



N° d'ordre : ...

N° de série :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

Etude phytochimique et l'évaluation du pouvoir antioxydant d'une
plante épuratrice de l'eau usée (*Canna indica L.*)

Présenté par : Saïd Ahlam

Chabbi Sabrine

Chabbi Nesrine

Devant le jury composé de :

Président : Dr. BOUKHARI Dalal, (MCB), Université Echahid Hamma Lakhdar D'El-Oued.

Examineur : Dr. KHELEF Yahia, (MCB), Université Echahid Hamma Lakhdar D'El-Oued.

Promoteur : Dr. GUEMMOUDA Messaouda, (MCA), Université Echahid Hamma Lakhdar D'El-Oued.

- Année universitaire 2021/2022 -

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

سورة البقرة الآية 32



Dédicace

Je dédie ce travail :

Avant tout à mes chers parents, pour leur soutien immense qu'ils n'ont cessé de m'apporter ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans lesquels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.

*A ma seconde mère, ma très chère sœur
Souhaïla.*

À mes frères : Souhaïb, Ahmed, Abdelkader.

*A mon amie, ma moitié, ma chère sœur
Benhacine Sabrina.*

À toute mes familles Saïd

*À tous ceux que j'aime, et tous ceux qui
m'aiment*

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin
à la réalisation de ce mémoire.*

AHLAM



Dédicace

*Je commence ma dédicace au nom du dieu et le salut sur **Mohamed** le messager de dieu.*

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à mes chers **parents**, qui m'avait dirigé et suivi tout au long des années d'étude et surtout ma mère pour leurs sacrifices de tous les instants, sa patience sans limite et l'éducation dont elle m'a dignée, je lui en dit merci mille fois. A mes **frères** et mes **sœurs** et toute la famille, surtout ma cousine **Youmna** pour ses conseils.*

*Tous mes camarades de la promotion de **Toxicologie** 2021- 2022.*

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Sabrina



Dédicace

*Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la
capacité d'écrire et de réfléchir, et la patience
d'aller jusqu'au bout du rêve*

Je dédie ce modeste travail

*À mes chers parents **Abd Elkader** et **Radia** qui
ont fait beaucoup de sacrifices pour que
j'arrive à ce stade de ma vie, que dieu les garde
pour moi.*

A mon frère et mon bras droit

A mes chères sœurs

À toute ma Famille.

*À mes professeurs et enseignants qui ont suivi
mes études tout au long de ma carrière
académique.*

*A tous mes amis surtout **Sabrina** et **wiam***

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de
loin pour que ce projet soit possible, je vous dis
merci.*

NESRINE

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions ALLAH tout puissant qui nous a donné la force et la volonté d'achever cette réalisation et nous lui rendons grâce.

*Reconnaissance et ma sincère gratitude à Mme **GUEMMOUDA Messaouda**, maître de conférences au département de Biologie cellulaire et moléculaire de la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Echahid Hama Lakhdar d'El-Oued, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son aide, ses encouragements, ses précieux conseils, sa patience, tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous exprimons aussi nos remerciement à **BOUKHARI Dalal**, qui nous avons fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire et à **KHELEF Yahia** d'avoir accepté d'examiner notre travail. Nous tenons à exprimer notre grand respect à eux.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à monsieur **SAÏD Abdelkhalek** et étudiante de doctorat **FATIMA ALIA** pour ses r aides.*

Nous tenons à remercier profondément tout qui nous ont aidé pour faire ce travail, et surtout tous les travailleurs du laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Echahid Hama Lakhdar d'El-Oued.

Liste des figures

N°	Titre des figures	Page
01	Jeunes plants de <i>Canna indica</i> L	07
02	Plantes de <i>Canna indica</i> L	07
03	Fleur de <i>Canna indica</i>	08
04	<i>Canna indica</i> (CANNACEAE)	09
05	Répartition du <i>Canna indica</i> dans le monde selon la découverte de la vie	10
06	a Graines de <i>C. indica</i> dans le sol (une est encadrée). b parties non enfouies de rhizomes, l'une séchée, l'autre en croissance	11
07	Structure de base des polyphénols	16
08	Effets biologiques des polyphénols	17
09	Structure de base des Flavonoïdes	18
10	Etapes de préparation des extraits	26
11	Forme libre et réduite du DPPH	29
12	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	33
13	Courbe d'étalonnage de la quercétine	33
14	Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait	35
15	Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique	35

Liste des tableaux

N°	Titre des tableaux	Page
I	Classification et systématique de <i>Canna indica</i> (1753)	07
II	Structure chimique de certains flavonoïdes représentatifs de chaque classe	18
III	Préparation de la solution S1	26
IV	Gamme d'étalonnage de l'acide gallique	27
V	Evaluation DPPH avec l'extrait.	29
VI	Evaluation DPPH avec Acide ascorbique	30

Liste des abréviations

Abs : absorbance

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium.

DMSO : Diméthylsulfoxyde

DPPH : 2,2 diphenyl 1 picryl hydrazyl.

EAG : Equivalent en acide gallique.

EQ : équivalent quercétine

IC₅₀ : Concentration inhibitrice de 50% (Inhibitory Concentration of 50%).

MeOH : Méthanol.

QE : Equivalent en quercétine.

SOMMAIRE

Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction générale
Première Partie Synthèse Bibliographique

Chapitre I: Généralités *Canna indica* L

I. Phytoremediation	
II Présentation de <i>Canna indica</i>	6
II.1. Définition.....	6
II.2. Classification et systématique de <i>Canna indica</i>	7
II.3. Utilisation de <i>Canna indica</i> L	9
II.3.1. Utilisation en médecine traditionnelle.....	9
II.3.2. Utilisation en filtration	9
II.4. Origine biogéographique.....	10
II.5. Cycle de vie de <i>C. indica</i>	10
II.6. Propagation.....	11
II.7. Historique d'utilisation de <i>Canna indica</i> dans la filtration de l'eau.....	12
II.8. Mode de vie.....	13

Chapitre II: Métabolites secondaires

II. Métabolites primaires et secondaire	15
II.1. Composants primaires	15
II.2. Composants secondaires.....	15
II.2.1. Composés phénoliques	16
II.2.2. Flavonoïdes.	17
II.2.3. Terpénoïdes.	20
II.2.4. Alcaloïdes.	21
II.3. Activité de <i>Canna indica</i> L.	22

Deuxième partie Etude expérimentale

Chapitre I Matériels et Méthodes

I.1. Récolte de l'espèce végétale étudiée	25
I.2. Préparation de l'extrait	25
I.3. Détermination du rendement	26
I.5. Dosage des composés phénoliques	26
I.5.1. Principe	26
I.5.2. Mode opératoire	27
I.6. Dosage des flavonoids	28
I.7. Activité antioxydante (Test du DPPH)	29

Chapitre II: Résultats et discussion

II.1. Détermination de rendement	33
II.2. Dosage des composés phénoliques	33
II.2.1. Teneur en polyphénols totaux	33
II.2.2. Teneur en Flavonoïde	34
II.3. Evaluation de l'activité antioxydante	35
Conclusion générale	
Références bibliographiques	40

Introduction Générale

Introduction

Aujourd'hui, dans le monde l'environnement est chargé de nombreux polluants. La contamination de l'air, du sol, et de l'eau est l'un des problèmes majeurs de la dégradation des écosystèmes, qui a un impact important sur la santé humaine et l'environnement. Pour résoudre ces problèmes nécessite une stratégie efficace et rentable. L'idée que les plantes peuvent être utilisées pour l'assainissement de l'environnement n'est pas nouvelle. Ces dernières années, l'application de ces technologies, qui utilisent les plantes pour éliminer les substances chimiques nocives qui se trouvent dans le sol et l'eau, devient de susciter l'intérêt (CUNNINGHAM & OW, 1996). À ce jour, il a été identifié 400 espèces végétales qui peuvent hyperaccumuler des métaux. Les familles comptant le plus grand nombre de ces représentants sont : les astéracées, les brassicacées, les caryophyllacées, cyperaceae, cunouniaceae, fabaceae, flacourtiaceae, lamiaceae, poaceae, violaceae et euphorbiaceae. L'une des plantes prometteuses, qui possède plusieurs caractéristiques importantes adaptées à la phytoremédiation est *canna indica L.* (PRASAD & FREITAS, 2003).

Canna indica L. est une herbe tropicale appartenant à la famille des Cannaceae. Il a été largement utilisé en médecine traditionnelle pour le traitement de nombreuses affections. L'analyse phytochimique de *Canna indica* a montré qu'elle contenait divers composés phytochimiques, notamment des flavonoïdes, des glucides, des terpénoïdes, des alcaloïdes, des protéines, des stéroïdes, des glycosides cardiaques, des huiles, des saponines, des tanins, des pigments anthocyanes, des phlobatinines et de nombreux autres composés chimiques. Les études pharmacologiques ont montré que la plante *Canna indica* exerçait des effets antiviraux anthelminthiques, anti-inflammatoires, antibactériens, antioxydants, molluscicides, cytotoxiques, hépatoprotecteurs, analgésiques immunomodulateurs, hémostatiques, antidiarrhéiques et autres (SHRINIVAS *et al.*, 2019).

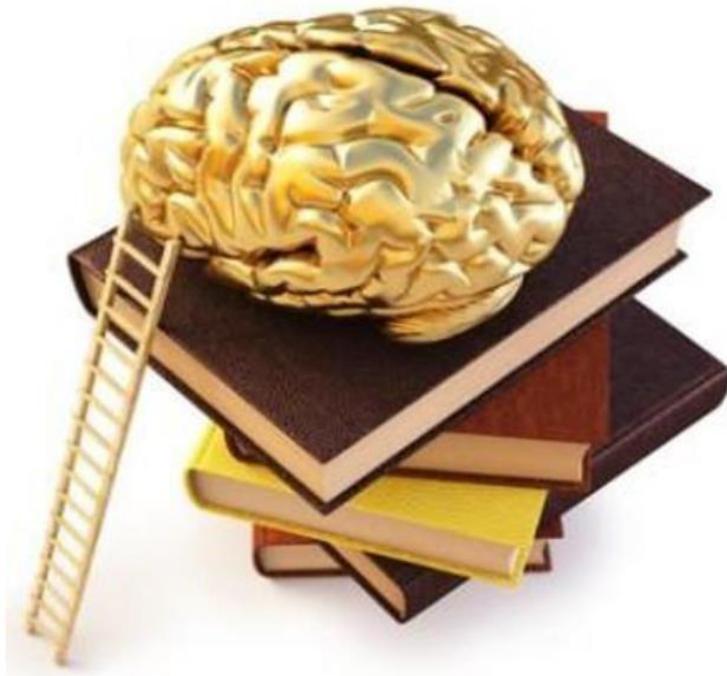
Peut être utilisé pour le traitement des eaux usées industrielles à travers des zones humides artificielles. Il est efficace pour l'élimination de la charge organique élevée, de la couleur et des composés organiques chlorés des eaux usées.

Ce travail vise à étudier quelques paramètres phytochimiques et son activité antioxydante de *Canna indica L.* Pour cela nous avons effectués :

- Une partie relative à l'étude bibliographique de la plante *Canna indica L.*, les composants secondaires et leurs importances dans la phytothérapie.

- Une autre partie réservée à l'étude expérimentale, qui comprend une étude phytochimique pour rechercher les différents principes actifs contenus dans la plante, Flavonoïdes, Polyphénols totaux, ainsi l'étude des activités biologiques (activité antioxydante) de cette plante et en fin nous terminons par les résultats obtenus et leurs discussion en comparant avec les différents travaux précédents.

Première partie



Synthèse Bibliographique

Chapitre I
Généralité sur Canna
indica L.

