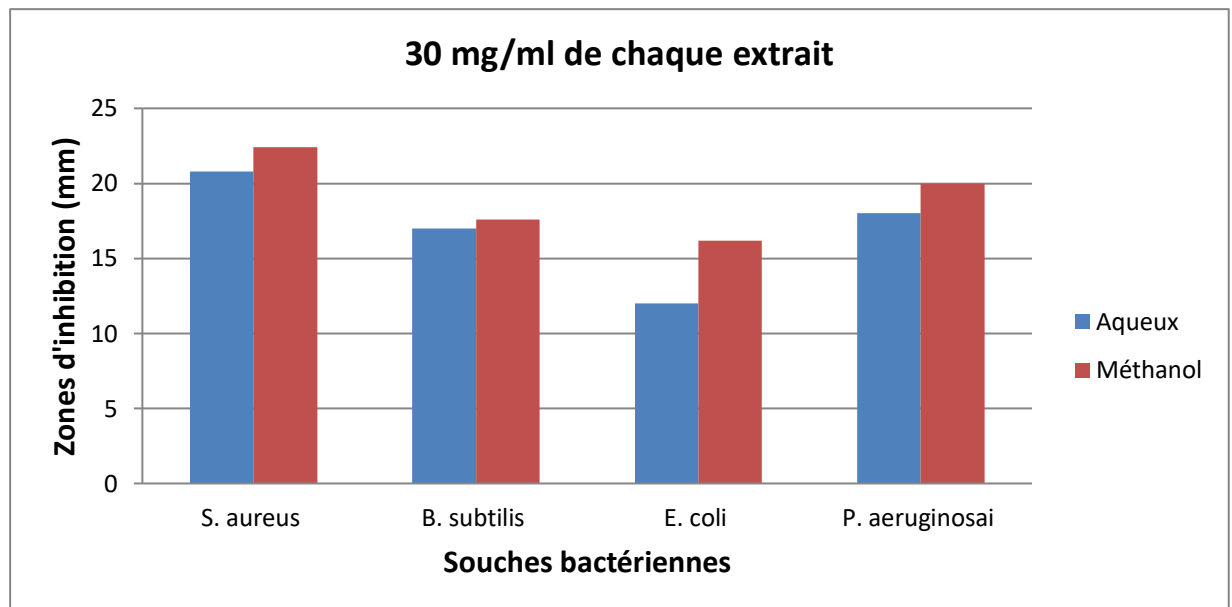


Figure 03 : L'activité antibactérienne des extraits aqueux et méthanolique des feuilles de *Cestrum nocturnum* (Chatterjee et al., 2007).

