

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE

LA NATURE ET DE LA VIE

N°:



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET  
DE LA VIE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

OPTION : BIOTECHNOLOGIE VEGETAL

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

Par :

**Bahiddine Cheima**

**Souadia Zoulikha**

**Zabi Karima Oum Elkheir**

Intitulé

**Contribution à l'étude phytochimique et activité  
biologique d'une plante médicinale**

***Salix Purpurea***

Soutenu devant le jury composé de :

ADOUI Nabila	MCA	Université de M'Sila	Rapporteur.
KHALFA Hanane	MCB	Université de M'Sila	Présidente.
BENDIF Hamdi	Pr	Université de M'Sila	Examineur.

**Année universitaire : 2023 /2024**

## **Remerciements**

*Tout d'abord, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.*

*Nous tenons tout particulièrement à remercier notre encadrant, le **Dr.Nabila Adoui** pour nous avoir suivi et conseillé tout au long de la préparation de ce travail de recherche .*

*Nous tenons à remercier **Pr. Hamdi Bendif Et Dr Hanane Khalfa** pour la qualité des informations qu'ils nous ont fournies.*

*Et n'oublions pas **Mme Chahinez Belouhri.***

*Monsieur le Directeur des Laboratoires **Kamal saghiri** et **Mme ingénieur Samiha.***

*Nous tenons à remercier **Dr Bendaradji L** et **Dr Benmehaia***

*Cette thèse n'aurait pas été possible sans le soutien actif des membres de notre famille, notamment de nos parents, qui nous ont toujours encouragés moralement et matériellement et qui nous tenons à remercier.*

*Enfin, nous exprimons nos chaleureux remerciements et notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement pour que ce travail voit le jour, car le projet ne peut être le produit d'une seule personne.*

## **Dédicace**

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*Je dédie ce travail à moi d'abord, à ceux qui méritent ce succès après de longs efforts et de la patience.*

*À l'homme, mon précieux offre du Dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : **mon cher père Bahiddine Mohamed Tayeb.***

*À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non, âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : **mon adorable mère Chergui Zohra.***

*À **mon grand-père Chergui Said** qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et lui offre la santé et le bonheur.*

*À ma chère défunte, à qui je souhaitais être avec moi dans ma joie, à **mon grand-père Bahiddine said**, À mes grands-mères, À ma famille Bahiddine et la famille Chergui Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*À **mon cher frère Haythem**, en gage de ma profonde estime pour tous ce que nous avons partagé ensemble, toute expérience avec lui et un trésor que je garde précieusement.*

*À ce qui m'ont soutenu et motivé dans ma vie, merci pour tout ce que tu as fait pour moi : **mon cher Mourad***

*À celle qui m'a partagée les Précieux moments de ma vie, celle qui représente l'une des plus belles qualités d'amitié et fraternité, Merci pour tes dons, ta loyauté et ton encouragement, **mon âme sœur Hadil.***

*À **mes amis** de vie et de résidence universitaire que j'ai connue jusqu'à maintenant **Karima, Abir, Meriem, kaoutar, Meriem, Ranya.** Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*À **mes amis d'école**, sans oublier **mes binômes Karima et Zoulikha** pour leur soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

**CHAIMA BAHIDDINE**

---

## Dédicace

*Avant tout, nous tenons à remercier le bon DIEU tout puissant et miséricordieux, qui nous a accordé le courage, la patience et la volonté de suivre nos études et d'accomplir ce modeste travail*

*À mon idole, à celui qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'amour et d'affection, à mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager à mon prince  
Papa : **ZABI KHIR EDDINE***

*À mon paradis, à la brunelle de mes yeux, à la source de ma joie est mon bonheur, ma lune est le fil d'espoir qui allumer mon chemin, ma moitié Maman : **LEMOUNES KHEDIDJA***

*À ma chère défunte, à qui je souhaitais être avec moi dans ma joie, à ma grand-mère : **LEMOUNES WANISA** que Dieu ait pitié d'elle.*

*À ceux qui n'ont jamais abandonné un seul jour pour me motiver à apprendre, à travailler et à persévérer, à mon cher grand-père : **LEMOUNES ABD ELRAHMAN** et à toute la famille **LEMOUNES**.*

*À mes frères et ma deuxième patrie, à ceux dont je suis fier d'être leur sœur, **Karim, Tareq, Walid, Khaled**.*

*À ma grande sœur **SARA** et son mari **TALHA** pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*À mon adorable petite sœur **AYA** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*À ceux qui m'ont soutenu et encouragé à continuer encore et encore, à mon cher : **AZIZ**.*

*À la joie de mes jours et de mes deux fils gênants, **TAHA et HAMZA**.*

*À mon amie d'enfance et à ma moitié **ZINEB HIMED**.*

*À mes compagnons, à ceux qui nous ont facilité le chemin difficile **HADIL, CHAIMA, DOUAA, MERIEM blanc, ABIR, MERIEM choco, KAOUTAR***

*À mes encadreur **Dre : N. ADOUI, Dr : H. BENDIF, Dre : H. KHALFA**.*

*Sans oublier mon binôme **CHAIMA et ZOULIKHA** pour ses soutiens moraux et ses patients et ses compréhensions tout au long de ce projet.*

*À toute ma famille, à tous mes amis. À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.*

**ZABI KARIMA OUM ELKHEIR**

## **Dédicace**

*Au nom de l'amour et de respect, Je dédie ce modeste travail à :*

*Moi-même*

*À **ma chère mère**, l'exemple de la force et mon grand secours qui n'a jamais cessé de m'encourager et de me soutenir en permanence durant toutes les années de mes études. Sans toi, je n'aurai sûrement pas pu être ce que je suis et je ne saurais pu progresser et achever ce travail. Puisse Dieu, le tout puissant te préserve et t'accorde une longue heureuse vie.*

*À **mon cher père** Aucune dédicace ne saurait exprimer l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.*

*Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation, ma formation et mon bien être.*

*Et à l'âme du martyr, **mon grand-père Ahmed**, et à **ma grand-mère**, que Dieu lui fasse miséricorde.*

*A mes frères, et tous mes sœurs en reconnaissance de leur affection toujours **Housseem, Mouhmed, Abd alkarim**, À ma nièce, **Saja et Amira et Doha**.*

*À mes chères tantes **Bariza, Sara et Habiba***

*A mes chères amies : **Abbes, Saliha, Mona, Oumaima, Khawla, Nadine, Salima, Hiba, Aya***

*A mes Binômes de ce mémoire **Karima et Chaima**.*

*Et à tous ceux que j'aime Merci.*

**ZOULIKHA SOUADIA**

## Liste d'abréviation

% : Pourcentage

Mm : Millimétré

CM : Centimètre

SM : Solution mère

ML : Millilitre

°C : Degré

Ul : Microlitre

Ug : Microgramme

H : Heure

G : Gramme

Oms : Organisation mondiale de la santé

DPPH : 2,2-diphényle -1picrylhydrazyl

IC50 : Concentration inhibitrice demi-maximale

AINS : Anti- inflammatoiresnon stéroïdiens

OMS : l'Organisation mondiale de la santé

CO2 : Dioxyde de carbone

O2 : Dioxygène

NaCl : Chlorure de Sodium

E. coli : Escherichia. Coli

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

SNV : Sciences de la Nature et de la Vie

APD: Potato dextrose agar

TPC : Contenu total phénolique

Na2Co3 : Carbonate de sodium

FCR : Réactif de folin ciocalteu

GA : L'acide gallique

BHA : Hydroxy anisolebutyle



BHT : Hydroxytoluènebutyle

Nt : Le nombre d'insectes présents sur la partie traité avec la solution de l'extrait

Nc : Le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traité uniquement avec solvant