I. Phytoremédiation

Le terme « phytoremédiation » a été introduit en 1983 suite à la découverte de plantes hyperaccumulatrices capables d'extraire une forte quantité de métaux présents dans le sol (CHANEY et al., 1997 ; RASKIN et al., 1997). La phytoremédiation est une technique biologique qui permet de lutter contre les risques liés aux polluants. Elle est basée sur l'utilisation des mécanismes de tolérance induits chez les végétaux (stratégie d'exclusion ou d'accumulation). Le terme phytoremédiation regroupe différentes techniques : la phytoextraction, la phytostabilisation, la phytovolatilisation, la rhizofiltration et la phytodégradation (CHANEY et al., 1997 ; PULFORD et al., 2003 ; LONE et al., 2008).

- ✓ Phytostabilisation : la plante réduit la mobilité et la disponibilité des polluants dans le sol. Elle maintient les métaux au niveau de la racine et de la rhizosphère.
- ✓ Phytoextraction : la plante extrait les polluants du sol et les concentre dans les parties récoltables.
- ✓ Rhizofiltration : les racines absorbent les polluants présents dans les eaux usées.
- ✓ Phytovolatilisation : la plante transforme et relâche certains polluants, essentiellement organiques, sous forme volatile.
- ✓ Phytodégradation : la plante et la microflore associée dégradent les polluants, essentiellement organiques, sous forme moins toxique. Nous nous focaliserons sur les deux premières techniques qui concernent essentiellement les ETM.

II Présentation de *Canna indica*

II.1. Définition

C'est une plante vivace et persistante à croissant rapidement, elle peut atteindre 50 à 120 cm de haut (MAAOUI, 2014), et se compose de nombreuses tiges et d'un système racinaire très développé.



Figure 01. Jeunes plants de *Canna indica*L
(ANDRIAMPARANY,2009).



Figure 02. Plantes de *Canna indica* L
(SUBHASH, 2018).

II.2. Classification et systématique de *Canna indica*

Tableau 01. Classification et systématique de *Canna indica* (1753) (SHAMSHAD & JOHN, 2015).

Règne	Végétale
Embranchement	Magnolidae
Classe	Liliopsida
Ordre	Zingiberales
Famille	Cannacées
Genre	Canna
Espèce	<i>canna indica</i> L., 1753

Est une espèce végétale appartenant au genre **canna** de la famille **cannacée** (AL-SNAFI,2015).

Nom scientifique : *Canna indica* Linn.

Noms vernaculaires en Arabe : Canna Hindi , Muzwardi and Muzfahal.

Andes: Achira.

Anglais: *Canna Indian* shot, Achira and Arrowroot.

Français: Balisier.

Hindi: Sakasiri and Devkali.

Espagnol : Chupaflor.

II.3. Description

• Feuilles

Cette espèce se distingue par ses grandes feuilles attrayantes (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض, ٥١٤٣٥), qui ressemblent un peu aux feuilles de bananie, Elles peuvent mesurer 65 à 70cm de long et 30 à 35cm de large (AL-SNAFI,2015).

Les feuilles sont vert foncé avec des marges brun violacé et les veines (SHRINIVAS et al,2019), à limbe ovale, pointu, nervure principale très saillante au-dessus, fine et abondante, nervation secondaire (ANDRIAMPARANY,2009).

• les fleurs

sont hermaphrodites (AL-SNAFI,2015) et apparaissent de Avril jusqu'aux novembre en La Royaume D'Arabie Saoudite (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض, ٥١٤٣٥), Juin à Septembre en algérie (MAAOUI ,2014). Ses fleurs ont un variété de couleurs entre rouge, l'orange et le jaune (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض, ٥١٤٣٥). 3 sépales triangulaires verts ou rougeâtres, libres, étroitement appliqués sur le tube de la fleur. Pétales colorés, longs, minces, pointus, soudées à la base, 5étamines (la sixième toujours avortée), ayant l'aspect de très grands pétales comprenant. Quatre staminodes et l'étamine mi-fertile, mi-stérile formée d'une demi-anthère et d'un demi-pétale, le staminode opposé à la demi-étamine est le labelle, les autres sont les ailes (ANDRIAMPARANY,2009).



Figure 03. Fleur de *Canna indica*
(HARSHA& MUKUND, 2021)

- **Fruits** capsules épineuses contenant des grains (MAAOUI ,2014).
- **Graines** noires, lisses et très dures (MAAOUI ,2014).
- **Tige** dressée de 1-1,60 m de haut, verte, herbacée et grasse (tige simple) (ANDRIAMPARANY,2009).
- **Racines** sont épaisses, cylindriques et de couleur blanc crème avec un diamètre de 2 à 5 mm avec de nombreux poils absorbants. Des racines latérales primaires et secondaires plus fines sont également visibles (AL-SNAFI,2015).

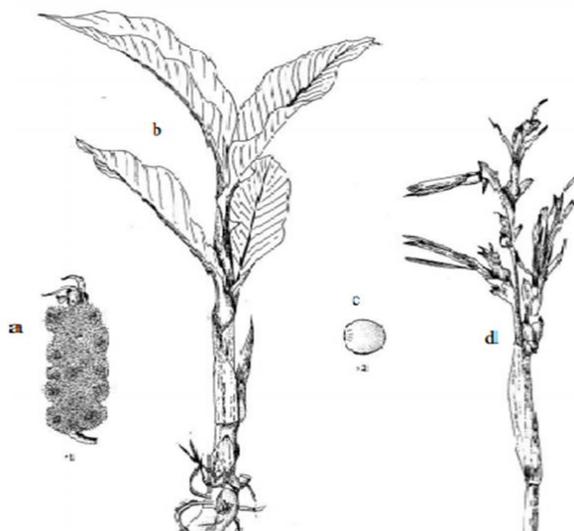


Figure 04. *Canna indica* (CANNACEAE)

a Fruite ; **b.** Appareil végétatif ; **c.** Graine ; **d.** Inflorescence .

II.3. Utilisation de *Canna indica* L

II.3.1. Utilisation en médecine traditionnelle

Canna indica était utilisée pour le traitement du paludisme, comme remède contre la diarrhée et la dysenterie et dans le traitement des contusions et des coupures. Il était également utilisé comme diaphorétique, diurétique et dans le traitement de la fièvre et de l'hydropisie. La décoction de racine était utilisée pour le traitement de la fièvre, de l'hydropisie et de la dyspepsie. Le jus de graines est utilisé pour soulager les maux d'oreilles. On disait que les fleurs guérissaient les maladies des yeux (AL-SNAFI,2015).

II.3.2. Utilisation en filtration

Élimination des nutriments des eaux usées avec *Canna indica* L. dans différentes conditions de zones humides construites à écoulement vertical Les zones humides artificielles deviennent de plus en plus populaires dans le monde entier pour éliminer les contaminants des

eaux usées domestiques. Cette étude a examiné l'efficacité d'élimination de l'azote N et du phosphore (P) des eaux usées avec les zones humides construites à écoulement vertical simulées (VFCW) sous trois substrats différents (c. , & MSAS ou laitier artificiel de sable de taille moyenne), taux de charge hydraulique (c'est-à-dire 7,14, &21 cmj-1), périodes d'exploitation des zones humides (0,5, 1 et 2 ans) ainsi qu'avec et sans plantation de *Canna indica* (KONNERUP & BRIX, 2010).

Canna indica est efficace pour l'élimination de la charge organique élevée, de la couleur et des composés organiques chlorés des eaux usées des papeteries. la plante est utilisée en médecine traditionnelle et le rhizome est utilisé dans les aliments traditionnels (SHAMSHAD & JOHN, 2015).

II.4. Origine biogéographique

C'est une plante originaire d'Amérique tropicale, Asie (MAAOUI,2014), maintenant devenue espèce pantropicale. Elle est abondamment naturalisée autour des jardins, des villages et des maisons. Elle pousse en général dans des zones humides et ombragées comme les sous-bois (ANDRIAMPARANY,2009).

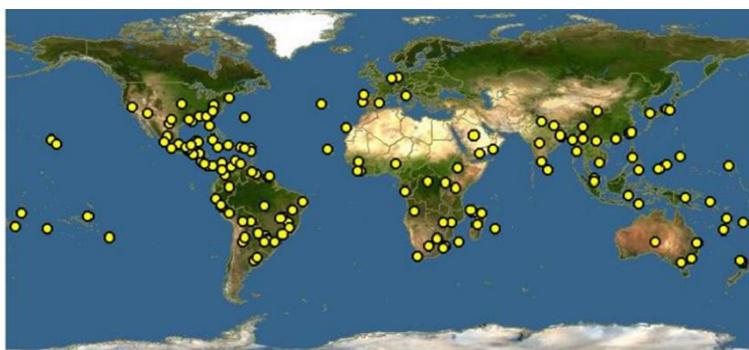


Figure 05. Répartition du *Canna indica* dans le monde selon la découverte de la vie (CHANDRASEKARAN ,2020).

II.5. Cycle de vie de *C. indica*

Le cycle de vie de *C. indica* et d'autres espèces de *Canna* est d'environ 9 mois. Cela commence dans la première semaine de septembre lorsque les bourgeons des rhizomes souterrains commencent à produire la première feuille verte, tandis que le feuillage aérien de l'année précédente est complètement sec. A la deuxième semaine de septembre les plantes ont 2 ou 3 feuilles et continuent de pousser pendant 45 jours pour atteindre leur longueur adulte (2,5 m) et 7 à 11 feuilles. Ainsi, la croissance végétative du sous-sol rhizomes a lieu de début septembre à fin octobre. Épanouissement commence fin octobre-début novembre et se

poursuit jusqu'à fin Mai. Pendant l'été, les colonies atteignent leur taille maximale et les plantes présentent des fruits et des graines abondants. Chez *C. indica* une infrutescence porte environ 5-6 capsules, chacune portant 4-7 graines, donc 20-28 graines sont produites en une seule infrutescence de la plante. Si l'on considère l'ensemble de la colonie, le nombre moyen de graines dans *C. indica* est pertinent et plus grand que dans d'autres espèces sauvages de *Canna* poussant. Les infrutescences d'autres espèces de *Canna* produisent ce qui suit nombre moyen de graines : *C. ascendens*, 1-3 ; *C. coccinea*, 6-8 ; *C. fuchsina* 6-10 ; *C. glauca* 6-9 et *C. variegatifolia*, 3-6. Pendant les 6 mois d'été et d'automne, les graines sont abondamment produites et tombent au sol restant là ou germant si les conditions sont adéquates. En 2011, le premier gel (6 mai) a produit de légers dégâts sur certaines fleurs. Le 26 mai, après une seconde gelée, quelques feuilles supérieures, sommités d'inflorescences et fleurs ont séché. Le 2 Juin, la partie végétative des plantes était complètement sèche bien que certaines fleurs soient encore fraîches. Au le 26 Juin les dernières fleurs étaient complètement gelées. Pendant l'hiver, les plantes séchées et les graines tombées restent sur le sol. (Figure 6). Il a été observé qu'au cours des trois dernières années, le cycle de vie de *C. indica* a été prolongé un mois supplémentaire ainsi que la taille des colonies au champ (ZHANG, 2012).



Figure 06. a Graines de *C. indica* dans le sol (une est encadrée). **b** parties non enfouies de rhizomes, l'une séchée, l'autre en croissance (ZHANG, 2012).