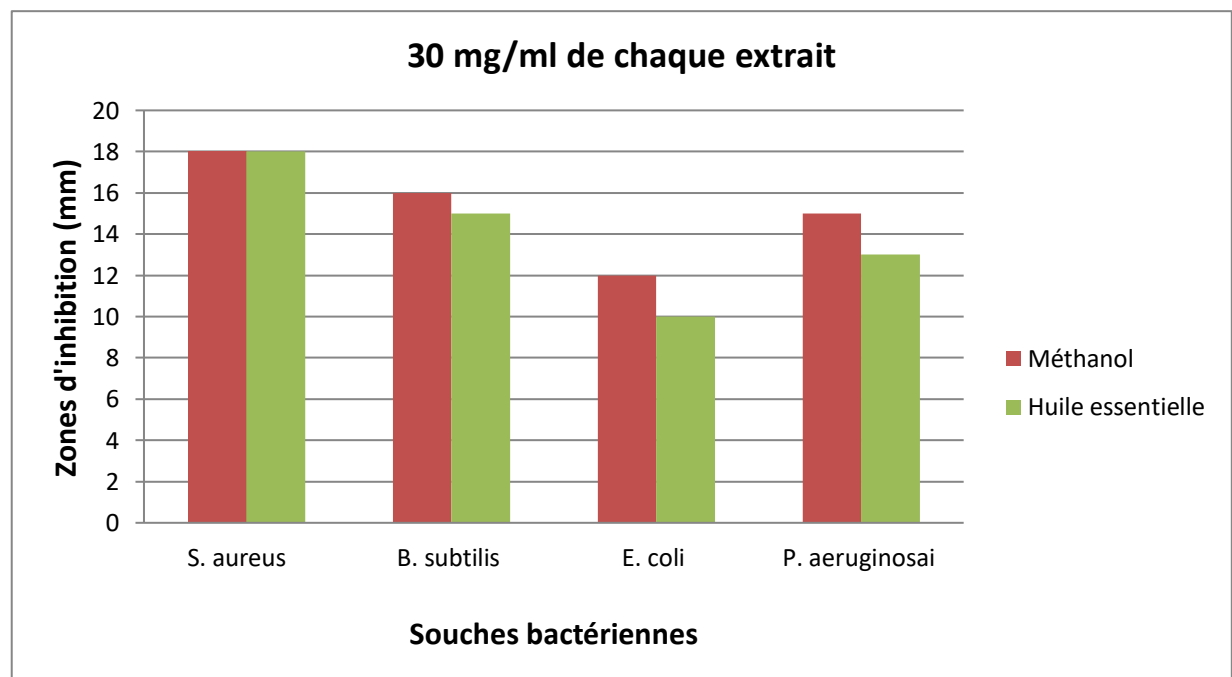


Figure 04 : L'activité antibactériennes d'huile essentielle et d'extrait méthanolique des fleurs de *Cestrum nocturnum* (Al-Reza et al., 2009).

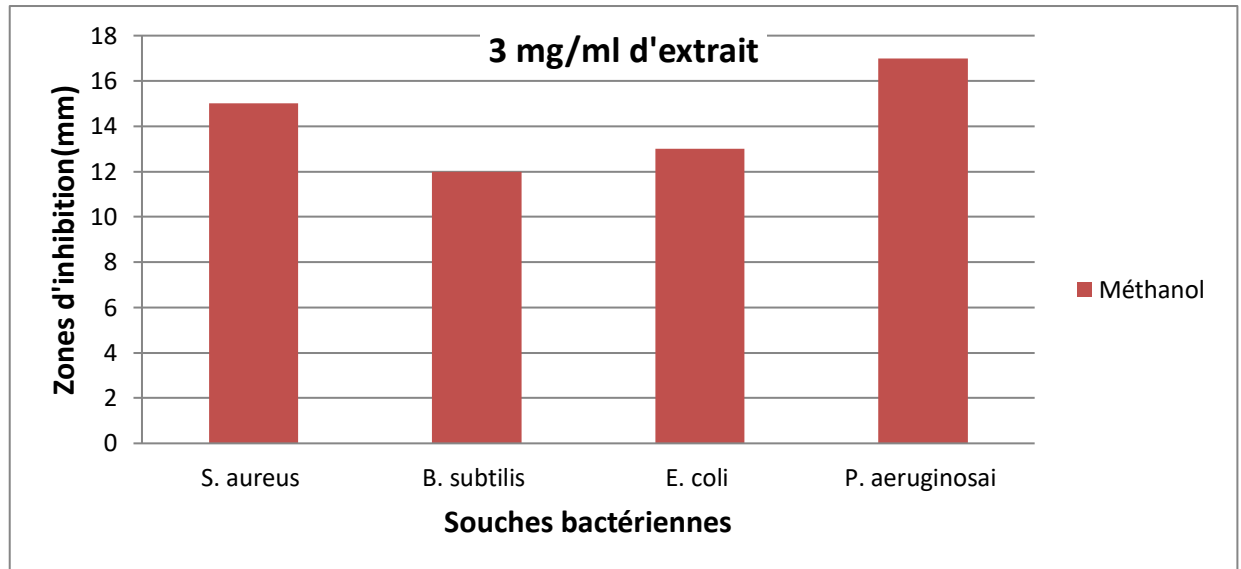


Figure 05 : L'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de *Cestrum nocturnum* entière (Khan et al., 2011)