AMH : Agar de Muller Hinton

D : Diamètres

QE : Quercétine

IC50 : Concentration inhibition médiane

DL50: Doze l'étale

Agro: Agrobacterium tumefaciens

BC: Bacillus cereus

BGN : Peptidoglycane

Pseudo : Pseudomonas aeruginosa

## Liste des figures

<b>FIGURE 1</b> : STRUCTURE DE POLYPHENOL (ACHAT, 2014).....	9
<b>FIGURE 2</b> : SALIX PURPUREA (GOOGLE) .....	14
<b>FIGURE 3</b> : ILLUSTRATION DE SALIX PURPUREA (PHOTO K. REBBAS,2023).....	14
<b>FIGURE 4</b> : CHATON MALE OU STAMINE .....	16
<b>FIGURE 5</b> : CHATON FEMELLE OU PISTILLE.....	16
<b>FIGURE 6</b> : TRIBOLIUM CONFUSUM (MIMOIRE 2021-2022) .....	22
<b>FIGURE 7</b> : MICROSCOPE DE BACTERIE STAPHYLOCOQUES UREUS .....	24
<b>FIGURE 8</b> : MICROSCOPE DE BACTERIE PSEUDOMONAS AERUGINOSA.....	24
<b>FIGURE 9</b> : MICROSCOPE DE BACTERIE E.COLI .....	25
<b>FIGURE 10</b> : LES ECHANTILLONS DE MATERIEL VEGETAL EN POUDRE (ORIGINALE 2024) .....	26
<b>FIGURE 11</b> : MATERIEL VEGETALE (ORIGINEL 2024) .....	26
<b>FIGURE 12</b> : ELEVAGES DE TRIBOLIUM CONFUSUM (ORIGINAL 2024).....	27
<b>FIGURE 13</b> : ILLUSTRATION DES ETAPES DE PESE ET DE MACERATION DE LA PLANTE .....	28
<b>FIGURE 14</b> : ILLUSTRATION DES ETAPES DE SECHAGE DES EXTRAITS .....	28
<b>FIGURE 15</b> : MONTAGE DE TYPE CLEVANGER .....	30
<b>FIGURE 16</b> : PREPARATION D'UNE GAMME DILUTION D'EXTRAITS BRUTS .....	33
<b>FIGURE 17</b> : REACTION DU RADICAL STABLE DPPH AVEC UN COMPOSE ANTI RADICALAIRE (AH) (BLOIS.,1958).....	33
<b>FIGURE 18</b> : ILLUSTRATION DE L'APPAREILLE PEKIN ELMER ET D'UNE PLAQUE A 96PUITS (PHOTO ORIGINAL 2024) .....	35
<b>FIGURE 19</b> : L'ACTIVITE DE CONTACT DES EXTRAITS (PHOTO ORIGINAL 2024).....	36
<b>FIGURE 20</b> : EXPOSITION DES INSECTES AUX EXTRAITS PAR EFFET INHALATION (PHOTO ORIGINAL 2024) .....	37
<b>FIGURE 21</b> : L'ACTIVITE DE REPULSIVE DES EXTRAITES (PHOTO ORIGINAL 2024) .....	37
<b>FIGURE 22</b> : ENSEMENCEMENT DES SOUCHES BACTERIENNES CHOISIES (PHOTO ORIGINAL 2024).....	40
<b>FIGURE 23</b> : LES RENDEMENTS EN % DES DIFFERENT EXTRAITS .....	42
<b>FIGURE 25</b> : COURBE D'ETALONNAGE DE L'ACIDE GALLIQUE .....	44
<b>FIGURE 24</b> : DOSAGE DES POLY PHENOLS (TPC) DES EXTRAITS SALIX PURUPREA G2 (PHOTO ORIGINAL 2024) .....	44
<b>FIGURE 26</b> : COURBE D'ETHALONNAGE DE LA QUERCETINE .....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
<b>FIGURE 27</b> : TEST DU DPPH SUR MICROPLAQUE.....	45
<b>FIGURE 28</b> : LES VALEURS D'INHIBITION DU TEST DPPH.....	46
<b>FIGURE 29</b> : LES VALEURS D'ABSORBANCE DU TEST DPPH.....	46
<b>FIGURE 30</b> : COURBE DES ADULTES DE T.CONFUSUM TRAITEE PAR CONTACT D'ETHANOL.....	48
<b>FIGURE 31</b> : COURBE D'ADULTES DE T.CONFUSUM TRAITEE PAR LE CONTACT DE HEXANE.....	49
<b>FIGURE 32</b> : EVOLUTION TEMPORELLES DU TAUX DE MORTALITE D'ETHANOL APPLIQUE SUR LA POPULATION LE TRIBOLIUM CONFUSUM PAR INHALATION.....	51
<b>FIGURE 33</b> : EVOLUTION TEMPORELLES DU TAUX DE MORTALITE DE HEXANE APPLIQUE SUR LA POPULATION LE TRIBOLIUM CONFUSUM PAR INHALATION.....	52
<b>FIGURE 34</b> : LES INHIBITIONS DES SOUCHES BACTERIES APRES 24H DANS L'INCUBATEUR.....	55

---

## Liste des tableaux

<b>TABLEAU 1</b> : IMPORTANCE DE L'UTILISATION DE LA MEDECINE TRADITIONNELLE ET COMPLEMENTAIRE DANS LE MONDE (EDDOUKS ET AL. 2007).....	12
<b>TABLEAU 2</b> : CLASSIFICATION QU'OCCUPE <b>SALIX PURPUREA</b> L.DE CONQUIT (1981).....	15
<b>TABLEAU 3</b> : CLASSIFICATION APG III (2009) .....	15
<b>TABLEAU 4</b> : POSITION SYSTEMATIQUE DE <b>TRIBOLIUM CONFUSUM</b> HERBEST .....	21
<b>TABLEAU 5</b> : LES DELITIONS DE LA GAMME D'ETLON DE L'ACIDE GALLIQUE .....	32
<b>TABLEAU 6</b> : POURCENTAGE DE REPULSION SELON LE CLASSEMENT DE (MC DONALD ET AL (1970)).....	38
<b>TABLEAU 7</b> : TABLEAU REPRESENTE LES SOUCHES BACTERIENNES UTILISEES .....	41
<b>TABLEAU 8</b> : ASPECTS ET RENDEMENTS MASSIQUE (%) DES EXTRAITS OBTENUS .....	42
<b>TABLEAU 9</b> : POURCENTAGE (%) DEREPLISUVE SUR PAPIER FILTRE DES EXTRAITS ETHANOLIQUE D' <b>SALIX PURPUREA</b> VIS-A-VIS DES ADULTES DE <b>TRIBOLIUM CONFUSUM</b> .....	52
<b>TABLEAU 10</b> : CLASSEMENT D'EXTRAITS ETHANOLIQUE DE <b>SALIX PURPUREA</b> D'APRES LEUR CAPACITE SUR LES ADULTES DE <b>TRIBOLIUM CONFUSUM</b> .....	53
<b>TABLEAU 11</b> : POURCENTAGE (%) DE REPULSIVE SUR PAPIER FILTRE DES EXTRAITS HEXANE D' <b>SALIX PURPUREA</b> VIS-A-VIS DES ADULTES DE <b>TRIBOLIUM CONFUSUM</b> .....	53
<b>TABLEAU 12</b> : CLASSEMENT D'EXTRAITS HEXANE DE <b>SALIX PURPUREA</b> D'APRES LEUR CAPACITE SUR LES ADULTES DE <b>TRIBOLIUM CONFUSUM</b> .....	53
<b>TABLEAU 13</b> : LES INHIBITIONS DES SOUCHES BACTERIES DES EXTRAITS ETHANOLIQUE ET L'HEXANE.....	56

# *Introduction générale*

## Introduction :

L'homme a utilisé les plantes à des fins alimentaires, médicinales ou même toxiques depuis des temps immémoriaux, L'instinct de se soigner à l'aide des plantes est inhérent à l'homme, ce qui est également observé chez les animaux. Selon **Bremness L. (1998)**, cette pratique a engendré de nombreuses croyances concernant les remèdes salvateurs et les substances néfastes, avec les guérisseurs devenant des figures respectées dans toutes les cultures grâce à leurs observations, leur inspiration et leur expérience. Ils sont devenus des personnages fondamentaux dans toutes les tribus et chez tous les peuples. Depuis des millénaires, ces observations, et applications ont été enregistrées dans différentes régions du monde (**Bernadet M., 2000**).