II.6. Propagation

La propagation de *Canna* peut se faire par graines ou des boutures de racines. Les graines sont petites, globuleuses, granulés noirs, assez durs et lourds pour s'enfoncer l'eau. Ils ressemblent à des plombs de fusil de chasse donnant lieu au nom commun de la plante d'Indien tirer. Laisser les têtes de graines sécher sur les plantes puis retirez-les et récupérez les graines. Les cannas sont cultivés dans les frontières et les lits, et sont parmi les fleurs les plus populaires dans les régions tropicales et subtropicales jardins. Lorsqu'ils ne sont pas rustiques, les rhizomes peuvent être plantés au printemps pour une floraison estivale, puis creusé à

l'automne pour l'entreposage hivernal. Indien shot peut également être cultivé dans des conteneurs. Pour propager les plantes par graines, les pré-tremper pendant 24 heures dans de l'eau tiède et semer tard de l'hiver au début du printemps, dans une serre chaude ou à l'intérieur à 20 °c (68 F). Semer les graines 2-5 cm profondément dans le poste individuel. Scarifier les graines peut accélérer la germination, surtout si les graines n'ont pas gonflé après avoir été trempés. les graines germent généralement en 3 à 9 semaines. Grandir les plantes dans une serre pendant au moins leur premier hiver. Plantez-les dans leur permanent positions à la fin du printemps ou au début de l'été, après les dernières gelées prévues. Propager Canna par boutures de racines, divisez la touffe de racines au fur et à mesure que la plante entre en croissance au printemps. Chaque portion doit avoir au moins un point de croissance. Rempoter la division et les faire pousser dans la serre jusqu'à ce qu'ils soient bien établis, puis plantez les sortir l'été dans leur permanent position. Éviter de planter de jeunes plants jusqu'à ce que tout risque de gel est passé car le gel peut endommager les nouvelles pousses. Arrosez régulièrement pendant la saison de croissance, évitez de les laisser sécher entre les arrosages et appliquer un engrais liquide riche en phosphore chaque mois pour résultats optimaux (SHRINIVAS *et al.*,2019).

II.7. Historique d'utilisation de *Canna indica* dans la filtration de l'eau

L'histoire de la technologie de traitement des eaux usées par les plantes est apparue en Europe arabe sur la base des recherches de Seidel qui ont commencé dans les années soixante (1960) puis Kichuuth à la fin des années soixante-dix (1970) et dans ce dernier, et avec le début des années quatre-vingt (1980) avancé les travaux ont commencé aux Etats-Unis Aux Etats-Unis, grâce aux recherches de Welverton, Gerberget et autres... annuler. En 1955, le Dr Seidel a discuté de la réduction de la surfertilisation et de la pollution et de la précipitation quantitative des eaux intérieures par certaines plantes qui permettrait à l'eau polluée de pouvoir à nouveau soutenir la vie. Elle a été suggérée à cet effet par schoenopletus, locustris après qu'elle ait remarqué dans ses recherches que cette espèce est capable de retenir de grandes quantités de matière organique dans les eaux polluées. La technologie du filtre à grandes feuilles pour le traitement des eaux usées domestiques est une technologie moderne apparue en France dans les années 80 et a connu un développement croissant En 1997, de nouveaux systèmes appelés phragmifiltres sont apparus, qui dépendent de l'effet des roseaux, dont on a constaté la grande efficacité d'épuration, et la forte demande actuelle en a été constatée au travers des stations d'épuration par les autorités. Il s'agit d'une technologie fiable et facile à utiliser qui aide grandement à la gestion des boues d'épuration, qui est d'ailleurs

bien acceptée par la population en raison de sa bonne capacité à s'intégrer dans le paysage et est donc fortement recommandée pour les petites collectivités et les pays avec faibles ressources financières (2019, جهرية).

II.8. Mode de vie

Habitat et distribution géographique Le genre *Canna* est une région anodienne des régions tropicales(Figure 5) et sous-trotcules du Sud Sud et du Sud du nord de l'Argentine et des Philippines, dans les zones intérieures et à proximité de Tikas Canna Country (LERMAN & CIGLIANO, 1971) En Amérique, les espèces sauvages grandissent dans le sud des États-Unis, en Amérique du Sud, du Venezuela à l'Argentine et en Inde. Les plantes terrestres vivent généralement dans des forêts tropicales et des forêts tropicales de pluie, de Montane, de Premontane & Gallery Forêts. Les plantes palustrines poussent dans les bords forestiers, les zones humides, les marais et les rivières. De nombreux taxons sont nitrophiles et reconnus principalement dans des sols lâches humides, près des ruisseaux, dans des terres publiques non cultivées ou sur des côtés de la route. La plante préfère la lumière (Sandy), les sols moyens (loamy) et lourds (argile) et nécessite un sol bien drainé. La plante préfère les sols acides, neutres et de base (alcaline). Il ne peut pas pousser à l'ombre. Cela nécessite un sol (Riche, humifère, perméable) humide. (SHRINIVAS *et al.* 2019 ; MAAOUI ,2014)

Elle ne possède pas des racines profondes et fortes, pouvant couvrir et décompacter le sol. Donc, cette espèce n'arrive pas à occuper la fonction mécanique, recycleuse et couture du sol d'une plante de couverture. Elle n'est pas pérenne, c'est une plante vivace. Mais, on peut dire que *Canna indica* possède plus de la moitié des caractères recherchés chez une plante de Couverture. Elle peut donc être utilisée comme une plante de couverture (ANDRIAMPARANY,2009).

Chapitre II
Métabolites
secondaires et leurs
activités biologiques

II. Métabolites primaires et secondaire

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. On distingue ainsi deux groupes de métabolites: les métabolites primaires et les métabolites secondaires (**HARTMANN, 2007**).

II.1. Composants primaires

Les métabolites primaires sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour y assurer sa survie. Ces composés sont classés en quatre principaux groupes, les glucides, les protéines, les lipides et les acides nucléiques (**MUANDA, 2010**).

La composition nutritionnelle de la feuille, du rhizome et de la graine de *Canna indica* L. a été examinée. la composition nutritionnelle de la plante *C. indica* a montré que le rhizome de *C. indica* contient 50,66% humidité, 4,17 % de glucides, 4,81 % de protéines, 2,85 % de cendres, 4,35 % de lipides et 33,16 % de fibres. La feuille d'autre part, contient 87,54% d'humidité, 2,19% de glucides, 4,59% de protéines, 3,40% de cendres, 1,08 % de lipides et 1,18 % de fibres. La graine contient 13,95% d'humidité, 41,15% de glucides, 11,60% protéines, 1,90 % de cendres, 7,50 % de lipides et 23,90 % de fibres. Cependant, les protéines, glucides, lipides et la teneur en fibres de la graine était élevée par rapport au rhizome et à la feuille de *C. indica* tandis que la feuille avait plus d'humidité et de cendres. Cette étude montre que *C. indica* a une valeur nutritionnelle élevée contenu qui diffère entre la feuille, la graine et le rhizome. La graine avait plus de valeur nutritive que le rhizome et la feuille de *Canna indica* (**OKONWU & ARIAGA ,2016**).

II.2. Composants secondaires

Les métabolites secondaires ont une répartition limitée dans les différentes espèces de végétaux. Ils ont des fonctions très importantes pour la survie et la propagation des plantes qui les produisent, comme signaux chimiques, pour défendre leur producteur contre les herbivores et les pathogènes. Comme ils participent à des réponses allopathiques (compétition entre les plantes pour la germination et croissance) (**MACHEIXET et al. 2005**).

Ils existent plus de 200 000 métabolites secondaires identifiées (**VERMERRIS et al. 2006**), appartiennent à 3 classes principales qui sont les alcaloïdes, les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes, appelés aussi composés phénoliques (**WUYTS, 2006**).

II.2.1. Composés phénoliques

a. Définition

Les polyphénols ou composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal. Cette appellation générique désigne un vaste ensemble de substances aux structures variées qu'il est difficile de définir simplement (BRUNETON, 1993). A l'heure actuelle, plus de 8000 molécules ont été isolés et identifiés (MOMPON *et al.* 1998).

b. Structure de composés phénoliques

Selon leurs caractéristiques structurales, les polyphénols se répartissent en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun: la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique (benzénique) à 6 carbones, qui porte un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH). (HENNEBELLEET *et al.* 2004 ; MACHEIXET *et al.* 2005).

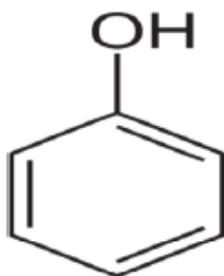


Figure 07 : Structure de base des polyphénols (MACHEIXET *et al.* 2005).

c. Répartition des composés phénoliques

Les polyphénols sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. (BENHAMMOU, 2011).

Leurs répartitions très inégales chez les différentes espèces végétales et pour une même espèce et sont également considérables et inégales selon la nature des tissus. A l'échelle cellulaire, ils s'accumulent principalement dans deux sites : la paroi cellulaire et la vacuole où sont stockés les phénols solubles (comme les tanins), pourraient également être présents au niveau du noyau et de la membrane plasmique. Et les teneurs sont variables en fonction du stade de développement physiologique (MACHEIX *et al.* 2006).

d. Rôles biologiques

Les composés phénoliques sont connus par leurs rôles physiologiques très important aussi bien dans le règne végétal qu'animal. Dans le règne végétal, ces substances sont souvent

impliquées dans les mécanismes de défenses élaborés par les végétaux contre la prédation par des insectes, des herbivores et contre les infections et les agressions microbiennes multiples (SCALZO *et al.* 1994 ; UCCELLA, 2001). Outre, les composés phénoliques seraient associés à de nombreux processus physiologiques : croissance cellulaire, différenciation, dormance des bourgeons, floraison, tubérisation... (OZKAYA & CELIK, 1999 ; MALIK & BRADFORD, 2006). Les composés phénoliques sont aussi responsable des propriétés sensoriels des plantes tel que la couleur, le goût et parfois l'odeur. Ces substances possèdent des activités biologiques qui les rendent bénéfiques à la santé humaine (Figure08) (LEONG & SHUI, 2002). Principalement comme antioxydants, anti-inflammatoire, anti-tumoraux.

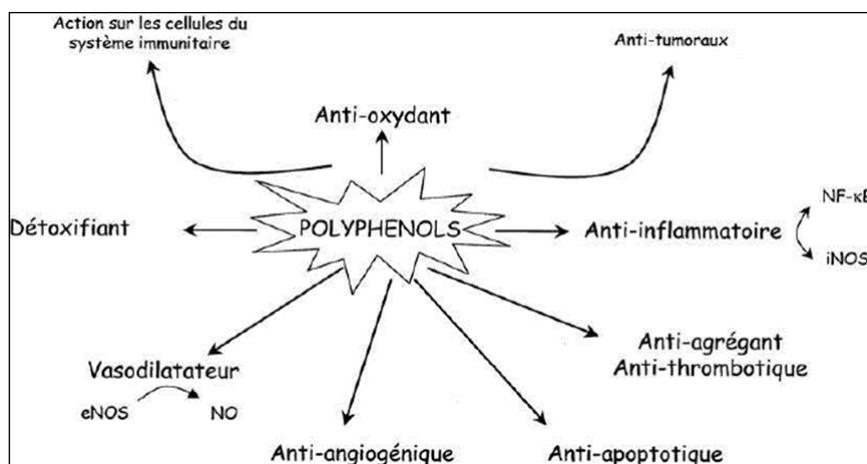


Figure 08. Effets biologiques des polyphénols (AOUIDI F, 2012).

II.2.2. Flavonoïdes.

1. Définition

Les flavonoïdes constituent le principal groupe de polyphénols, avec plus de 9000 composés différents (HERNANDEZ, 2009). Ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. À l'état naturel les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides (GHESTEM *et al.* 2001 ; BRUNETON, 1999). Leur squelette chimique commun possède 15 atomes de carbones, constitué de deux noyaux benzéniques A et B reliés par un cycle pyranique central C (figure09). Ils diffèrent les uns des autres par la position des substitutions sur les noyaux A et B, et la nature de C. Les flavonoïdes sont répartis en différentes catégories dont les plus importantes sont les flavonols, les flavones, les flavanols, les isoflavones, les flavanones, et les anthocyanes (BRUNETON, 2009).