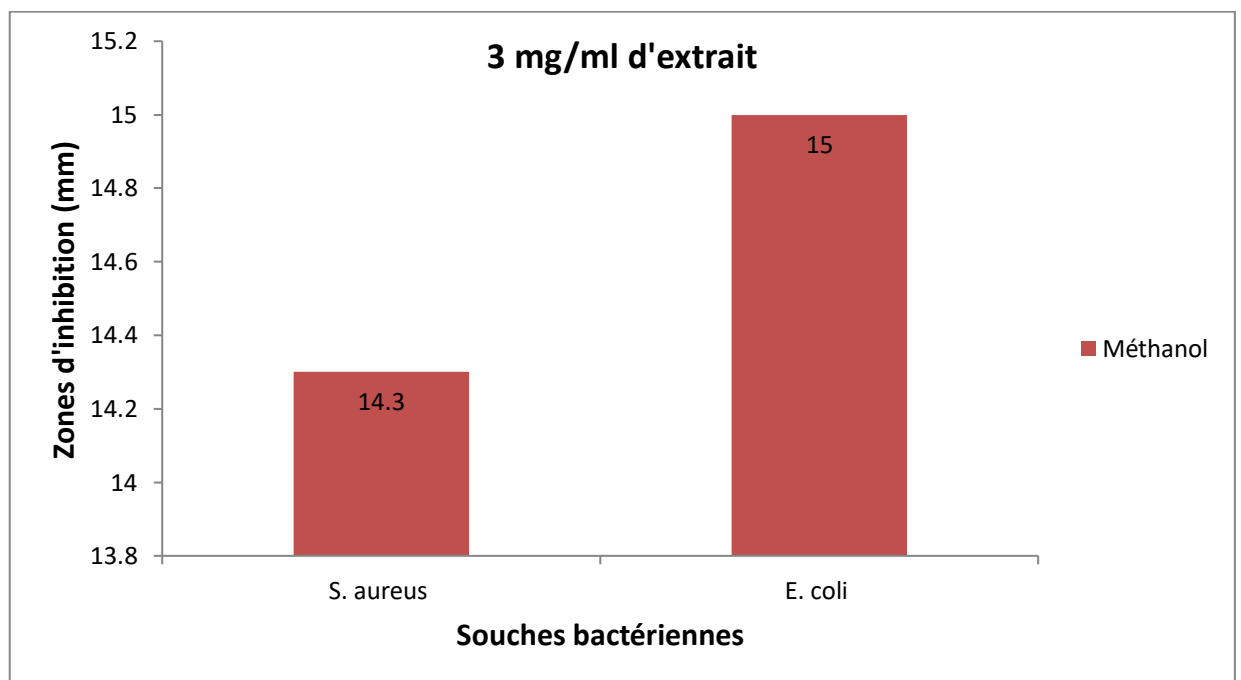


Figure 06 : L'activité antibactériennes d'extraits méthanolique des feuilles de *Cestrum nocturnum* (Rokade et al., 2018).

IV.2. Criblage phytochimiques

A partir de **tableau 07** qui a montré les résultats de criblage phytochimique des huiles essentielles de *Cestrum nocturnum*.

Selon l'étude de **Salman** qui a été fait en **2019** sur l'effet d'huile essentielle extraite par Hydrodistillation des fleurs de *Cestrum nocturnum* en Iraq. Cette dernière, il a été découvert 39 composants chimiques d'huile essentielle lesquels sont : l'acide oléique (24.49%) a une concentration plus élevée que les autres composés, suivi par le linalol 12,94 %, l'hydroxycitronellol 7,40 %, l'acétyl carène 5,24 %, le géraniol 2,97 % et l'acétate de benzyle 2,65% (**Salman et al., 2019**) contrairement aux résultats d'**El - Reza** en **2009**.