Par des mécanismes endocriniens complexes, ils utilisent de nombreux composés pour accomplir différentes fonctions adaptatives, notamment en réponse aux stress biologiques et abiotiques qu'ils peuvent subir. Ainsi, les plantes contiennent une grande diversité de molécules chimiques (peptides, terpènes, polyphénols,) qui présentent des caractéristiques physico-chimiques très différentes et qui possèdent une grande diversité d'activités biologiques (antivirales, antimicrobiennes, antioxydants cicatrisants, etc.). Cela a poussé les chercheurs scientifiques à étudier leurs métabolites bioactifs qui jouent un rôle dans le traitement naturel de diverses douleurs. Avec un public de plus en plus réceptif à la consommation de produits contenant des composés chimiques synthétiques.

Plusieurs domaines industriels tels que la cosmétique, la pharmaceutique et l'agroalimentaire reconsidèrent l'incorporation de ces molécules d'origine naturelle, dotées de caractéristiques chimiques et biologiques uniques, dans leurs formulations. La mise en valeur de ces principes actifs naturels représente donc un potentiel économique considérable. Afin d'être exploités, il est nécessaire de séparer les composés bioactifs de leur matrice végétale d'origine.

Parmi les obstacles à leur développement industriel, on peut citer l'extraction, l'isolement par des essais bio-guidés et l'identification (**Michel T., 2011**). Il y a environ 3000 espèces en Algérie, provenant de diverses familles botaniques, dont les plus étudiées. Au début du XIXe siècle, avec l'émergence de la chimie pharmaceutique, les plantes ont été considérées comme la principale source de composés pour la création de médicaments (**Rates, 2001**).

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation d'un arbre connu par ses vertus thérapeutiques ; par une étude phytochimique des feuilles de l'arbre *salix purpurea* et évaluer ses activités biologiques

Pour réaliser ce travail on a subdivisé le manuscrit en trois chapitres :

- Le premier chapitre consacré à la synthèse bibliographique sur l'arbre étudié et des généralités sur les plantes médicinales et la phytothérapie.
- Le deuxième chapitre de ce document consacré aux méthodes expérimentales choisies ainsi que le matériel utilisé au cours de cette étude.
- Le troisième chapitre présente et traite les résultats qui ont été obtenue au cours de cette recherche.

Et on termine à la fin de cette étude par une conclusion générale.

# *Chapitre I*

## *Recherche bibliographique*



## Chapitre I : Recherche bibliographique

### 1. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des plantes utilisées à des fins médicinales, soit pour traiter des maladies, soulager des symptômes ou améliorer la santé générale. Elles sont souvent utilisées dans la médecine traditionnelle et alternative, ainsi que dans certaines pratiques de médecine moderne. Certaines plantes médicinales sont connues depuis des millénaires et sont utilisées dans diverses cultures à travers le monde.

Il est important de noter que bien que les plantes médicinales puissent offrir des bienfaits pour la santé, leur utilisation doit être effectuée avec précaution. Certaines plantes peuvent avoir des effets secondaires indésirables ou interagir avec d'autres médicaments. Il est donc conseillé de consulter un professionnel de la santé avant de commencer tout traitement à base de plantes médicinales, surtout si vous prenez déjà d'autres médicaments ou si vous avez des conditions médicales préexistantes.

La quête de médicaments à partir des sources naturelles est loin d'être terminée, même si depuis 50 ans, ces investigations se sont couronnées par la découverte d'une foule de principes actifs, qui s'est ajoutée à l'arsenal thérapeutique. Une nouvelle orientation de la recherche pharmaceutique vers le monde végétal au début des années soixante-dix a conduit l'OMS à reconnaître l'importance des médecines traditionnelles. Selon **El-Hilaly (2004)**, une étude approfondie de l'information ethnobotanique révèle que plus de 60 % des médicaments présents sur le marché mondial proviennent directement ou proviennent de sources naturelles.

#### 1.1. Utilisation historique des plantes médicinales en Algérie

L'utilisation des plantes médicinales a une longue histoire, remontant à plus d'un millénaire. Les premiers écrits sur les plantes médicinales en Algérie et dans le Maghreb datent du 9<sup>ème</sup> siècle, notamment grâce aux traités de médecine et de drogues simples laissés par **Ishâ-Ben- Amran (Baba Aissa,2000)**.

Sous le colonialisme français de 1830 à 1962, un grand nombre d'espèces médicinales ont été recensées par des botanistes dans un ouvrage publié en 1942 par Forment et Roques. Les 200 espèces décrites et étudiées ont été mentionnées, la majorité d'entre elles se trouvant dans le Nord de l'Algérie et seulement 6 espèces au Sahara. De nos jours, la phytothérapie est

largement utilisée en Algérie pour soigner diverse affection telle que le diabète, le rhumatisme, la perte de poids et même les maladies incurables (**Belkhodja, 2016**).

### 1.2. Définition des plantes médicinales

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle car il possède des propriétés médicamenteuses. Selon **Salah Eddine (2018)**, leur action découle de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la combinaison des différents composés présents. Ces dernières sont employées en raison de leurs propriétés spécifique qui suscitent l'intérêt pour la santé humaine. En réalité, elles sont employées de diverses manières, telle que la décoction, la macération et l'infusion. On peut utiliser une ou plusieurs de leurs parties, telles que la racine, la feuille et la fleur (**Salah Eddine, 2018**).

### 1.3. Dénomination des plantes médicinales

Il est crucial de donner une dénomination précise et précise aux produits de la matière médicale afin de garantir la précision des prescriptions et de faciliter leur exécution par les laboratoires et les officines. L'est également nécessaire d'utiliser cette dénomination pour des relations commerciales normales entre " les sources " : les agriculteurs, les cueilleurs, et "les utilisateurs" : les entreprises d'exportation des plantes, les laboratoires, les prescripteurs. Dans l'ensemble de l'Occident, une dénomination latine est utilisée (le botaniste Carl Von Linné (botaniste du XVIIIe siècle) a proposé une dénomination binominale qui signifie :

- Le nom genre
- Le nom de l'Espèce
  
- Nous pouvons retenir plusieurs critères qui ont servi à la dénomination des plantes médicinales
- Selon les propriétés des plantes
- Selon la saveur ou l'odeur de la plante
- Selon la couleur de la plante selon les particularités saisonnières de la plante
- Selon l'aspect de la plante
- Selon la partie utilisée de la plante
- Selon le lieu d'origine de la plante (**Yahi K, 2013**).

### 1.4. Propriétés et principe actifs des plantes médicinales

Certaines plantes étaient appréciées dans l'Antiquité pour des qualités qu'on leur avait attribuées. Personne ne s'intéressait à la raison ou à la manière dont elles agissaient, mais c'était un fait indéniable et qui semblait magique. Effectivement, il est surprenant qu'une feuille, une fleur ou une racine puisse guérir, ou au moins apaiser un état maladif ou des troubles organiques. La science moderne ne cherche pas à affaiblir la confiance en la nature en étudiant les effets thérapeutiques des plantes, mais plutôt à analyser, comparer et classifier leurs propriétés afin de regrouper celles ayant des efficacités et mieux, les comprendre (**Paul et Ferdinand, 2010**).