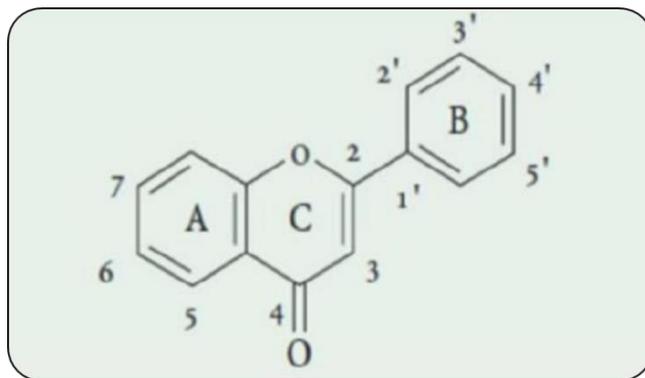
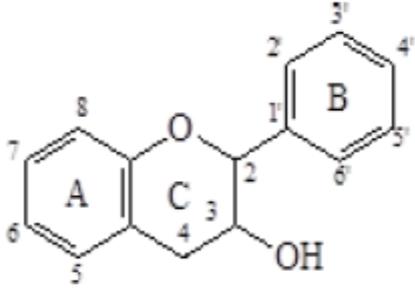
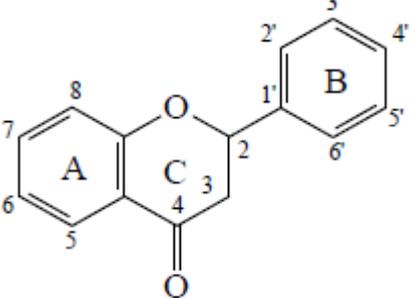
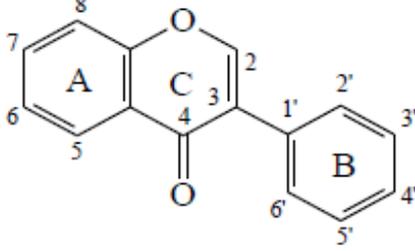
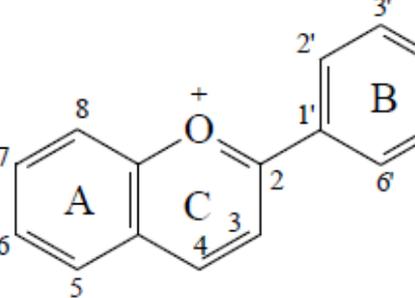


Figure 09. Structure de base des Flavonoïdes (BOUAOUD, 2020).

Tableau 02. Structure chimique de certains flavonoïdes représentatifs de chaque classe (HEIM *et al.* 2002).

Classe	Structure générale	Flavonoïdes typiques	Substituants
Flavones		Chrysine Apigénine Rutine	5,7-OH 5,7,4'-OH 5,7,3',4'-OH, 3-rutinosé
Flavonols		Kaempférole Quercétine	3,5,7,4'-OH 3,5,7,3',4'-OH

<p>Flavanols</p>		<p>(-)-Catéchine (+)- Epicatéchine Epigallocatec hine gallate</p>	<p>3,5,7,3',4'-OH 3,5,7,3',4'-OH 5,7,3',4',5'-OH, 3-gallate</p>
<p>Flavanones (dihydroflavone)</p>		<p>Naringine Naringénine Taxifoline Eriodictyol Hesperidine</p>	<p>5,4'-OH,7- rhamnoglucose 5,7,4'-OH 3,5,7,3',4'-OH 5,7,3',4'-OH 3,5,3'-OH,4'- OMe,7rutinose</p>
<p>Isoflavones</p>		<p>Genistine Genisteine Daidzine Daidzeine</p>	<p>5,4'OH,7-glucose 5, 7,4'-OH 4'-OH,7-glucose 7,4'-OH</p>
<p>Anthocyanidines</p>		<p>Apigeninidine Cyanidine</p>	<p>5,7,4'-OH 3,5,7,3',4'-OH,3,5-OMe</p>

2. Rôle biologique

Les flavonoïdes sont synthétisés au niveau des fleurs, des fruits, des feuilles et des graines d'un grand nombre de végétaux. Leur accumulation confère des avantages écologiques et physiologiques majeurs (KOES *et al.* 1994; HARBORNE & WILLIAMS, 2000; WINKEL-SHIRLEY, 2002; DIXON *et al.* 2005). Cette accumulation peut être induite par divers agents biotiques ou abiotiques. Ils assurent en premier lieu une protection contre un éventail de stress abiotiques.

En ce qui concerne les flavonoïdes, ces composés peuvent empêcher les dommages oxydatifs par différentes mécanismes d'actions : soit par capture des radicaux hydroxyles, superoxydes, alkoxyles et peroxydes (HODEK *et al.* 2002), soit par chélation des métaux (le fer et le cuivre) qui sont d'importance majeure dans l'initiation des réactions radicalaires ; soit l'inhibition des enzymes responsables de la génération des radicaux libres (VAN ACKER *et al.* 1996 ; BENAVENTE-GARCIA *et al.* 1997). Ils jouent un rôle très important dans le traitement du diabète (inhibant l'aldose réductase), de la goutte (inhibant la xanthine oxydase), des inflammations (inhibant la lipoxygénase, la phospholipase et la cyclooxygénase), des hépatites, des tumeurs, de l'hypertension (quercétine), des thromboses (flavonols), des allergies et des affections bactériennes et virales (anti-HIV) (ANDERSON *et al.* 1996 ; COWAN, 1999 ; YAO *et al.* 2004). Mais, on attribue également aux flavonoïdes des propriétés neurosédatives, antispasmodiques, diurétiques, anti-œstrogènes (isoflavones), contre la sénescence cérébrale et ses conséquences telle l'altération de la mémoire et la confusion. D'autres part, les citroflavonoïdes (flavonoïdes provenant de divers Citrus) et la fragilité capillaire (insuffisance veino-lymphatique, crise hémorroïdaire) (HENNEBELLET *et al.* 2004).

II.2.3. Terpénoïdes.

a. DEFINITION

Les terpénoïdes représentent le groupe le plus âgé des petits produits moléculaires synthétisés par les plantes. Le terme de terpénoïde est 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 (BENAÏSSA, 2011).

b. Rôle biologique

La famille des terpènes comprend des phyto-hormones (gibbérelline et acide abscissique), des pigments caroténoïdes (carotène et xanthophylle), des stérols (ergostérol, sitostérol et stigmastérol), des dérivés de stérols (des hétérosides digitaliques), le latex (qui est à la base du caoutchouc naturel) ainsi qu'une grande partie des huiles essentielles responsable du parfum ou le goût des plantes (**HOPKINS, 2003**). Les terpenoïdes représentent une composante majoritaire des huiles essentielles (**PICHERSKY *et al.* 2006**). Ils représentent des propriétés antipaludiques (**AMOA *et al.* 2013**). Un grand nombre de triterpénoïdes pentacycliques bioactifs tels que l'acide oléanolique, la glycyrrhizine, l'acide glycyrrhétinique, l'acide ursolique, la bétuline, l'acide bétulinique et le lupeol. Ils ont de multiples activités biologiques chez les diabétiques avec des effets apparents sur l'absorption du glucose, la sécrétion d'insuline, le dysfonctionnement vasculaire et la rétinopathie (**ALQAHTANI *et al.* 2013**). Il est démontré aussi que l'administration de certains triterpènes glycosides conduit à la réduction de l'adhésion des cellules cancéreuses, à la suppression de la migration et de l'angiogenèse, à l'inhibition de la prolifération cellulaire, à la formation de colonies et à l'invasion tumorale (**AMININ *et al.* 2015**).

II.2.4. Alcaloïdes.

1. DEFINITION

Les alcaloïdes sont des substances naturelles et organiques provenant essentiellement des plantes et qui contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique, avec un degré variable de caractère basique. Les alcaloïdes peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, ils s'accumulent uniquement dans les écorces, dans les racines, dans les feuilles (**MAURO, 2006**).

2. Rôle biologique

Si dans les plantes, les alcaloïdes en tant que composés du métabolisme secondaire jouent un rôle écologique de défense contre des herbivores, ils trouvent cependant plusieurs applications pharmaceutiques chez l'homme (**McCalley, 2002 ; Silvestrini *et al.* 2002 ; Stöckigt *et al.* 2002**) :

- Antitumoraux : vincalécoblastine, vincristine, taxol, camptothécine
- Antalgiques : morphine, codéine
- Spasmolytiques : tubocurarine et papaverine,

- Vasodilatateurs : vincamine et ajmalicine,
 - Emétiques : émétine,
 - Antitussifs : codéine,
 - Antiarythmiques : quinidine et ajmaline,
 - Antipaludiques : quinine
- Ce sont également des agents de traitement de la maladie d'Alzheimer : galanthamine (DONATIEN, 2009).

II.3. Activité de *Canna indica* L.

Il a été découvert que les fleurs de canna rouge servaient de source potentielle d'antioxydant naturel présentant une bonne capacité de piégeage des radicaux DPPH et de colorant alimentaire naturel avec une bonne stabilité de la couleur et de la force tinctoriale.

Des recherches ont été menées. L'extrait présente une bonne activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et une activité légère contre *Escherichia coli*. Les résultats montrent que l'inhibition de la croissance microbienne diminue avec la diminution de la concentration des extraits végétaux. Le matériau extrait des rhizomes du canna indica présente une bonne activité antimicrobienne (LIM, 2016).

On a observé que l'extrait éthanolique anti-inflammatoire de *Canna indica* empêche la création de médiateurs inflammatoires, y compris l'oxyde nitrique, la prostaglandine e2 et l'interleukine-1 β dans des 264,7 macrophages bruts induits par des lipopolysaccharides (CHEN *et al.* 2013).

Canna indica a été identifiée comme une herbe curative qui a été utilisée pour le traitement du SIDA et a été vérifiée pour l'inhibition de l'enzyme transcriptase inverse codée par le virus de l'immunodéficience humaine de type 1 (VIH-1 RT) (GAUR *et al.* 2014).

Canna indica peut être utilisé comme molluscicide puissant car les concentrations utilisées pour tuer les escargots n'étaient pas toxiques pour le poisson *Colisafasciatus*, qui partage le même habitat que l'escargot *L. acuminé*. (TRIPATHI & SINGH, 2000).

Canna indica entraîne réduit significativement le temps de saignement (BT), le temps de coagulation (CT) et la perméabilité des capillaires abdominaux (LIN *et al.* 2011).

Deuxième partie



Partie expérimentale

Chapitre I

Matériel et Méthodes

L'ensemble de ce travail a été réalisé aux laboratoires de toxicologie, et biochimie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued.

I.1. Récolte de l'espèce végétale étudiée

Notre étude est portée sur une espèce de plante fait partie de la famille de cannacées, le matériel végétal est constitué de feuilles et tiges de la plante *Canna indica L.* Prise de la pépinière de l'oued Souf.

I.2. Préparation de l'extrait

La partie aérienne de *Canna indica L.* est lavée puis laissée sécher à l'ombre et à la température ambiante dans un endroit aéré, pendant 30 jours. L'extrait utilisé est préparé selon le mode d'extraction en macération. Les feuilles et les tiges sèches ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à leur réduction en poudre, ensuite la préparation des extraits hydroalcoolique a été effectuée par une macération pendant 24 heures de la poudre de plante dans un solvant éthanol/eau (7:3 V/V) à un rapport de 1/5 (P/V).