Concernant l'huile essentielle extraite par **Farooqui** en **2019**, l'huile est donnée le même résultat avec l'extrait méthanolique de **Khan en 2011**, pour les produits phytochimiques, notamment les alcaloïdes, les glucides, les glycosides, les saponines, les acides aminés des protéines, les composés phénoliques ou la teneur en tanins (**Farooqui et al., 2019**).

L'huile essentielle entière exerce une forte activité antimicrobienne (Labiod, 2016) Les composants majeurs d'huile essentielle de *Cestrum nocturnum* a une effet antibactériennes et aussi les composants mineurs est également soient impliqués dans un certain type de synergie avec les autres composés actifs (**Al-Reza et al., 2009**). Ce qui suggère que les composants mineurs peuvent avoir un effet synergique.

Les résultats des tests préliminaires de la composition phytochimique d'extrait méthanolique (**Tableau 08**) montrent la présence des groupes chimiques dans le *Cestrum nocturnum*.

D'après les résultats de **Khan en 2011** et **Prasad en 2013**. On note que les mêmes classes sont retrouvées, les glycosides, les alcaloïdes, les saponines, les composés phénoliques, les flavonoïdes et de tannins. Sauf que, l'étude de **Prasad en 2013**, la plante est avérée négative pour la présence de saponines.

D'autre part, l'extraction par méthanol de 80% après le fractionnement de l'extrait avec des solvants à base de chloroforme, d'acétate d'éthyl et aqueux. Les résultats montre que la fraction chloroforme donnait activité antibactérienne la plus élevée en raison de la présence de coumarines qui entraînent une augmentation de la lipophilie de la molécule. De la présence de β -sitostérol, de stigmastérol, d'acide protocatéchique et d'apigénine qui pourraient également contribuer à la plus forte activité antibactérienne de cette fraction (**Rashed et al., 2018**).

Outre fois, l'extrait de n-butanol des feuilles de *C. nocturnum*, il compose de l'acide coumarique et la vanilline ont été des constituants majeurs, tandis que l'acide caféique, la rutine, l'acide syringique, la catéchine, le quercét et l'acide cinnamique ont été détectés comme des composants mineurs (**Nasr et al., 2018**).

L'activité antibactérienne des extraits de plantes est en relation directe avec la composition et la concentration en composés actifs, le type de microorganismes cibles, les conditions et les méthodes de traitement (**Labioud, 2016**).

La composition chimique est fortement influencée par la région géographique, composition du sol, des conditions environnementales et du génome de la plante (**Salman et al., 2019**). Selon **Labioud**, les compositions chimiques affectées par des facteurs biotiques et abiotiques. Elle dépend des conditions climatiques, saisonnières et géographiques ainsi que de la période de récolte de la plante voire de la technique d'extraction (**Labioud, 2016**).

À partir d'une analyse approfondie, **Nasr** en **2018** a découvert que les composants phénoliques de l'extrait de *Cestrum nocturnum* étaient responsables de l'activité antibactériennes. Cependant, il y a des études confirment la corrélation linéaire entre les composants phénoliques et l'action contre les bactéries (**Bouyahya et al., 2017; Daas Amiour et al., 2014; Nasr et al., 2018; Pereira et al., 2007**).

Conclusion

Conclusion

Le travail que nous avons entrepris porte sur l'étude comparative de l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques, aqueux, huile essentielle des parties aériennes de *Cestrum nocturnum* vis-à-vis *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*.

La méthode qui a été suivie pour l'évaluation de l'activité antibactérienne est la méthode de diffusion des disques afin de déterminer la zone d'inhibitrice. Les résultats observés ont montré que tous les extraits de cette plante ayant une activité antibactérienne importante. Cependant, L'extrait méthanolique ayant une très forte activité comparable avec d'autres extraits.