#### 1.4.1. Les gommages

Quand on coupe des plantes telles que l'acacia, on obtient du latex ou de la gomme arabique, des substances issues d'un liquide qui a pour fonction de réduire les pertes d'eau du végétale dont elles proviennent (**Delille, 2007**).

#### 1.4.2. Les principes amers

Ces éléments naturels variés partagent une caractéristique distinctive : leur saveur stimulante qui favorise la sécrétion de suc gastrique et donc la digestion. Exemples incluent l'absinthe, l'artichaut, le cardon et le pissenlit (**Larousse, 2001 ; Delille ; 2007 dans Bouloufa, 2009**).

C'est une substance amorphe contenue dans de nombreux végétaux, elle est utilisée dans la production de cuirs pour prévenir leur pourrissement et possède des qualités antiseptiques, antibiotiques, anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstrictrices.

#### 1.4.3. Les plantes à mucilages

Il s'agit de composés visqueux, constitués de sucres et de polysaccharides. Selon **Pellet (2003) et Bouloufa (2009)**, les plantes mucilagineuses sont particulièrement recommandées pour les problèmes respiratoires et les troubles du transit intestinal.

#### 1.4.4. Les huiles essentielles

Elles résultent d'un mélange de molécules de différentes natures à l'intérieur du groupe des tanins. Cette catégorie comprend des composés comme le bêta-carotène, qui est un précurseur

de la vitamine A. Tout comme les vitamines E et K, ces substances sont solubles dans l'eau et possèdent des propriétés biologiques cruciales (Delille, 2007).

### 1.4.5. Les plantes à hétérosides

Il s'agit d'une catégorie complexe qui comprend : le flavonoïde, les anthocyanosides et les saponosides, etc. Effectivement, un hétéroside est composé d'un élément sucré (glucose) et d'un élément non sucré (Guignard, 2000 dans Madani, 2007).

### 1.4.6. Les plantes à saponoside

Les saponines sont des composants essentiels de nombreuses plantes médicinales (saponaire officinale), ce qui leur donne leur nom, tout comme le savon. Les propriétés des saponosides sont anti-inflammatoires et anti-œdémateuses. Ils présentent une influence particulière pour les poissons et autres animaux aquatiques. D'après les études actuelles, il est démontré que les saponosides extraits des plantes utilisées dans la médecine traditionnelle ont des propriétés antibactériennes et antifongiques. Selon (Paule 2010 et Yahi 2013).

### 1.4.7. Les plantes à flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés poly phénoliques, presque toujours hydrosolubles et très répandus dans le règne végétal. Ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles de nos jours, les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées dans le domaine médical. Les flavonoïdes agissent sur le cœur et sur la circulation sanguine.

### 1.4.8. Les plantes à alcaloïdes

Composés organiques azotés et basiques, ils sont exclusivement d'origine végétale dont la molécule renferme au moins un atome d'azote très actifs. Tous les alcaloïdes ont une action physiologique intense, médicamenteuse ou toxique.

### 1.4.9. Les plantes à résines

Ces sont des substances colloïdales formées lorsque l'oxygène réagit avec les terpènes. Les principales variantes sont les oléorésines ou térébenthines, dissoutes dans les essences.

### 1.4.10. Les plantes à coumarines

Les coumarines, présentes dans diverses plantes, obsèdent une gamme variée de propriétés. Par exemple, celles du mélilot et du marronnier d'lande aident à fluidifier le sang, tandis que les furane coumarines, telles que le bergaptène du céleri, sont efficaces contre les problèmes de peau. De plus, la khelline de la Khalla est reconnue pour ses effets vasodilatateurs sur les artères coronaires.

### 1.4.11. Les plantes à minéraux

De nombreuses plantes médicinales sont très riches en minéraux. Les plantes, notamment celles issues de l'agriculture biologique, tirent les minéraux du sol et les transforment en structure aisément assimilable par l'organisme. Les minéraux présents dans une plante, qu'ils soient utilisés sous forme de salade, comme le chou vert (*Brassicaoleracea*), ou sous forme de compléments nutritionnels, comme le fucus (*fucus vésiculeuse*), jouent un rôle actif dans son activité thérapeutique dans l'organisme. La concentration en potassium du pissenlit (*Traxacum officinale*) lui confère une efficacité diurétique considérable, tandis que la prèle (*Equisetum arvernes*), grâce à sa forte teneur en silice, est efficace contre l'arthrite et contribue à la réparation du tissu conjonctif (**Flück, 1942**).

### 1.4.12 Domaine d'utilisation des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont devenues essentielles dans divers domaines, notamment pharmaceutique, alimentaire, cosmétique, et même agricole, en raison de leurs composés actifs et de leurs bienfaits thérapeutiques. Leur utilisation s'étend également à la fabrication de produits tels que les pesticides et les teintures, ainsi qu'à l'amélioration de la qualité des sols lorsqu'elles sont utilisées en mélange avec d'autres plantes pour le compostage.

#### ▪ En pharmacie

Les médicaments produits artificiellement sont essentiels en pharmacie, tout comme les plantes médicinales qui méritent une reconnaissance similaire dans le domaine médical.

#### ▪ En industrie cosmétique

Depuis des temps immémoriaux, les femmes ont utilisé des plantes et des minéraux pour prendre soin de leur peau et maintenir leur beauté ; De nos jours, de nombreuses maisons de beauté s'emploient à cette tâche, mettant en œuvre des efforts considérables pour proposer à leur clientèle des produits naturels, doux et efficaces. En s'inspirant de

l'herboristerie traditionnelle, ces spécialistes ont développé une vaste gamme de produits de beauté sophistiqués, mais toujours naturels.

### ▪ En agriculture

Actuellement, les plantes médicinales sont reconnues comme une culture agricole précieuse, jouant un rôle clé dans la production de matières premières pour les médicaments. En plus de leur impact sur l'industrie pharmaceutique, ces plantes offrent divers avantages pour l'agriculture. Une nourriture riche en plantes médicinales et aromatiques stimule le sens des animaux et augmente leur appétit.

## 2. Généralités sur les métabolites secondaires

Les plantes possèdent des métabolites dites « secondaire » par opposition aux métabolites primaires qui sont les protéines, les glucides, et les lipides, Les métabolites secondaires sont très variés dans les plantes et diffèrent grandement selon les espèces. Ils se localisent dans des compartiments spécifiques de la plante et /ou apparaissent à des moments particuliers de son cycle de vie. Certains de ces métabolites secondaires jouent un rôle de défense pour la plante contre divers prédateurs comme les herbivores, les virus et les champignons. En revanche, d'autres métabolites servent à attirer des espèces bénéfiques pour la plante. Actuellement, plus de 100 000 métabolites secondaires ont été identifiés (**Krief, 2003**), et ils se répartissent principalement en trois catégories : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes.

### 2.1. Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des composés organiques ayant la caractéristique d'avoir un groupement aromatique porteur de plusieurs fonction hydroxyles. Les substances phénoliques ont tendance à se dissoudre dans l'eau et sont souvent combinées avec des sucres, se trouvant généralement dans la vacuole des cellules végétales (**Harborne, 1967**). Elles possèdent des propriétés antioxydantes, ce qui leur confère un intérêt médicinal pour le traitement de maladies comme les inflammation, les maladies cardiovasculaires et certains cancers (**Achat, 2014**). De plus, les polyphénols présentent d'autres activités, notamment comme anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), largement utilisés pour traiter la douleur, l'inflammation, la polyarthrite rhumatoïde et l'arthrose.