Ensuite, la filtration est réalisée sur papier filtre. La solution obtenue est séchée dans l'étuve (60°C) pendant 24h. Permettant ainsi d'obtenir un extrait caractérisé par une couleur vert foncé, qui est considéré comme étant l'extrait brut (**BIESAGA, 2011**) (**Figure 10**)

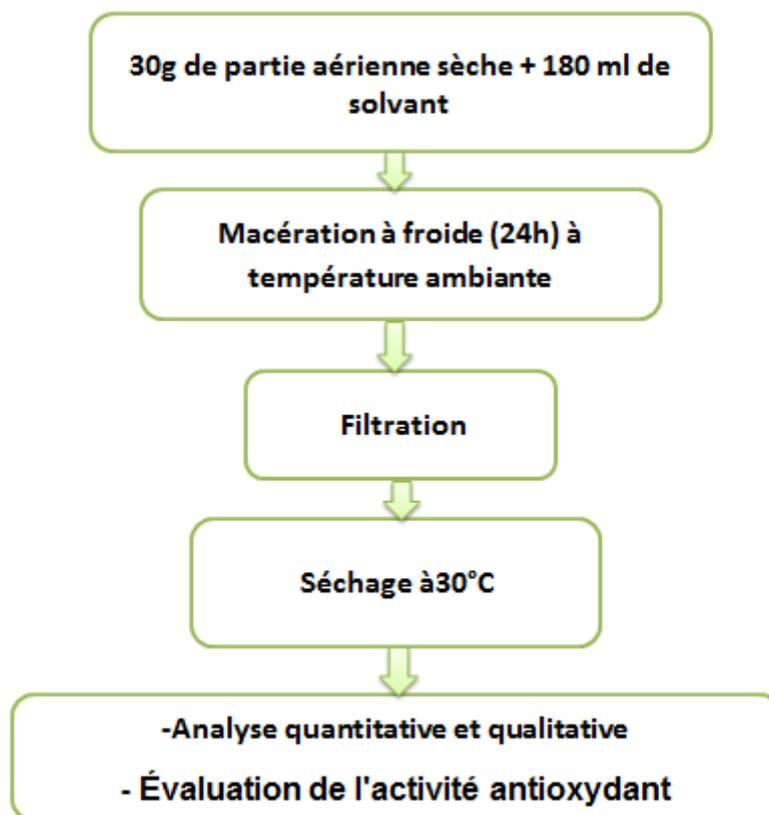


Figure 10. Etapes de préparation des extraits.

I.3. Détermination du rendement

Le rendement de la plante en extraits est le rapport entre le poids de l'extrait et le poids de la plante à traiter (CARRÉ, 1953).

Le rendement qui est exprimé en pourcentage a été calculé par la formule suivante :

$$R \% = \frac{\text{Masse du Résidu Extrait}}{\text{Masse Initial du Végétal}} \times 100$$

I.5. Dosage des composés phénoliques

I.5.1. Principe

Le dosage des polyphénols se fait avec le réactif de Folin-Ciocalteu (Singleton et Rossi), qui en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols. Le réactif FCR, constitué par un mélange d'acidephosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀), est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes de tungstène (W₈O₂₃) et de

molybdène (MO8O23). La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en phénols totaux et possède une absorption maximum aux environs de 750-765nm.

I.5.2. Mode opératoire

Préparation de la gamme d' étalon de l'acide gallique

➤ Préparation de la solution S1 :

On prend 2 mg de l'acide gallique et on le dissolvé dans 2 ml d'eau distillé pour obtenir la solution S1 (2mg/2ml ou 2000 µg/2ml) (Tableau3).

Tableau 03. Préparation de la solution S1.

Tube/Concentration (µg/ml)	A1 (50)	A2 (100)	A3 (200)	A4 (300)	A5 (400)	A6 (500)
Solution S1 (ml)	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Eau distillé (ml)	0.95	0.90	0.8	0.7	0.6	0.5

➤ Préparation de Na₂CO₃ de 2 à 7% (Carbonate de sodium)

Pour 2% on dissolvé 2 grammes de Na₂CO₃ (Carbonate de sodium) dans 100 ml d'eau distillé pour obtenir la solution S2.

➤ Préparation de l'extrait de plante

Une masse de 1 milligramme d'extrait est dissolvé dans un volume de 1ml d'eau distillé pour obtenir la solution S3.

➤ Procédure

a. Pour l'extrait

125 µl (S3 solution d'extrait de plante) + 500 µl d'eau distillé +125 µl de FCR + attendre 3 mn + 1250 µl (S2 de carbonate de sodium Na₂CO₃) + 1 ml d'eau distillé + mettre le mélange à l'obscurité et attendre 90 mn + lecture à 760 nm.

b. Pour l'étalon de l'acide gallique

Les procédures de la préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique sont résumées dans le tableau 04

Tableau 04. Gamme d'étalonnage de l'acide gallique

Tubes						
125 µl	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Eau distillé (µl)	500	500	500	500	500	500
FCR (µl)	125	125	125	125	125	125
Attendre 3 mn						
S2 (µl)	1 2 50	1250	1250	1250	1250	1250
Eau distillé (ml)	1	1	1	1	1	1
Mettre le mélange à l'obscurité et attendre 90 mn						
Lecture à 760 nm						

I.6. Dosage des flavonoïdes

✓ Principe

Le dosage des flavonoïdes totaux est basé sur un test colorimétrique utilisant le trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ avec lequel ils forment des complexes acides stables soit avec le carbonyle (C=O) en position C-4, soit avec le groupe hydroxyle en C-3 ou C-5 des flavones et des flavonols. Par ailleurs, $AlCl_3$ peut également former des complexes acides labiles avec les groupements orthodihydroxyles éventuellement présents sur le noyau A et/ou B des flavonoïdes (**CHANG *et al.* 2002**).

✓ Protocole

La méthode de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) cité par **CHANG *et al.* (2002)** et **DJERIDANE *et al.* (2006)** est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans notre extrait. Le protocole de dosage est le suivant :

- Dans des tubes à essai, on mélange 750 µl d'extrait dilué avec 750 µl de solution d' $AlCl_3$ (2%). Après 30min d'incubation à température ambiante et à l'abri de la lumière, la lecture des absorbances est faite à 430 nm.

•La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire réalisée par la quercétine à différentes concentrations (0 - 0.1mg/ml) dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent de quercétine par gramme de l'extrait (mg EQ/g E).

I.7. Activité antioxydante (Test du DPPH)

C'est l'un des principaux essais employés pour explorer l'utilisation des extraits d'herbe comme antioxydants (MARKOWICZ *et al.* 2007). En présence des piègeurs de radicaux libre. Le diphenylpyryl-hydrazyl (DPPH) de couleur violette se réduit en 2.2 diphenyl 1 picryl hydrazine de couleur jaune (MAATAOUI *et al.* 2006). Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires (MAJHENIC *et al.* 2007 ; CHENNI, 2016). (figure11)

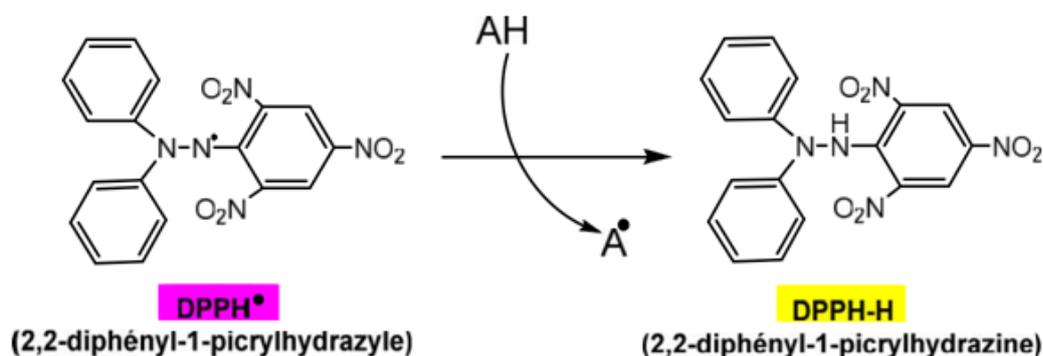


Figure11. Forme libre et réduite du DPPH (CHENNI, 2016).

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol.

➤ Préparation solution d' extrait

Peser 30mg d' extrait et le dissoudre dans 3ml de méthanol pour obtenir une concentration 10mg /ml, puis appliquer une série de concentration d' extrait sur le DPPH (tableau 05).

Tableau 05. Evaluation DPPH avec l'extrait.

N° Tube	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	Volume de methanol (μl)
01	1000 $\mu\text{g/ml}$	00 μl
02	750 $\mu\text{g/ml}$	250 μl
03	500 $\mu\text{g/ml}$	500 μl
04	250 $\mu\text{g/ml}$	750 μl
05	100 $\mu\text{g/ml}$	900 μl

- A chaque 50 μl d'extrait, on a ajoutée à Chaque tube 1950 μl de la solution méthanolique et de DPPH.
- **Préparation d'Acide ascorbique**

Peser moins de (1-2 mg) d'acide gallique et le dissoudre dans un double volume d'eau distillé afin d'obtenir une concentration de 0,5 $\mu\text{l/ml}$ (tableau06) (CHAMSA, 2015).

Tableau 06. Evaluation DPPH avec Acide ascorbique

N° Tube	Concentration	Volume d'acide ascorbique (solution mère)	Volume de methanol
01	250 $\mu\text{g/ml}$	200 μl de solution mere	200 μl
02	125 $\mu\text{g/ml}$	200 de tub 01	200 μl
03	62.5 $\mu\text{g/ml}$	200 μl de tub 02	200 μl
04	15.625 $\mu\text{g/ml}$	200 μl de tub 03	200 μl
05	7.81 $\mu\text{g/ml}$	200 μl de tub 04	200 μl
06	3.9 $\mu\text{g/ml}$	200 μl de tub 05	200 μl

07	1.9µg/ml	200 µl de tub 06	200 µl
08	0.97µg/ml	200 µl de tub 07	200 µl

L'absorbance par spectrophotométrie UV-Vis a été lues à 517 nm après 30 min de temps d'incubation à température ambiante. L'absorbance d'un échantillon blanc contenant la même quantité de méthanol et de solution de DPPH dans les mêmes conditions opératoires a été faite. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH qui a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Inhibition \%} = (A_0 - A_1/A_0) \times 100$$

A0 : L'absorbance de contrôle

A1 : L'absorbance d'échantillon

Le pourcentage d'inhibition a été porté en fonction de la teneur en phénol et la concentration d'inhibition (réduire) de 50% de DPPH a été déterminée. la CI50 est calculée a partir de l'équation obtenue par le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait/ et l'acide ascorbique.

Chapitre II

Résultats et discussion

Il n'y a pas beaucoup de recherches disponibles sur l'étude phytochimique de cette plante, car la plupart des études étaient spécialisées dans son rôle dans l'épuration des eaux usées. Avec un manque des études concernant la partie phytochimique, nous avons comparé nos résultats avec des résultats réalisés sur d'autres plantes.

II.1. Détermination de rendement

Le rendement de l'extraction est déterminé par le calcul du rapport entre le poids de l'extrait et le poids du matériel végétal utilisé pour l'extraction. Le rendement est exprimé en pourcentage. Les résultats de l'extraction par macération de la partie aérienne de la plante *Canna indica* par l'éthanol pour déterminer le rendement et ses caractéristiques (Couleur et aspect) enregistrent une valeur de rendement de 7,60% dans une masse de 30g de matière sèche, avec une couleur vert foncé avec un aspect visqueux.

Notre résultat est plus élevé par rapport à ceux trouvés par ; **ZITOUNI & NACERI (2015)** et **HENDEL (2017)**, sur différents espèces (*Jurinea* , *Rosmarinus officinalis* L. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth.), qui sont respectivement de 3.68%, 1.15 % et 0.08%

Le rendement d'extraction est le rapport de la quantité de substances naturelles extraites par l'action extractive d'un solvant à la quantité de ces substances contenues dans la matière végétale. Il est dépendu de plusieurs paramètres tels que : le solvant, le pH, la température, le temps d'extraction et la composition de l'échantillon (**DO et al. 2014**), et de la durée du stockage et de la période de la récolte (**HADDOUCHI et al. 2016**), ces facteurs, peuvent conduire à une réduction très significative de certaines molécules (**OUÉDRAOGO et al. 2018**).