En outre, L'huile essentielle extraite par hydro-distillation montre une activité antibactérienne contrairement au l'extraction par micro-ondes qui détruit les composant actifs de la plante a cause de degré élevé de température.

Les bactéries de Gram positives sont très sensibles aux extraits végétaux par rapport aux Gram négatifs. Ce dernier est très résistant due à la présence de paroi cellulaire imperméable.

La récolte des plantes avant ou pendant les moins de floraison donnent un pouvoir antibactérien élevé grâce à la richesse de la plante dans cette période, et évitée les moins de repos végétale (Décembre, Janvier).

Le criblage phytochimiques révéla la présence des Glycosides, les Alcaloïdes, les Saponines, les Poléphenols, les Flavonoïdes, les Tannins. D'après les recherches antérieures la teneur en poléphenols est en corrélation linéaire avec l'activité antibactérienne.

Cestrum nocturnum avait un grand potentiel d'activité antibactérienne contre des bactéries à Gram positifs et à Gram négatifs. Donc les extraits de *Cestrum nocturnum* sont une alternative contre les infections bactériennes et de développement des nouveaux agents antibactériens.

A travers les résultats de l'activité antibactérienne et les analyses phytochimiques, il est donc nécessaire de procéder à une étude en ce qui concerne l'extraction, la purification de composés bioactifs ainsi que le mode d'action des composés extraits sur les cellules microbiennes. Afin de s'en servir dans divers domaines médicaux, pharmaceutiques et industriels.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Almoulah, N. F. (2017).** *Etudes phytochimique et biologique de cinq plantes de la famille des Solanaceae* [Thèse De Doctorat]. Université de Lorraine.
- Al-Reza, S. M., Rahman, A., & Kang, S. C. (2009).** Chemical composition and inhibitory effect of essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. on food-borne pathogens. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(6), 1176-1182.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01939.x>
- Al-Reza, S. M., Rahman, A., Ahmed, Y., & Kang, S. C. (2010).** Inhibition of plant pathogens in vitro and in vivo with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. *Pesticide biochemistry and physiology*, 96(2), 86-92.
- Baouane, S., & Rezzik, D. (2017).** *Etude des propriétés biologiques et physico-chimiques d'une plante médicinale Helminthotheca echioides* .(thèse de doctorat). Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou.
- Begum, A. S., & Goyal, M. (2007).** Phcog Mag.: Review Article Research and Medicinal Potential of the genus *Cestrum* (Solanaceae) –A Review. *Pharmacognosy Reviews*, 1(2).
- Bellamine, K. (2017).** La phytothérapie clinique dans les affections dermatologiques.
- Benaissa, O. (2011).** *Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres Chrysanthemum et Rhantherium. Activité Biologique* .(thèse pour l'obtention du doctorat). Université frères Mentouri .Constantine. 63p.
- Benguerba, A. (2008).** Etude phytochimique et de la phase butanolique de l'espèce *inula crithmoides* l. (Mémoire de magister en chimie organique). Université frères Mentouri .Constantine.
- Benkou, B. (2012).** *Contribution à l'étude de l'impact d'orientation du Withaniafrutescens (Solanacées) dans les stations de Sebaa Chioukh et Rachgoun*. (Thèse de doctorat). Université Abou Bekr Belkaid .Tlemcen.
- Boughrara B., 2016.** *Inventaire et étude ethnobotanique et chimique des plantes à intérêts thérapeutique et nutritif du Parc national El- kala*. Thèse de Doctorat en phytochimie. Université Badji Mokhtar-Annaba.
- Bouyahya, A., Abrini, J., Bakri, Y., & Dakka, N. (2017).** Screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'*Origanum*