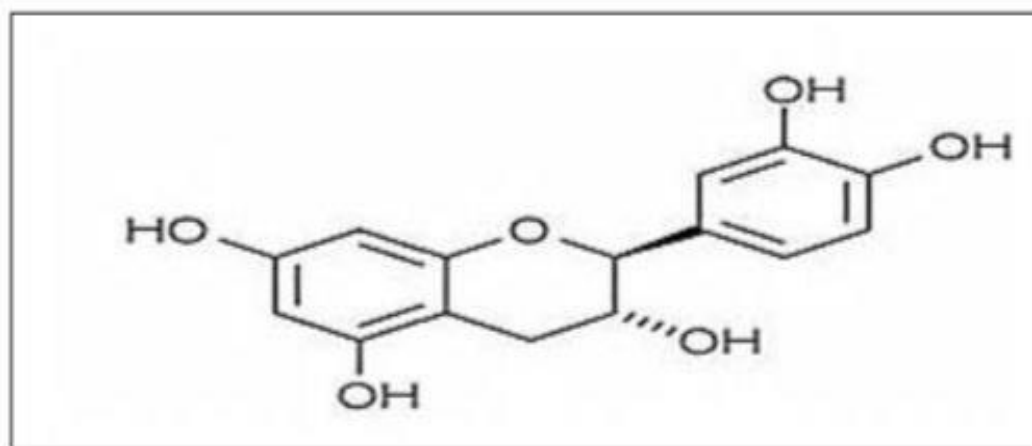


Figure 1 : Structure de polyphénol (Achat, 2014)

## 2.2. Terpènes

Dérivés formellement de l'isoprène ( $C_5H_8$ ), les terpènes se différencient par le nombre  $n$  d'unités isopréniques qui les constituent :  $(C_5H_8)_n$ . Les principaux constituants terpéniques des végétaux sont :

- Des monoterpènes ( $n = 2$ ). Volatils, ce sont les constituants majoritaires des huiles essentielles. De nombreuses espèces végétales leur doivent leur odeur caractéristique (anis, basilic, cannelle, livèche, marjolaine, thym, verveine, etc.). Ils sont responsables des propriétés variées des huiles essentielles et des plantes qui les contiennent : antiseptiques (cinéole de l'eucalyptus), antispasmodiques (menthol des menthes), etc. D'autres, non volatils, seraient à l'origine des propriétés anti-inflammatoires de la racine d'harpagophyton (iridoïdes). D'autres encore sont insecticides (pyréthrines) du pyrèthre de Dalmatie .
- Des sesquiterpènes ( $n = 3$ ). Certains, volatils, sont constituants des huiles essentielles. L'artémisinine, un sesquiterpène lactonique non volatil, extrait d'une armoise, est devenue, en association avec d'autres antimalariques (ou antipaludéens), un traitement de référence du paludisme.

certaines huiles essentielles renferment préférentiellement des composés phénoliques volatils : eugénol (girofle), anéthole (anis, fenouil), etc. Certains d'entre eux sont cancérigènes (safrole, estragole).

- Des diterpènes ( $n = 4$ ). Présents dans le gattilier (utilisé pour les règles douloureuses),

ils peuvent être hallucinogènes (salvinorine de la sauge des devins), antihypertenseurs, insecticides, antioxydants (romarin), ou cytotoxiques : le taxol (paclitaxel) des ifs est un amide diterpénique antitumoral très employé en cancérologie .

- Des triterpènes (n=6) : Les plus fréquents dans les plantes médicinales sont des saponosides (*alias* saponines, qui sont des glycosides d'une génine triterpénique [ou, plus rarement, stéroïdique]) : glycyrrhizine anti-inflammatoire de la racine de réglisse, mais aussi actifs du fragon (proposé dans le traitement des hémorroïdes), du ginseng, etc. Leur pouvoir moussant (*sapo* : savon, en latin) les rend utiles pour la fabrication des shampoings (ex. : bois de panama). Tous les triterpènes ne sont pas des saponosides (c'est-à-dire des glycosides, ex. : composants de l'actée à grappes).
- Des caroténoïdes (n = 8) : lycopène de la tomate, capsanthine du piment, etc.
- Les stéroïdes ont une structure proche de celle des triterpènes. Certains sont cardiotoniques (digoxine des digitales), d'autres, les phytostérols sont, entre autres, hypocholestérolémiant (sitostérol → margarines). Certains phytostérols, comme d'ailleurs des saponosides de nature stéroïdique, sont utilisés par l'industrie pour fabriquer des stéroïdes utilisés en thérapeutique (corticoïdes, contraceptifs, anabolisants, etc).

### 2.3. Alcaloïdes

Les alcaloïdes ont la particularité de renfermer au moins un atome d'azote. De ce fait, ce sont des bases qui existent le plus souvent dans la plante sous forme de sels. À l'exception de ceux que l'on appelle parfois des pseudo-alcaloïdes (ex : solanine, coniine), ils sont issus du métabolisme des acides aminés. L'atome d'azote des alcaloïdes vrais est inclus dans un cycle (amines secondaires, tertiaires ou, moins fréquents, ammoniums quaternaires). Il existe des milliers d'alcaloïdes dans les plantes et la plupart d'entre eux ont des propriétés pharmacologiques marquées. De fait, bon nombre sont toxiques (aconitine, strychnine, etc.).

De nombreux alcaloïdes sont actuellement extraits des plantes, purifiés et utilisés thérapeutique : atropine (des *Brugmansia* et *Duboisia*), morphine et codéine du pavot à opium, quinine des quinquinas, vinblastine de la pervenche de Madagascar, etc. Bon nombre aussi sont utilisés pour être transformés chimiquement en substances à activité modifiée : (nalorphine, vinorelbine, etc.), ou ont donné naissance à des familles de médicaments synthétiques : anticholinergiques sur le modèle de l'atropine, anesthésiques locaux sur le

modèle de la cocaïne, anticholinestérasiques, analgésiques (morphine → péthidine → fentanyl, → méthadone, etc). D'autres servent uniquement de matières premières pour l'obtention de médicaments (ex. : thébaïne du pavot → buprénorphine, naltrexone). Les plantes à alcaloïdes sont très rarement employées en nature : le nombre de celles qui peuvent être utilisées sous cette forme, ou sous forme de médicament est restreint : boldo, fumeterre, thé, coquelicot, etc.

Les spécialistes classent les alcaloïdes en fonction de l'acide aminé à partir duquel la plante les synthétise (ornithine, lysine, phénylalanine/tyrosine, tryptophane, etc.). Précurseur et mécanisme de formation de l'hétérocycle déterminent l'existence de nombreux groupes structuraux.

### 3. La phytothérapie

#### 3.1. Définition de phytothérapie

Le mot "phytothérapie" se compose étymologiquement de deux racines grecques : photon et thérapie qui signifient respectivement "plante" et "traitement". La Phytothérapie est une approche thérapeutique qui utilise les plantes ou des préparations à base de plantes pour soigner. Elle exclut l'utilisation de principes actifs isolés des plantes et peut prendre diverses formes galéniques telles que les tisanes, les extraits, les teintures ou les huiles essentielles.

#### 3.2. La phytothérapie dans le monde

La médecine traditionnelle est une médecine qui sert des plantes pour créer des remèdes visant à améliorer le bien-être global et à traiter l'affection. Les principes actifs présents dans de nombreuses plantes peuvent avoir des propriétés similaires à celles des médicaments de synthèse. Alors que l'allopathie se sert de substances actives pures pour fabriquer des médicaments, la phytothérapie se sert de la plante ou de ses extraits. Selon **Kandoli Chouaib (2018)**, les plantes médicinales sont simples à utiliser, efficaces et abordables.

Actuellement, selon estimations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 80% de la population mondiale, surtout dans les pays sous-développés, ont recours aux traitements traditionnels pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires. Il est désormais bien établi que les plantes constituent une source majeure de médicaments en raison de leur riche contenu en produits du métabolisme secondaire. Les plantes fournissent une gamme variée de substances biochimiques telles que les glucosides, les polyphénols, etc...qui possèdent des propriétés thérapeutiques. Avec les limites des traitements pharmaceutiques classiques, en particulier dans les maladies chroniques, et les effets

secondaires indésirables qui leur sont associés ,de nombreuses personnes, en particulier dans les pays en développement ,ont recours à la médecine naturelle en complément ou parallèle pour se soigner (Tableau 1)(Eddouks et al.,2007).