II.2. Dosage des composés phénoliques

II.2.1. Teneur en polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques totaux d'extrait éthanolique de la plante étudiée ont été calculée à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage d'acide gallique (Figure 12). La teneur est exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique (EAG)/g d'extraits sec.

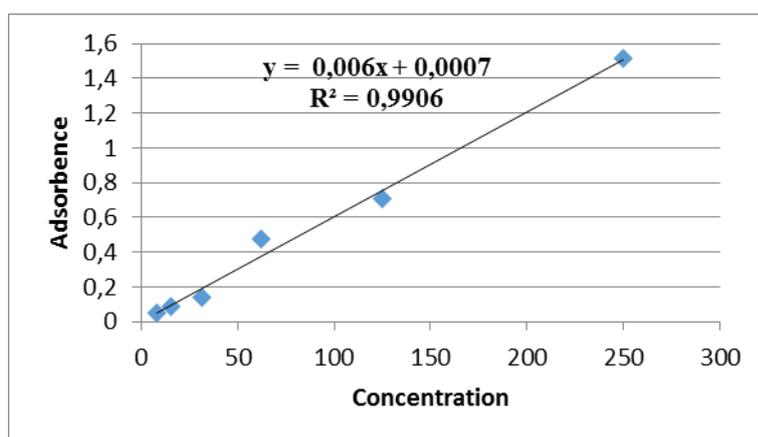


Figure12. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

La teneur en polyphénols totaux dans l'espèce étudiée est 26.064 $\mu\text{g}/\text{mg}$ EAG/g d'extrait sec. Nos résultats montrent que *Canna indica* est moins riche en composés phénoliques comparativement aux teneurs obtenues dans les travaux précédents, où **SUJEEWA & SHAKTHI (2020)** ont trouvé une valeur plus élevée de 4195.533 mg CAE/100 g DW chez la même espèce. Ce qui confirme que les teneurs en polyphénols totaux d'extrait éthanolique *Canna indica*. Peuvent être variés considérablement dans la même espèce. Ces différences de teneur phénolique d'extraits dépend essentiellement: de leur origine (**EBRAHIMZADEH et al. 2008**), et selon conditions climatiques dures des endroits où elles poussent (température élevée, grande exposition au soleil, la sécheresse et la salinité) qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires comme les polyphénols. Aussi, elle peut être liée à la, distribution des métabolites secondaires, peut changer pendant le développement de la plante (**FALLEH et al. 2008**).

II.2.2. Teneur en Flavonoïde

Les teneurs en flavonoïdes d'extrait éthanolique ont été calculées à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage de la Quercétine (Figure 13).

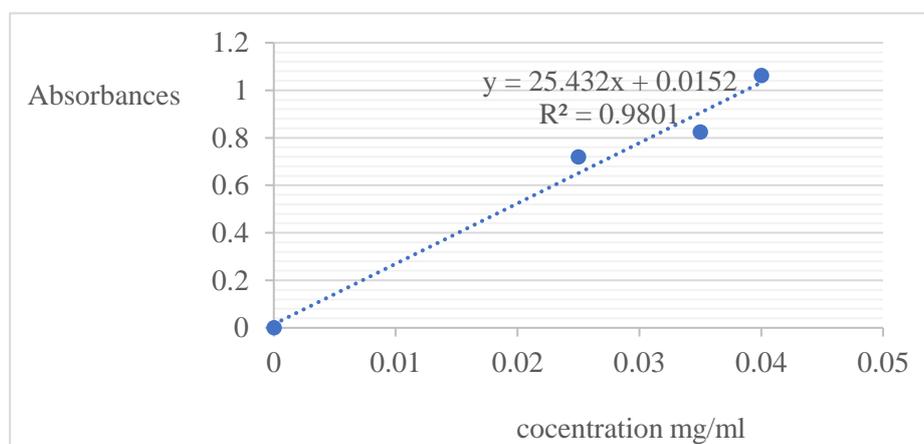


Figure13. Courbe d'étalonnage de la Quercétine

A partir de la courbe d'étalonnage de la quercitrine, la teneur en flavonoïde a été déterminée dans l'extrait en μg équivalent de quercetine/mg d'extrait sec. Les résultats de ce dosage donnent des valeurs de flavonoïde variant entre 0,043 et 0,057 avec une moyenne de 0,05 μg EQ/mg Extrait sec *Canna indica L.*

Les valeurs obtenues dans ce travail sont très faibles à celles trouvées par (SUJEEWA & SHAKTHI, 2020) qui ont trouvés une teneur de flavonoïdes de 2205.822 mg CAE/100 g DW (Leur travail a été fait sur des fleurs), et celles trouvées par (PRASHANT & SISODIA, 2020) sont riches à flavonoïde (+) chez la même espèce. Ces différences de teneur en flavonoïde d'extraits dépend essentiellement: les conditions d'extraction, l'état et l'origine de l'échantillon en terme de provenance géographique, saison de collecte et cultivation (Ranalli *et al.* 2006 ; Falleh *et al.* 2008 ; Atmani *et al.* 2009). Ainsi la diversité structurale des composés phénoliques conduit à la variabilité des propriétés physico-chimiques, la différence des standards utilisés, les méthodes de conservation et d'exposition des plantes à la lumière peuvent affecter la teneur en composés phénoliques (Mateus *et al.* 2003 ; Athamena *et al.* 2010).

La différence dans la quantité en polyphénols et en flavonoïdes peut être due à plusieurs facteurs comme montrent diverses études. Les facteurs climatiques et environnementaux: la situation géographique, la sécheresse, le sol, l'agressions et les maladies, et le patrimoine génétique et le stade de développement de la plante (BENTABET *et al.* 2014).

II.3. Evaluation de l'activité antioxydante

Nous avons employé le test chimique du 2-diphényle-1-picrylhydrazyl (DPPH), afin d'étudier l'activité antioxydante, exprimant la capacité de réduction des radicaux libres.

Les résultats obtenus nous permettent de tracer des graphes illustrent la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration d'extrait de la plante étudiée/et l'acide ascorbique (figure 14,15)

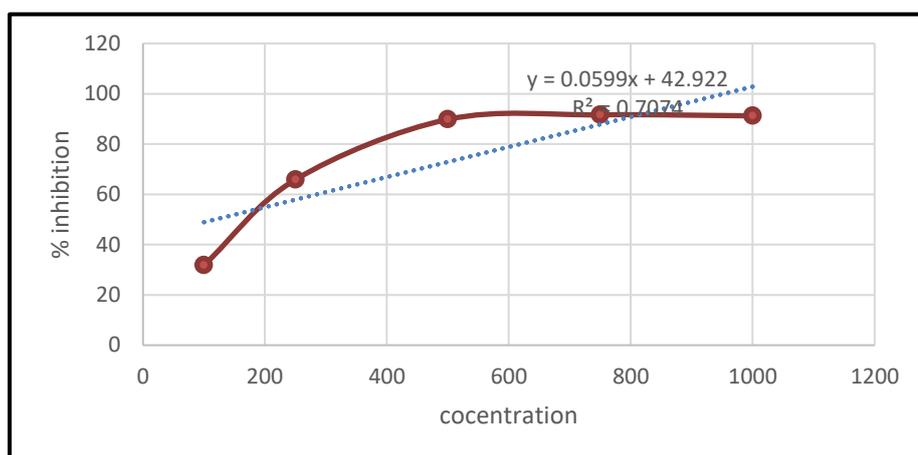


Figure 14. Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait

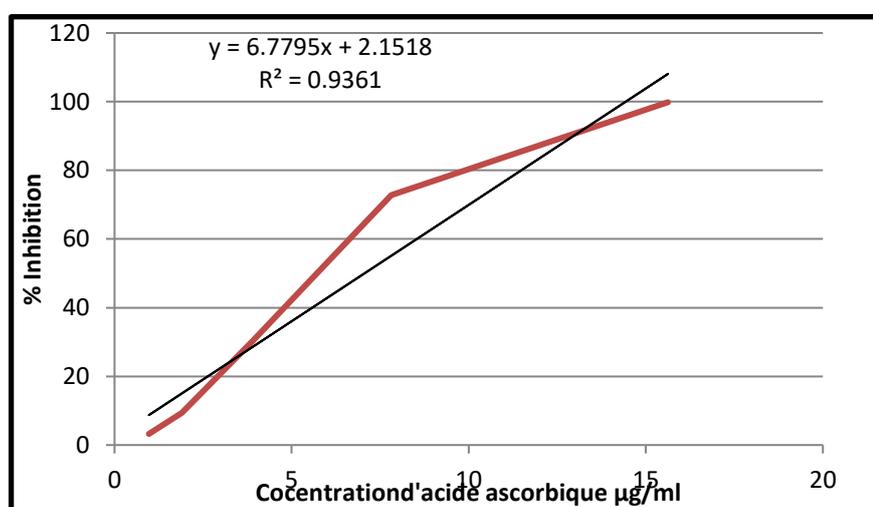


Figure 15. Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique

Nos résultats montrent que l'augmentation de concentration d'acide ascorbique et l'extrait de la plante étudiée entraînent une augmentation de l'activité antioxydante puis augmentent le pourcentage d'inhibition, la concentration d'inhibition de 50% (IC50) de DPPH chez la plante est de 118,16µg/ml d'extrait qui est très élevée par rapport à celle trouvée chez l'acide ascorbique avec une valeur de 7,06µg/ml. Les valeurs de concentration nécessaire pour piéger (perte) 50% du radical DPPH obtenus dans cette étude montrent que l'extrait d'*Canna indica L.* présente une faible activité antioxydante avec une forte valeur de CI50. Selon (**RATTANAPITTAYAPRON & VANIJAJIVA, 2016**), plus la valeur de CI50 est faible plus l'activité de l'extrait est grande.

La valeur de la concentration d'inhibition obtenue dans cette étude est supérieur à celles trouvées par **SUJEEWA & SHAKTHI (2020)** qui ont trouvés une valeur de concentration

d'inhibition 50 de 14,752 /100 g DW (leur travail a été fait sur des fleurs), et de 1,43 mg/mL chez d'autre espèce de la même famille par **LUYEN (2020)**.

Selon (**PADAM & JYOTI, 2008**), la présence d'une forte activité antioxydante est expliqué par sa richesse en phénols totaux notamment les flavonoïdes. Notre espèce étudiée donne des valeurs faible des teneurs en polyphénols et en flavonoïde dont peuvent être la cause principale de la faible activité antioxydante d'extrait *d'Canna indica L.*

L'activité antioxydante de notre extrait éthanolique différente selon les espèces et selon les organes d'une même espèce serait directement liée à leur composition différente en composés polyphénoliques comme le montrent les résultats de (**ABU RAYYAN *et al.* 2018**).

Conclusion générale

Ce travail nous a permis de mettre en évidence les propriétés phytochimiques et biologique de plante *canna indica L.* Cette appartenant au genre *canna* utilisée en l'épuration des eaux usées. L'extraction à partir de la partie aérienne de plante a permis d'obtenir un rendement très faible avec une teneur faible en composés phénoliques et le dosage de la concentration des flavonoïdes donne des valeurs faibles qui expriment que la plante étudiée est moins riche de ces composants en vue de l'effet de séchage, la méthode d'extraction, et les conditions dans lesquelles la plante vivait.

Les résultats du test de DPPH montrent que l'extrait éthanolique de *Canna indica* étudiée possède une activité antioxydante faible par rapport à l'acide ascorbique utilisés comme contrôles positifs. L'activité antioxydante d'une plante liée aux teneurs des polyphénols et des flavonoïdes, le test de l'activité antioxydante chez l'espèce étudiée *Canna indica* indique un faible pouvoir antioxydant à cause de faible quantité des polyphénols et flavonoïdes trouvés dans cette étude.