- compactum. *Phytothérapie*, 15(6), 379-383. <https://doi.org/10.1007/s10298-017-1101-8>
- Buchbauer, G., Jirovetz, L., & Kaul, V. K. (1995).** Volatiles of the Absolute of *Cestrum nocturnum* L. *Journal of Essential Oil Research*, 7(1), 5-9.
- Cadet, E. (2017).** *Etude phytochimique et emplois de plantes veinotoniques*. (Thèse de doctorat) .Université de Lorraine. France.
- Ceccon, J. (2006).** *Synthèse Totale d'Alcaloïdes Polyhydroxylés: la (-)-Swainsonine, la (+)-6-Épicastanospermine, la (+)-Castanospermine et la (-)-Détoxinine*. (Thèse de doctorat) . Université Joseph Fourier -Grenoble 1. France.
- Chatterjee, S. K., Bhattacharjee, I., & Chandra, G. (2007).** Bactericidal Activities of Some Common Herbs in India. *Pharmaceutical Biology*, 45(5), 350-354. <https://doi.org/10.1080/13880200701212940>
- Chenni, M. (2016).** *Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic « Ocimum basilicum L. » extraite par hydro-distillation et par micro-ondes* [These de Doctorat]. Université d'Oran 1 Ahmed BenBella.
- Daas Amiour, S., Alloui-Lombarkia, O., Bouhdjila, F., Ayachi, A., & Hambaba, L. (2014).** Étude de l'implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. *Phytothérapie*, 12(2), 135-142. <https://doi.org/10.1007/s10298-014-0843-9>
- Djebaili, H. (2013).** *L'effet des facteurs d'environnement sur la variation de quelques métabolites secondaires chez deux espèces médicinales: Juniperus oxycedrus L. (Cupressacées) et Schinus molle L. (Anacardiacees)* [Mémoire de Magister]. Université Larbi Ben M'hidi.
- El Haib, A. (2011).** *Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques*. (Thèse de doctorat) .Université de Toulouse III-Paul Sabatier. France.
- Farooqui, S. F., Mohd, I. A., Farooqui, M., & Pathan, M. A. A. K. (2019).** PHYTOCHEMICAL AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF CONVENTIONAL EXTRACTION AND MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION OF CESTRUM NECTURM LEAVES. *European Chemical Bulletin*, 8(2), 47. <https://doi.org/10.17628/ecb.2019.8.47-50>

- Gélebrat, B., Duret, X., & Lalonde, O. (2016).** OPTIMISATION DE L'EXTRACTION, EN RÉACTEUR «BATCH», DE BIOMASSE ÉNERGÉTIQUE À L'AIDE D'ÉMULSIONS ULTRASONIQUES DE SOLVANTS VERTS.
- Ghatak, A., Chaturvedi, P., Paul, P., Agrawal, G. K., Rakwal, R., Kim, S. T., Weckwerth, W., & Gupta, R. (2017).** Proteomics survey of Solanaceae family : Current status and challenges ahead. *Journal of Proteomics*, 169, 41-57.
<https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.05.016>
- Halim, A. F., Collins, R. P., & Berigari, M. S. (1971).** Alkaloids produced by *Cestrum nocturnum* and *Cestrum diurnum*. *Planta medica*, 20(03), 44-49.
- Hammiche, V., Merad, R., & Azzouz, M. (2013a).** Galant de nuit. In V. Hammiche, R. Merad, & M. Azzouz (Éds.), *Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen* (p. 129-132). Springer. https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0375-3_18
- Hammiche, V., Merad, R., & Azzouz, M. (2013b).** Solanacées. In V. Hammiche, R. Merad, & M. Azzouz (Éds.), *Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen* (p. 237-263). Springer. https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0375-3_31
- Jorite, S. (2015).** La phytothérapie, une discipline entre passé et futur: de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. *Sciences pharmaceutiques*.
- Jouzier, E. (2005).** Solanacées médicinales et philatélie. *BULLETIN-SOCIETE de pharmacie de Bordeaux*, 144(3/4), 311.
- Kahlouche-Riachi, F. (2014).** Evaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie.
- Kast, C., Mühlemann, M., Dübecke, A., Beckh, G., & Lüllmann, C. (2010).** Les Alcaloïdes pyrrolizidiniques dans la nature et leur importance pour les denrées alimentaires. (1)
- Keshari, A. K., Srivastava, R., Singh, P., Yadav, V. B., & Nath, G. (2020).** Antioxidant and antibacterial activity of silver nanoparticles synthesized by *Cestrum nocturnum*. *Journal of Ayurveda and integrative medicine*, 11(1), 37-44.
- Khan, M. A., Inayat, H., Khan, H., Saeed, M., Khan, I., & Rahman. (2011).** Antimicrobial activities of the whole plant of *Cestrum nocturnum* against pathogenic microorganisms. *African Journal of Microbiology Research*, 5(6), 612-616.
- Koné, D. (2009).** *Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes: extraction, identification d' alcaloïdes-caractérisation, quantification de polyphénols: étude de leur activité antioxydante* .(thèse de doctorat). Université de Lorraine. France.