*Table 1: Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle et complémentaire dans le monde (Eddouks et al. 2007)*

Pays ou région	Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle
<b>Afrique</b>	Utilisée par 80% de la population locale pour les soins primaires.
<b>Australie</b>	Utilisée par 49 % d'adultes.
<b>Chine</b>	Intervient pour 30 à 50 % dans les systèmes de santé. Complètement intégrée dans les systèmes de santé .95 % des hôpitaux ont des unités de médecine traditionnelle.
<b>Indonésie</b>	Utilisée par 40 % de la population totale et 70 % de la population rurale.
<b>Japon</b>	72 % des médecins pratiquent la médecine traditionnelle.
<b>Thaïlande</b>	Intégrée dans 1120 centres hospitaliers.
<b>Vietnam</b>	Complètement intégrée dans les systèmes de santé. 30 % de la population se soignent par la médecine traditionnelle.
<b>Pays occidentaux</b>	<p>La médecine traditionnelle ou complémentaire n'est pas intégrée dans les systèmes de soin moderne.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ France : 75 % de la population a recours à la médecine traditionnelle au moins une fois.</li> <li>▪ Allemagne : 77 % des cliniques pratiquent l'acupuncture.</li> <li>▪ Etats – Unis : de 29 à 42 % de la population utilisent la médecine complémentaire.</li> </ul>

### 3.3. La phytothérapie en Algérie

L'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est renommé pour sa grande diversité de plantes médicinales et aromatiques, ainsi que pour les multiples façons dont elles sont utilisées populaires dans l'ensemble des territoires du pays. Les connaissances traditionnelles sur les plantes médicinales et aromatiques sont transmises de génération en génération au sein des communautés, principalement rurales. Cette transmission se fait principalement de manière orale, souvent par les femmes âgées et non scolarisées. La flore algérienne est incroyablement riche, comprenant environ 4300 espèces et sous-espèce de plantes vasculaires (Kouider et al. 2019).

## 4. Étude botanique de *Salix purpurea* (Saule blanc)

### 4.1. Présentation générale

Du celtique (sal) : proche et (lis) : eau ; un arbre croissant sur les terrains humides, appartenant à la famille des Salicacées qui peut atteindre 25m, *Salix* est un genre d'environ 160 espèces d'arbres et d'arbustes généralement dioïques. Originaire de Chine, les saules sont des plantes très anciennes venant du tertiaire. On les trouve dans le monde entier excepté en Australie. On a reconnu du pollen de saules dans des formations du Crétacé (-70 à -135 millions d'années). On a trouvé du pollen de saule sur des « fossiles de nid d'abeilles » de -90 millions d'années. Le genre s'est probablement formé sous climat tropical alors qu'actuellement les saules sont inféodés aux climats tempérés et boréaux.

Le saule blanc est une essence des régions tempérées et froides de l'Europe, de l'Asie (du Caucase jusqu'en Chine et en Russie) et de l'Afrique du Nord (Atlas), à des altitudes n'excédant pas 1300 mètres.

Cette essence a d'abord été recherchée pour les propriétés médicinales de son écorce contenant des substances analgésiques (salicine et acide salicylique) avant d'être appréciée pour la croissance rapide de son bois. Le saule blanc intéresse les sylviculteurs pour sa production ligneuse botanique.



Figure 3 : Illustration de *salix purpurea* (photo K. Rebbas, 2023)



Figure 2: *salix purpurea* (google)

#### 4.2. Historique et usage traditionnel local du *salix*

Les premières prescriptions connues, écrites sur des tablettes d'argile en Mésopotamie au troisième millénaire avant Jésus-Christ, évoquaient déjà des traitements à base de saule contre les maux de tête. Les feuilles de Saule étaient déjà utilisées dans la pharmacopée sumérienne, ainsi que dans celles de l'Amérique précolombienne et de l'antiquité grecque, et les égyptiens connaissaient aussi leurs vertus analgésiques. La description très précise d'états inflammatoires répondant bien à la tisane à base de feuilles Saule est présente dans le papyrus Ebert. La statue d'Asclépios, dieu grec de la Thérapeutique, avait été érigée par les Spartiates dans un tronc de saule. Le père de la médecine moderne, Hippocrate, conseillait une tisane à base de Saule pour apaiser les douleurs de l'accouchement, ainsi que des tisanes à base d'écorce. Cet arbre pour traiter les rhumatismes et faire baisser la fièvre.

Au le siècle, Celse et Discorde utilisaient des extraits de feuilles de saule pour soulager les douleurs, tandis que Pline l'Ancien et Galien reconnaissaient les propriétés bénéfiques des feuilles de saule. a été délaissé en médecine officielle en raison de son goût amer. Selon la théorie des signatures, cet arbre était considéré « comme bénéfique car il poussait près de l'eau sans en souffrir ». Sa peau résistante agissait comme une barrière contre les affections causées par l'humidité, telles que la fièvre et les rhumatismes. (H. Lévesque et O. Lafont, 2000 et P. Queneau 2006).

En 1828, Johann Buchner, à Munich, un extrait des cristaux Jaunes en aiguilles de l'écorce de saule : la salicine, avec un goût amer. Le premier chimiste à avoir fabriqué l'aspirine à partir de l'acide salicylique fut le pharmacien français Charles-Frédéric Gerhardt en 1853, mais il ne put montrer ses effets analgésiques et antipyrétiques. La compagnie Bayer, créée en 1863 par le chimiste Friedrich Bayer et d'abord spécialisé dans les colorants, se tourna vers les produits pharmaceutiques en 1895. elle recrute des chercheurs, et comprend le pharmacien Félix Hoffman. En 1897, il parvient à fabriquer une forme pure et stable d'acide acétylsalicylique, efficace contre les douleurs et surtout bien toléré par l'estomac. Selon la légende, le père de ce jeune chimiste est atteint d'un rhumatisme Un siècle plus tard, aurait-il pu en tirer parti le vieux Hoffman ? En raison de sa déficience digestive et en particulier de ses effets tératogènes chez le rat, il est possible que l'aspirine soit aujourd'hui refusée pour sa mise sur le marché (H.Lévesque ,et O.Lafont.,2000et P.Queneau 2006).

### 4.3. Position Systématique

Table 2 : Classification qu'occupe *salix purpurea* L.de conquit (1981)

<b>Embranchement</b>	<b>Phanérogames ou Spermaphyte</b>
<b>Angiospermes</b>	<b>Sous-embranchement</b>
<b>Classe</b>	<b>Magnoliopsida</b>
<b>Sous -classe</b>	<b>Dilleniidae</b>
<b>Ordre</b>	<b>Salicales</b>
<b>Famille</b>	<b>Salicaceae</b>
<b>Genre</b>	<b>Salix</b>
<b>Espèce</b>	<b><i>Salix alba</i> L.1753</b>

Table 3 : Classification APG (2009).

<b>Ordre</b>	<b>Malpighiales</b>
<b>Famille</b>	<b>Salicaceae</b>

### 4.4. Morphologie

- **Port** : Il peut s'agir d'un arbre de 30 mètres de haut ou d'un arbuste à plusieurs tiges.

L'écorce de l'arbre mature est lisse, grisâtre, puis devient brun jaunâtre avec l'âge.