Perspectives

Nous recommandons les points suivants :

- ✓ Tester cette plante dans l'épuration des eaux contaminée par les métaux lourds.
- ✓ Réaliser les analyses phytochimiques avec d'autres méthodes d'extraction par changement du solvant et le temps d'extraction.
- ✓ Elargir les recherches sur d'autres molécules que les phénols, telles que les alcaloïdes et les terpènes.
- ✓ Evaluation de l'activité antibactérienne.

Références bibliographiques

- ✓ **ABU RAYYAN W., ALSHAMMARI S-A-G., ALSAMMARY A-M-F., ALSHAMMARI M-S-S., SEDER N., ABU QATOUSEH L., BOSTAMI M., MANSOOR K., HAMAD M-F., ALMAJALI I-S., ABU DAYYIH W., 2018.** The Phytochemical Analysis and Antimicrobial Activity of *Pergulariata mentosa* in North East Kingdom of Saudi Arabia KSA. *Biomedical & Pharmacology Journal*. 11(4): 1763-1771.
- ✓ **ALQAHTANI A., HAMID K., KAM A., WONG K-H., ABDELHAK Z., RAZMOVSKI-NAUMOVSKI V., CHAN K., LI K-M., GROUNDWATER P-W., LI GQ., 2013.** The pentacyclic triterpenoids in herbal medicines and their pharmacological activities in diabetes and diabetic complications. *Curr Med Chem*. 20: 908–31.
- ✓ **AL-SNAFI A-E., 2015.** Bioactive components and pharmacological effects of *Canna indica*- an overview. *international journal of pharmacology and toxicology*. 5(2):71-75.
- ✓ **AMININ D-L., MENCHINSKAYA E-S., PISLIAGIN E-A., SILCHENKO A-S., AVILOV S-A, KALININ., 2015.** Anticancer activity of sea cucumber triterpene glycosides. *Mar Drugs*. 13: 1202–23.
- ✓ **AMOA O-P., NTIE-KANG F, LIFONGO L-L., NDOM J-C., SIPPL W., MBAZE L-M., 2013.** The potential of anti-malarial compounds derived from African medicinal plants, part I: a pharmacological evaluation of alkaloids and terpenoids. *Malar J*. Doi:10.1186/1475-2875-12-449.
- ✓ **ANDERSON C-M., HALLBERG A., HOGBERG T., 1996.** Advances in development of pharmaceutical antioxidants. *Adv. Drug. Res.* 28 : 65-180 .
- ✓ **ANDRIAMPARANY N-J., 2009.** Plantes susceptibles d’être utilisées comme plantes de couverture dans la région sud est de madagascar. *Mémoire pour l’obtention du diplôme d’études approfondies (d.e.a) en biologie et écologie végétales . Université d’antananarivo*. 105 pages.
- ✓ **AOUIDI F., 2012.** Etude et valorisation des Feuilles d’Olivier *Olea Europaea* dans l’Industrie Agro-Alimentaire. *Thèse de Doctorat en Génie Biologique. Université du Carthage*. 139page.

- ✓ **ATHAMENA., CHALGHEM., KASSAH-LAOUAR ., LAROUI ., KHEBRI., 2010.** activité anti- oxydante et antimicrobienne d'extraits de cuminum cyminum l. *Lebanese Science Journal.* 11(1): 69-81.
- ✓ **ATMANI D., CHAHER N., ATMANI D., BERBOUCHA M., DEBBACHE N., BOUDAUD H., 2009.** Flavonoids in human health: from structure to biological activity. *Current Nutrition & Food Science.* 5(4): 225-237.
- ✓ **BENAISSA O., 2011.** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. Activité Biologique. *Thèse de doctorat en Chimie organique .Universite mentouri constantine.* 244 page .
- ✓ **BENAVENTE G-O., CASTILLO J., MARIN F-R., ORTUNO A., DEL RIO J-A., 1997.** Uses and properties of Citrus flavonoids. *J. Agric. Food Chem.* 45 : 4505–4515.
- ✓ **BENHAMMOU N., 2011.** Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. *Thèse de doctorat en Biologie. Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen.* 109 page.
- ✓ **BENTABET N., BOUCHERIT-OTMANI Z., BOUCHERIT K., 2014.** Composition chimique et activité antioxydante d extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. *Pharmacognosie.* P1-8.
- ✓ **BIESAGA M., 2011.** "Influence of extraction methods on stability of flavonoids." *Journal of Chromatography A.* 1218(18): 2505-2512.
- ✓ **BOUAUD K., 2020.** Caractérisation physicochimique et fonctionnelle d'un mélange d'épices utilisé dans les préparations culinaires dans l'ouest Algérien. Effet anti-inflammatoire chez le rat Wistar. *Thèse de doctorat en sciences biologiques. Université Djilali Liabes de Sidi Bel-Abbés.* 110 page.
- ✓ **BRUNETON J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Edition Technique et Documentation. 3ème édition. Paris . France. *ISBN : 2-7430-0315-4.* 1120page.
- ✓ **BRUNETON J., 2009.** Pharmacognosie-Phytochimie, plantes médicinales. Edition médicales internationaux. 4ème édition. Paris. *ISBN :978-2-7430-1188-8.* 1292 page.

- ✓ **BRUNETON J.,1993.** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 2ème édition, Lavoisier Techniques and Documentation, Paris. *ISBN: 2-85206-911-3.* 915 page.
- ✓ **CARRÉE P., 1953.** Précis de technologie et de chimie industrielle. *Paris : Ballière J.B. et Fils, p. 475.*
- ✓ **CHANDRASEKARAN V-N., 2020.** Développement et caractérisation des amidons/polyphénols fonctionnels pour la valorisation en aliments à haute valeur ajoutée des produits à base de « légumes lontan ». *Thèse de doctorat en Agro-alimentaire. Université de La Réunion.* 113 Page.
- ✓ **CHANEY R-L., MALIK M., LI Y M., BROWN S-L., BREWER E-P., ANGLE J-S., BAKER A-J., 1997.** Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnology.* 8(3):279-284.
- ✓ **CHANG C., YANG M., WEN H., CHERN J., 2002.** Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J. Food Drug Analysis.* 10 : 178-182.
- ✓ **CHEN H-J., CHEN C-N., SUNG M-L., WU Y-C., KO P-L., TSO T-K., 2013.** *Canna indica L.* Attenuates high glucose and lipopolysaccharide-induced inflammatory mediators in monocyte/macrophage. *J. Ethnopharmacol.* 48:317-21.
- ✓ **CHENNI M., 2016.** Etude comparative de la composition chimique de l'activité biologique et l'huile essentielle des feuilles du basilic " *Ocimum basilicum .L* " extraite par hydro- distillation et par micro-ondes. *Thèse de doctorat en chimie. université Ahmed Benbella.* 185p.
- ✓ **COWAN M-M., 1999.** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re.* 12 (4): 564- 582.
- ✓ **CUNNINGHAM S-D., OW D-W., 1996.** *Plant Physiology*, vol. 110, no. 3, 715-719
- ✓ **DJERIDANE A., YOUS M., NADJEMI B., BOUTASSOUNA D., STOCKER P., VIDAL N., 2006.** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.* 97 : 654-660.
- ✓ **DO Q-D., ANGKAWIJAYA A-E., LANTRAN-NGUYEN P., HUYNH L-H., SURYADIISMADJI F-E., YI-HSUJU., 2014.** Effect of extraction solvent on total

- phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatic*. *Journal of Food and Drug Analysis*. 22: 296 - 302
- ✓ **DONATIEN KONE.,2009.** Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction,identification d'alcaloïdes - caractérisation, quantification de polyphénols : etude de leur activité antioxydante. *Thèse de doctorat en chimie organique . L'universite paul verlaine de metz –upv- m (france)*. 150 page .
 - ✓ **EBRAHIMZADEH M-A., POURMMORAD F., HAFEZI S., 2008.** Antioxidant activities of Iranian Corn Silk. *Turkish journal of biology*. 32: 43-49.
 - ✓ **FALLEH H., KSOURI R., CHAIEB K., KARRAY-BOURAOUI N., TRABELSI N., BOULAABA M., ABDELLY C., 2008.** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities, *C. R. Biologies*. Vol. (331): 372-379.
 - ✓ **GAUR A., BORUAH M., TYAGI D-K.,2014.** Antimicrobial potential of *Canna indica* Linn. Extracts against selected bacteria. *J Environ Sci Toxi Food Technol*. 8(8):22-5.
 - ✓ **GHESTEM A., SEGUIN E., PARIS M., ORECCHIONI A-M., 2001.** Le préparateur en pharmacie. Dossier, 2, 272.
 - ✓ **HADDOUCHI F., CHAUCHE T-M., HALLA N.,2016.** Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie.phytothérapie. 1-9.
 - ✓ **Harsha H., Mukund H., 2021.** A review on *Canna indica* and its pharmacological studies. *World journal of pharmaceutical research*. 2277– 7105.
 - ✓ **HARTMANN T., 2007.** From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*. 68: 2831 - 2846.
 - ✓ **HEIM E-K., TAGLIAFERRO A-R., BOBILYA D-J., 2002.** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 572–584.
 - ✓ **HENDEL N., 2017.** Etude phytochimique et activités biologiques de *Rosmarinus officinalis* L. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. de la région de M'sila : applications

- antifongiques. *Thèse de doctorat en microBiologie. Université Ferhat Abbas Sétif 1.* 137 page.
- ✓ **HENNEBELLE T., SAHPAZ S., BAILLEUL F.,2004.** Polyphénols végétaux, sources, utilisation et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie.* 1: 3-6.
 - ✓ **HERNÁNDEZ I., ALEGRE L., VAN BREUSEGEM F., MUNNÉ-BOSCH S., 2009.** Trends in Plant Science. 14 (3):125–132.
 - ✓ **HINCU M, PANTEA S, ANCA M, COMAN E-M, MEHEDINTI T., 2006.** L'effet de l'alloxane sur l'histologie du tissu pancréatique. Fascicula XVII, Anul V.
 - ✓ **HODEK P., TREFIL P., STIBOROVA M., 2002.** Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chem. Biol. Interact.* 139: 1–21.
 - ✓ **HOPKINS WG., 2003.** Physiologie végétale. *Editions De Boeck Université, Bruxelles.* 532page.
 - ✓ **KHATER F., 2011.** Identification et validation fonctionnelle de nouveaux gènes potentiellement impliqués dans la biosynthèse des composés phénoliques. *Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Ecole doctorale.* 203 page.
 - ✓ **KONNERUP D., BRIX H., 2010.** Nitrogen nutrition of *Canna indica*: Effect of ammonium versus nitrate on growth, biomass allocation, photosynthesis, nitrate reductase activity and N uptake rates *Aquatic Botany.* 92:142-148.
 - ✓ **KRISHNA B., 2017.** Evaluation of antiulcer activity in *Canna indica* rhizomes. *Journal of pharmaceutical sciences.* 04 (12) : 4951-4956.
 - ✓ **LEONG L-P., SHUI G., 2002.** An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chem.* 76, 69-75.
 - ✓ **LERMAN J-C., CIGLIANO E-M., 1971.** New carbon-14 evidence for six hundred years old *Canna compacta* seed. 568-570.
 - ✓ **LIHUA C-A., YING O-B., QIAN L., FENGLE Y., YING C., WENLING Z., SHIMING L-D., 2010.** Removal of nutrients from wastewater with *Canna indica L.* under different vertical-flow constructed wetland conditions. *Ecological Engineering.* 36: 1083–1088.