- Labiod, R. (2016).** *Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : Activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide.* [Thèse De Doctorat]. Université Badji Mokhtar. Annaba.
- Lehout, R., & Laib, M. (2015).** Comparaison de trois méthodes d'extraction des composés phénoliques et des flavonoïdes à partir de la plante médicinale: *Artemisia herba alba* Asso. Université des Frères Mentouri .Constantine.
- Limonier, A. S. (2018).** La phytothérapie de demain: les plantes médicinales au cœur de la pharmacie.
- Macheix, J. J. (1996).** Les composés phénoliques des végétaux: quelles perspectives à la fin du XXème siècle? *Acta botanica gallica*, 143(6), 473-479.
- Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005).** *Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique.* PPUR presses polytechniques.
- Mahmoud, S. N., & Al-Ani, N. K. (2016).** Effect of different sterilization methods on contamination and viability of nodal segments of *Cestrum nocturnum* L. *International Journal of Research Studies in Biosciences*, 4(1), 4-9.
- Manase, M. J. (2013).** *Etude chimique et biologique de saponines isolées de trois espèces malgaches appartenant aux familles des Caryophyllaceae, Pittosporaceae et Solanaceae.* (Thèse de doctorat). Université de Bourgogne. France.
- Mohamed, A. A., Ali, S. I., & El-Baz, F. K. (2013).** Antioxidant and Antibacterial Activities of Crude Extracts and Essential Oils of *Syzygium cumini* Leaves. *PLoS ONE*, 8(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060269>
- Montero-Castro, J. C., Delgado-Salinas, A., De Luna, E., & Eguiarte, L. E. (2006).** Phylogenetic analysis of *Cestrum* section *Habrothamnus* (Solanaceae) based on plastid and nuclear DNA sequences. *Systematic Botany*, 31(4), 843-850.
- Morand, C., & Milenkovic, D. (2014).** Polyphénols et santé vasculaire: mise en évidence du rôle direct des polyphénols dans les effets bénéfiques des agrumes dans la protection vasculaire. Carrefours de l'Innovation Agronomique CIAG: Phytomicronutriments de la plante au consommateur. (42) 2014; Carrefours de l'Innovation Agronomique CIAG: Phytomicronutriments de la plante au consommateur, Avignon, FRA, 2014-12-16-2014-12-16, 11-26.
- Muniz, M. N. (2006).** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs: la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. (Thèse de doctorat) .Université Joseph Fourier – Grenoble I. France.