- **Les rameaux** : sont tendres et souples, souvent d'un brun rougeâtre chez les jeunes arbres.
- **La feuille** : La forme des feuilles est simple, alterne, décente, lancéolée à elliptique, avec un bord denté fin. Le dessus est d'un vert grisâtre, le dessous est d'un vert blanchâtre et souvent duveteux.
- **Fleurs** : Dioïque (mâles et femelles fleurissent sur des pieds distincts). Fleurs en chatons pendants, qui se présentent au printemps avant les feuilles.
- **Fruit** : Capsule déhiscente, glabre, contenant de nombreuses graines minuscules munies d'une aigrette plumeuse.
- **Floraison et fructification** :
  - Floraison: Avril - mai.
  - Fructification: Mai-juin.
- **Inflorescence** : Chatons mâles et femelles distincts, apparaissant avant les feuilles au printemps. Chatons mâles jaunes, de 2 à 5 cm de long. Chatons femelles verts, de 2 à 4 cm de long,(figure 4,5)

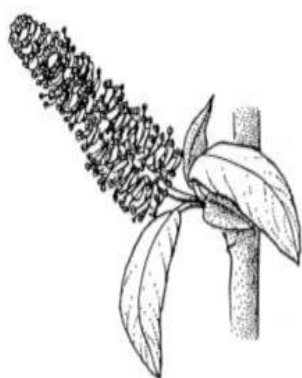


Figure 4 Chaton male ou staminé



Figure 5 Chaton femelle ou pistillé

- Particularités de *Salix Purpurea* : Elle présente des caractéristiques spécifiques telles que sa croissance rapide, pouvant atteindre 1 à 2 mètres par an.
- La salicine présente dans son écorce, un précurseur de l'acide salicylique (aspirine).
- Diversité : Il existe plusieurs variétés avec des caractéristiques ornementales différentes (port pleureur, couleurs de rameaux).

#### 4.5. Anatomie de l'arbre

- **Bois** : Léger et mou, d'un blanc à un jaune pâle.
- **Tiges** : Un tissu vasculaire central est présent pour le transport de l'eau et des nutriments.
- **Feuilles** : Une cuticule cireuse est présente sur la face inférieure afin de diminuer la perte d'eau.
- Les stomates se trouvent en bas des feuilles, facilitant les échanges gazeux (absorption de CO<sub>2</sub> et libération d'O<sub>2</sub>).

#### 4.6. Écologie

- Répartition géographique : Rivières, zones humides, zones inondables. Les sols de *salix purpurea* sont humides et ensoleillés.
- La reproduction : se fait à l'aide du vent. Les graines se dispersent par le vent et l'eau.
- Impact sur l'environnement : Offre un environnement et de la nourriture à la faune (insectes, oiseaux). Contribue à maintenir la stabilité des berges des rivières et à prévenir l'érosion.
- L'étude de la botanique du *Salix Purpurea* met en avant son adaptabilité à l'humidité, son impact écologique et son potentiel économique.

#### 4.7. Utilisations

- **Vannerie** : Les branches flexibles du *salix purpurea* sont utilisées pour la fabrication de paniers, meubles et autres objets en vannerie.
- **Bois** : Le bois du *salix purpurea* est léger et facile à travailler. Il est utilisé pour la fabrication de meubles, d'outils et de charbon de bois.
- **Médicinal** : L'écorce et les feuilles du *Salix Purpurea* ont des propriétés anti-inflammatoires et analgésiques. Elles sont utilisées en médecine traditionnelle pour traiter fièvre, la douleur et l'arthrite.

## 5. Les usages reconnus de la plante médicinale de *Salix*

### 5.1. En relation avec ses vertus anti-inflammatoires et analgésiques

- ✓ Douleurs arthrosiques
- ✓ Poussées inflammatoires congestives d'arthrose
- ✓ Arthrite
- ✓ Poly arthralgies, rachialgies, lombalgies aiguës ou chroniques
- ✓ Rhumatismes inflammatoires
- ✓ Lombalgies
- ✓ Douleurs ostéoarticulaires, notamment dans le cadre d'une rééducation fonctionnelle, de séances de kinésithérapie, de cures thermales, de séances d'ostéopathie.

### 5.2. En relation avec ses vertus traditionnelles liées à l'acide salicylique

- ✓ États fébriles et grippaux
- ✓ Céphalées, migraines, névralgies, douleurs dentaires, douleurs diverses.

## 6. Composition chimique de l'espèce

### 6.1. Différentes classes de métabolites secondaires

Depuis longtemps, l'écorce du saule blanc est étudiée à cause de la présence des composés actifs comme les catéchines, les flavines et des glycosides phénoliques (**Kompantsev et al, 1974**).

Dans l'écorce du saule blanc, le principal composé actif dans la littérature est la salicine, un B-glucoside alcoolique. Ce composé est connu pour ses activités antalgiques et anti-inflammatoires (**Blais et al., 2010**). Cette molécule est très proche au niveau de sa structure de l'acide acétylsalicylique (). Contrairement aux feuilles et aux fleurs, l'écorce contient très peu de flavonoïdes. Des études cliniques ont montré que les médicaments obtenus à partir de l'écorce aspirine de saule sont mieux tolérés par les patients que des dérivés synthétiques (**Schmid et al. 2001**).

L'acide salicylique, également appelé aspirine, a été isolé d'abord à partir des feuilles et de l'écorce de *salix purpurea L.* Comme le saule salicine, il a été utilisé depuis des milliers

d'années en raison de ses bienfaits pour la santé (Saller et al. 2008). D'après les archives, le saule blanc était déjà utilisé en Mésopotamie il y a déjà 6000 ans. Ensuite, les peuples anciens ont utilisé le saule blanc pour soulager la douleur et l'inflammation, comme l'Assyrien, le babylonien, le sumérien, l'égyptien, le chinois, le grec et les civilisations romaines. Il était recommandé par Hippocrate aux patients souffrant de fièvre, d'inflammation et de douleur de consommer de l'écorce de saule. Il a aussi conseillé de faire une infusion de feuilles de saule pour apaiser les douleurs.

Les métabolites secondaires du saule blanc sont des composés organiques non essentiels à la croissance et à la survie de la plante, mais qui jouent des rôles importants dans l'interaction de la plante avec son environnement. Ces métabolites peuvent être classés en plusieurs groupes distincts, en fonction de leur structure chimique et de leurs fonctions biologiques.

### ➤ **Phénols**

- **Salicine** : Un composé phénolique glycosidique connu pour ses propriétés analgésiques et anti-inflammatoires.
- **Flavonoïdes** : Des pigments végétaux aux propriétés antioxydants et protectrices contre les dommages causés par les radicaux libres.
- **Acides phénoliques** : Des composés impliqués dans la défense de la plante contre les herbivores et les agents pathogènes.

### ➤ **Glucosinolates**

- **Glucobrassicine**: Un composé qui se décompose en isothiocyanates lorsqu'il est ingéré ou endommagé par les tissus végétaux, ayant des propriétés antimicrobiennes et anticancéreuses

### ➤ **Terpénoïdes**

- **Salicylaldehyde** : Un composé aromatique avec des propriétés antimicrobiennes et antifongiques.
- **Populine** : Un composé terpénoïde aux propriétés anti-inflammatoires et analgésiques.

### ➤ Salicylates

- **Acide salicylique** : Un composé phénolique avec des propriétés analgésiques, anti-inflammatoires et antipyrétiques
- **Aspirine** : Un médicament dérivé de l'acide salicylique utilisé comme analgésique, anti-inflammatoire et antipyrétique

Il est important de noter que cette liste n'est pas exhaustive et que de nombreux autres métabolites secondaires ont été identifiés dans *salix purpurea*. La composition chimique et la concentration des métabolites secondaires peuvent varier en fonction de divers facteurs, tels que l'âge de la plante, la partie de la plante, les conditions environnementales et les méthodes d'extraction.

## 7. Présentation de l'espèce des insectes utilisés

### 7.1. Caractères généraux du genre *Tribolium*

Selon **Angelini et al. (2008)**. Le genre *Tribolium* comporte 36 espèces dont quatre sont présentes dans le monde entier. Selon **Ferrer (1995)**, pour déterminer le genre *Tribolium*, deux caractéristiques sont primordiales :

- L'existence d'une suture carénée
- La méso tibia et méta tibia sont simples.