- ✓ **LIM T-K., 2016.** Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. *V 10, Modified stems, Roots, Bulbs.* ISBN: 978-94-017-7276-1 (eBook). 659p
- ✓ **LIN Z-L., BAIE Z., LI H., YUN C., 2011.** Hemostatic Effect of *Canna indica* L. *Journal of Dali University.* 10(12): 24-26.
- ✓ **LO SCALZO R., SCARPATI M-L., VERZEBGNASSI B., VITA G., 1994.** *Olea europaea* chemical repellent to *Dacis oleae* females. *J Chem Ecol.* 20 : 1813-1923.
- ✓ **LONE M-I., HE Z-L., STOFFELLA P-J., YANG X-E., 2008.** Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: Progresses and perspectives. *Journal of Zhejiang University.* 9 (3): 210-220.
- ✓ **LUYEN LH., THOM VT., HUONG LT., HUONG DT., ANH NT., 2020.** Inhibitory Effect on Human Platelet Aggregation, Antioxidant Activity, and Phytochemicals of *Canna warszewiczii* (A. Dietr) Nb. Tanaka. *Pharmacognosy Research.* 12:47-52.
- ✓ **MAAOUI M.,2014.** Atlas, plantes ornementales des ziban. *Edition crstra, 2014.* Isbn:978-9931-438-02-1. 341PAGE
- ✓ **MAATAOUI B-S., HUNYEUR A., HILALIS., 2006.** Activités antiradicalaires d'extraits de jus de fruits du Figuier de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica*). *Lebanese Science Journal.* 7(1): 3-8.
- ✓ **MACHEIX J., FLEURIET A., JAY-ALLEMAND C., 2005.** Les composées phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, presses polytechniques et universitaires romandes. ISBN: 2-88074-625-6. 192 page.
- ✓ **MACHEIX J-J., FLEURIET A., SARNI-MANCHADO P., 2006.** Composés phénoliques dans la plante : structure, biosynthèse, répartition In Sarni-Manchado P et Cheynier V. Les polyphénols en agroalimentaire. Editions TEC et DOC .Lavoisirm. 399p.
- ✓ **MALIK N-S-A., BRADFORD J-M., 2006.** Changes in oleuropein levels during differentiation and development of floral buds in “Arbequina”olives. *Scientia Horticulturae.* 110, 274-278.

- ✓ **MARKOWICZ B-D-H., SALDANHA L-A., CATHARINO R., SAWAYA A-C-H-F., CUNHA I-B-S., CARVALHO P-O., EBERLIN M-N., 2007.** Phenolic antioxidants identified by ESIMS from Yerba Maté (*Ilex paraguariensis*) and Green Tea (*Camelia sinensis*), *Extracts Molecules*. (12) : 423-432.
- ✓ **MARTIN S., ANDRIANTSITOHAINA R., 2002.** Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Ann. Cardiol. Angéiol.* 51, 304-315.
- ✓ **MATEUS N., CARVALHO E., CARVALHO A-R-F., MELO A., GONZALEZ-PARAMAS A-M., SANTOSBUELGA C., SILVA A-M. S., FREITAS V., 2003.** Isolation and structural characterization of new acylated anthocyanin- vinyl- flavanol pigments occurring in aging red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(1): 277-282.
- ✓ **MAURO N-M., 2006.** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine . *Thèse de doctorat en CHIMIE. UNIVERSITÉ JOSEPH FOURIER – GRENOBLE I.* 186page .
- ✓ **MOMPON B., LEMAIRE B., MENGAL P., SURBLED M., 1998.** Extraction des polyphenols : du laboratoire à la production industrielle. Ed. INRA, Paris (les Colloques, N° 87).
- ✓ **MUANDA F-N., 2010.** Identification de polyphenols, evaluation de leur activite antioxydante et etude de leurs proprietes biologiques. *Thèse de doctorat en chimie organique. Université paul verlaine-metz.* 238 page.
- ✓ **OKONWU K., ARIAGA C-A., 2016.** Nutritional Evaluation of Various Parts of *Canna indica L* (Annual Research and Review in biology). *11(4): 1-5.*
- ✓ **OUÉDRAOGO H., OUATTARA L., OUOBA P., BONZI S., SOMDA I., 2018.** Évaluation de l'activité antifongique et de la phytotoxicité de *Isoperlinia doka craib & staff*. *European Scientific Journal*. 14(30): 213-227.
- ✓ **OZKAYA M-T., CELIK M., 1999.** Quantitative analysis of phenolic compounds in olive cuttings. *Acta Horticulturae*. 474, 477-480.
- ✓ **PICHERSKY E, NOEL J-P, DUDAREVA N., 2006.** Biosynthesis of Plant Volatiles: Nature's Diversity and Ingenuity. *Science*. 311: 808–811.
- ✓ **PRASAD M-N-V., FREITAS H-M-O., 2003.** *Electronic Journal of Biotechnology* Vol. 6, No. 3, 225-321 .

- ✓ **PRASHANT K-Y ., SISODIA S-S ., 2020.** Preliminary phytochemical screening, characterization, and antidiabetic activity of leaf extract of *canna indica* l. In streptozotocin-induced diabetic model. *Asian J Pharm Clin Res.* Vol 13. 2, 58-62
- ✓ **PULFORD I-D., WATSON C., 2003.** Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees - a review. *Environment International.* 29 (4): 529-540.
- ✓ **RANALLI A., CONTENTO S., LUCERA L., FEBO M., MARC D., MARCHEGIANI D., FONZO V., 2006.** Factors affecting the contents of iridoid oleuropein in olive leaves (*Olea europaea L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 54(2): 434-440.
- ✓ **RASKIN I., SMITH R-D., SALT D-E., 1997.** Phytoremediation of metals: Using plants to remove pollutants from the environment. *Current Opinion in Biotechnology.* 8 (2): 221-226.
- ✓ **RATTANAPITTAYAPRON A., VANIJAJIVA O., 2016.** Evaluation of antioxidant activity as a function of the genetic diversity of *Canna indica* complex. *Journal of Agricultural and Biosystems Engineering.* Vol:10. No:6.
- ✓ **SHAMSHAD S., JOHN P-M., 2015.** *Canna indica (L.):* a plant with potential healing powers: a review. *Journal of Pharma and Bio Sciences.* (6)2 : B1–8.
- ✓ **SHRINIVAS K-S., KUSHEWATI I., SHINDE A., BHUTNAR P., NITIN B-G., 2019.** A pharmacognostic and pharmacological review on *Canna indica linn.* *International journal of research in pharmacy and chemistry.* 9(3): 61-77 .
- ✓ **SUBHASH T-K., SHRINIWAS P-P., HEMANT D-U., 2018.** Phytochemical analysis of *Canna indica L.* Roots and rhizomes extract. *Biochemistry and Biophysics Reports.* 16:50-55 .
- ✓ **SUJEEWA K-H., SHAKTHI A-T-O., 2020.** A comparative study on sunscreens and radical scavenging in vitro activities of solvent extracts obtained from dried *canna* (red) flowers grown in sri lanka. *Journal of pharmaceutical research.* Volume 9. 4, 94-104.
- ✓ **TRIPATHI S-M., SINGH D-K., 2000.** Molluscicidal activity of Punicagranatum bark and *Canna indica* root. *Braz J Med Biol Res.* 33(11): 1351-1353.

- ✓ **VAN ACKER S., VAN BALEN G-P., VAN DEN BERG D-J., VAN DER VIJGH W-J-F., 1996.** Influence of iron chelation on the antioxidant activity of flavonoids. *Biochem. Pharmacol.* 56 : 935– 943.
- ✓ **VERMERRIS W., NICHOLSON R., 2006.** Phenolic compound biochemistry, springer . *Dordrecht.* ISBN-10 1-4020-5163-8. 284 p.
- ✓ **WUYTS N., 2006.** Interaction entre les nématodes parasites des plantes et les métabolites secondaires des plantes, avec une emphase sur les phénylpropanoïdes dans les racines. *Info Musa.* 15:1-2.
- ✓ **YAO L-H., JIANG Y-M., SHI J., TOMAS-BARBERAN F-A., DATTA N., SINGANUSONG R., CHEN S-S., 2004.** Flavonoids in Food and their health benefits. *Plant. Food Hum. Nutr.* 59 : 113-122.
- ✓ **ZHANG X., 2012.** Life Cycle in Natural Populations of *Canna indica L.* From Argentina. phenology and climate change. *Janeza Trdine 9,51000 Rijeka, Croatia.* ISBN 987-953-51-0336-3.
- ✓ **ZITOUNI A-M., NACERI O., 2015.** Contribution à l'étude phytochimique et activité biologique d'une plante appartenant au genre *Jurinea*. *Thèse de doctorat en Biochimie Moléculaire et Santé. Université des Frères Mentouri Constantine.* 59 page.
- ✓ **جهرة ف., 2019.** تأثير الركيزة على ازالة الفوسفات و الازوت من مياه الصرف الصحي في المرشحات المزروعة. رسالة ماجستير/الري الحضري. جامعة محمد خيضر بسكرة. 52 صفحة.
- ✓ **الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض., ١٤٣٥هـ.** دليل النباتات بمنطقة الرياض. الطبعة الأولى. رقم الإيداع: ٧٠٠٢ / ١٤٣٥. ردمك: ٥ - ٠ - ٩٠٥١٢ - ٦٠٣ - ٩٧٨ . 479 صفحة.

المخلص

يهدف هذا العمل إلى دراسة إحدى محطات ترشيح مياه الصرف الصحي وهي نبات *Canna indica* L. المأخوذ من شتول واد سوف. تم تحديد محتوى بعض المركبات الكيميائية النباتية (معدل البوليفينول والفلافونيدات) الموجودة في الجزء الهوائي من النبات (الأوراق والساق) عن طريق النقع في محلول إيثانول عن طريق المقايسة اللونية ، وكذلك تقييم نشاط مضادات الأكسدة. حيث سجلت النتائج المتحصل عليها عائد 7.60%. حيث أظهر التحليل أن تركيز البوليفينول في النبات كان 26.06 ميكروجرام / ملجم EAG / جم مستخلص جاف ، يقدر تركيز الفلافونويد بـ 0.0505 ميكروجرام EQ / ملليجرام مستخلص جاف. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة عن طريق اختبار DPPH وأظهر استجابة كبيرة لمضادات الأكسدة مع IC50 من 118.16 ميكروغرام / مل.

الكلمات المفتاحية: *Canna indica* L. ، النشاط المضاد للأكسدة ، المواد الكيميائية النباتية ،

البوليفينول ، الفلافونويد

Résumé

Ce travail vise à étudier l'une des plantes filtrantes des eaux usées, qui est la plante *Canna indica* L. prélevée de semis d'Oued Souf. La teneur en certains composés phytochimiques (taux de polyphénols et flavonoïdes) présents dans la partie aérienne de la plante (feuilles, tige) a été déterminée par trempage dans une solution d'éthanol par dosage colorimétrique, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante. Où les résultats obtenus ont enregistré un rendement de 7,60%. Où l'analyse a montré que la concentration de polyphénols dans la plante était de 26,06 µg/mg EAG/g d'extrait sec, la concentration en flavonoïdes est estimée de 0,05 05µg EQ/mg Extrait sec. L'activité antioxydante a été évaluée par le test DPPH a montré une réponse antioxydante significative avec une IC50 de 118,16 µg/ml.

Mots clé: *Canna indica* L., Activité antioxydante, Composés phytochimiques, Polyphénols, Flavonoïdes

Abstract

This work aims to study one of the filtering plants of wastewater, which is the plant *Canna indica L.* taken from seedlings of Oued Souf. The content of certain phytochemical compounds (rate of polyphenols and flavonoids) present in the aerial part of the plant (leaves, stem) was determined by soaking in an ethanol solution by colorimetric assay, as well as the evaluation of the activity antioxidant. Where the results obtained recorded a yield of 7.60%. Where the analysis showed that the concentration of polyphenols in the plant was 26.06 µg/mg EAG/g dry extract, the flavonoid concentration is estimated to be 0.0505µg EQ/mg dry extract. The antioxidant activity was evaluated by the DPPH test showed a significant antioxidant response with an IC50 of 118.16 µg/ml.

Keywords: *Canna indica L.*, Antioxidant activity, Phytochemicals, Polyphenols, Flavonoids