- Muther, L. (2015).** Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant. (Thèse de doctorat) .Université d'auvergne .France .
- Nasr, S. M., Ghareeb, M. A., Mohamed, M. A., Elwan, N. M., Abdel-Aziz, A. E.-W. A., & Abdel-Aziz, M. S. (2018).** High-performance liquid chromatography-fingerprint analyses, In vitro cytotoxicity, antimicrobial and antioxidant activities of the extracts of two cestrum species growing in Egypt. *Pharmacognosy Research*, 10(2), 173-180.
https://doi.org/10.4103/pr.pr_145_17
- Nouioua, W. (2012).** *BIODIVERSITE ET RESSOURCES PHYTOGENETIQUES D'UN ECOSYSTEME FORESTIER « Paeonia mascula (L.) Mill.* [Mémoire de Magister]. Université Ferhat Abbas. Sétif.
- Ouis, N. (2015).** ETUDE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES DE CORIANDRE, DE FENOUIL ET DE PERSIL. (Thèse de doctorat) .Université d'Oran. Oran, Vol 1.
- Pereira, A. P., Ferreira, I. C. F. R., Marcelino, F., Valentão, P., Andrade, B., Seabra, R., Estevinho, L., Bento, A., & Pereira, J. (2007).** Phenolic Compounds and Antimicrobial Activity of Olive (*Olea europaea* L. Cv. Cobrançosa) Leaves. *Molecules*, 12(5), 1153-1162. <https://doi.org/10.3390/12051153>
- Ponce, A. G., Fritz, R., del Valle, C., & Roura, S. I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT - Food Science and Technology*, 36(7), 679-684. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00088-4](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00088-4)
- Prasad, P. M., Prabhu, A., Thakur, M. S., Yogesh, & Ruparel, M. (2013).** Phytochemical Screening, Anti-Oxidant Potential and Antimicrobial Activities in Three Species of Cestrum Plants. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 673-678.
- Quézel, P., & Santa, S. (1963).** *Nouvelle flore de l'Algerie et des regions desertiques meridionales.* Centre National de la Recherche Scientifique.
- Rashed, K. N., Glamočlija, J., Calhelha, R. C., & Ferreira, C. F. R. (2018).** Identification of the Bioactive Constituents and the Antibacterial, Antifungal and Cytotoxic Activities of Different Fractions from *Cestrum nocturnum* L. 11(3), 7.
- Rey-Giraud, G. (2018).** Contribution à l'étude chimique et toxicologique de solanacées responsables d'appels au centre antipoison et de toxicovigilance de Toulouse .(Thèse de doctorat). Université de Toulouse III-Paul Sabatier. France.

- Rokade, P., Rokade, D., & Dhekale, P. (2018).** EXTRACTION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *CESTRUM NOCTURNUM*. *International Journal of Advanced Research*, 6(5), 739-741. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/7090>
- Salman, Z. O., Alwash, B. M. J., & Kadhim, E. J. (2019).** EFFECT OF ESSENTIAL OIL OF *Cestrum nocturnum* FLOWERS CULTIVATED IN IRAQ AS ANTIOXIDANT AND ELONGATION COLD. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 50(2), 601-607.
- Shaista, A., & Amrita, P. (2016).** Delicate, fragrant, lady of the night—a medicinal gift. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4, 13-17.
- Tabet-Zatla, A. (2017).** *Caractérisations chimiques et étude biologiques d'extraits de quatre plantes aromatiques « Daucus. Carota ssp. Sativus, Marrubium vulgare, Ballota nigra et Cynoglossum cheirifolium » de la région de Tlemcen* [Thèse De Doctorat]. Université Abou-Beker Belkaid - TLEMCEM.
- Togola, I., Konaré, M. A., Diakité, M., Diarra, N., Tounkara, F., Sanogo, R., & Dembélé, D. (2019).** Evaluation de la teneur en alcaloïdes totaux à différents stades de développement de *Datura innoxia* Mill., une plante utilisée dans la médecine traditionnelle au Mali.
- Welsch, J. (1893).** Explication d'une carte de la répartition des végétaux à la surface du globe. *Annales de géographie*, 2(8), 417-428. <https://doi.org/10.3406/geo.1893.7366>