Les *Triboliums* sont des espèces de Coléoptères Tenebrionidae qui est fréquemment liées aux aliments. On retrouver :

(**Calmont et Soldati, 2008**) présentent des espèces de *T.confusum*, *T.castaneum*, *T.destructoret* et *T.madens* .

### 7.2. Présentation du ravageur

La *Tribolium confusum*, également connu sous le nom de petit ver de farine de blé ou *Tribolium* rouge de farine, est un insecte de la famille des ténébrionidés, largement répandu à travers le monde .Ces insectes, faisant partie de l'ordre des coléoptères, se développent principalement dans les produits céréaliers moulus et autres aliments riches en amidon. Surnommé la «punaise du son »,ce ravageur cause d'importants dégâts en favorisant a moisissure des grains, entraînant ainsi des pertes commerciales considérables .Bien qu'il ne puisse pas consommer des grains entiers, il se nourrit de leur contenu .En plus de la

moisissure de la farine, les dégâts incluent la présence de cadavres et de larves .Cet insecte peut également endommager une variété de produits céréaliers tels que les pâtes ,les mélanges à gâteaux et les biscuits .Son cycle de vie dure de 7 à 12 semaines ,et les adultes peuvent vivre jusqu'à 3ans .L'insectes se multiplie rapidement ,les femelles déposant quotidiennement de 2à 3 œufs ,ce qui conduits à un prolifération importante lorsqu'une infestation se produit .

### 7. 3. Position Systématique des insectes utilisés

Table 4: Position systématique de *Tribolium confusum* Herbest

Selon Mallamaire (1965), la classification systématique du <i>T. confusum</i> peut être résumée comme suit :	
Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Classe :	Insecta
Ordre :	Coleoptera
Famille :	Tenebrionidae
Genre :	Tribolium
Espèce :	<i>Tribolium confusum</i> (Herbst,1797)

### 7.4. Origène et distribution géographique

L'espèce *T. confusum* semble avoir ses origines en Asie du Sud, comme en témoigne sa découverte dans la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon vers 1345 avant J.-C.Actuellement, elle est répandue dans le monde entier .Il existe de nombreuses lignées dans le monde qui montrent une de résistance documentée aux insecticides, qu'il soit fumigeant ou non (Delobel et Trane, 1993).

Pendant les périodes chaudes, les adultes peuvent voler et être transportés par le vent vers les habitations ou d'autres structures, (Dave et al. 2001). Cette espèce est présente partout où les céréales stockées sont présentes sous forme de grains ou de farine, et elle est abondante dans les régions tropicales. Dans les climats froids, on ne la trouve que dans les entrepôts où la température est élevée (Christine, 2001).

### 7 .5. Description morphologique

*Tribolium confusum* est un petit coléoptère d'un brun rougeâtre, mesurant entre 3 et 4mm de long. Son corps est lisse et allongé, avec des antennes se terminant par une massue

distincte (**Wiener et Rack, 1984**). Contrairement à d'autres *Tribolium*, ses yeux ne sont pas surmontés d'un bourrelet semblable à une paupière. Les élytres présentent des lignes longitudinales pointillées. La partie ventrale de ses yeux qui est large et



Figure 6 : *Tribolium confusum* (mimoire 2021-2022)

## 8. Activités biologiques des plantes

### 8.1. Activité antioxydante

Différentes techniques ont été utilisées pour exploiter le potentiel antioxydant des extraits d'acétate d'éthyle, de butanol, méthanol et d'éther de pétrole, telles que la réduction d'activité, la méthode des radicaux de DPPH et la méthode d'inhibition de l'oxydation des lipides par le système B-carotène. Chaque extrait a démontré une activité antioxydant élevée (**Alm et al. 2008 ; Oliveira et al. 2008 ; Pereira et al. 2008 ; Zhang et al. 2009 ; Abbasi et al. ,2010 ; Carvalho et al. 2010 ; Rahimipanah et al. 2010 ; Qamar et al, 2011**).

Différentes substances phénoliques extraites de la plante telles que le pyrogallol, le pyrogallol, l'acide p-hydrox benzoïque, l'acide vinylique, l'acide protocatéchique, l'acide gallique, les glansrins, l'adénosine, l'adénine pourrait constituer une base chimique pour certains des bienfaits pour la santé, et plus précisément, l'adénine (**Zhang et al. 2009**).

- **Les radicaux libers**

Les radicaux liber (RL) sont des atomes, des molécules ou des ions (dérivent de l'oxygène, de l'azote et soufre) avec un ou plusieurs électrons sur sa couche externe non appariés qui sont très instables et actifs vis-à-vis des réactions chimiques (Carocho et Ferreira ,2013).

## 8. 2. Activité antibactérienne

L'activité antibiotique correspondant à une activité d'une molécule ou composé présent au sein d'un végétale qui à très faible concentration, inhibe le développement d'une bactérie ou la tue. La sensibilité d'une bactérie peut être différente selon la souche d'appartenance (Nicole et Daniel, 1998).

### 8.2.1. Identification des souches bactériennes utilisées

#### ❖ . Classification des bactéries

➤ Bactéries en forme de sphère : les coccidés

- Coccidés Gram positif : Nous avons les genres *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Pneumococcies* et *Enterococcus*.

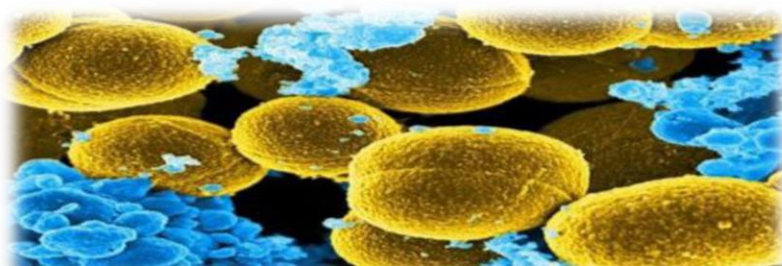
➤ Bactéries en forme de bâtonnet : les bacilles

- Bacilles Gram positif : Nous avons les genres *listeria*, *Erysipelothria*, *Bacilles*, *Cynetobacter*, et *Actynomyces*.
- Bacilles Gram négatif : Nous avons les genres *Entérobactérie*, *Pasteurella*, *Hémophiles*, *Brettela*, *Brucella*, *Francisella*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Vibrion*, *Campylobacter*, *Moraxella*, *Aeromonas*, *Escherichia* et *Klebsiella*.

#### ❖ Caractéristiques des souches bactériennes utilisées

##### ✓ *Staphylocoques aureus*

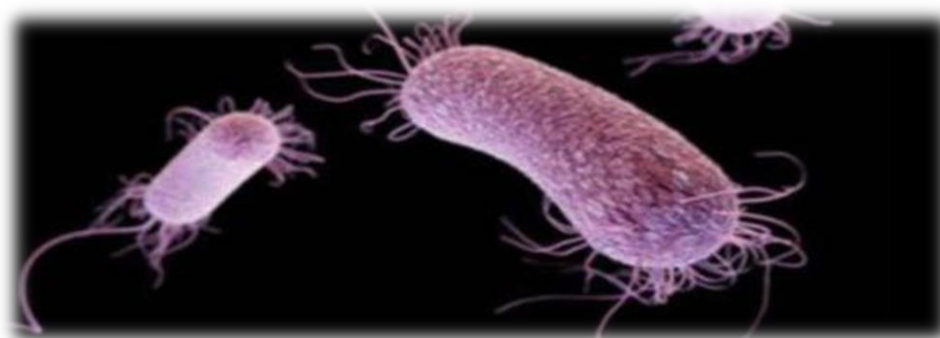
Les staphylocoques sont des bactéries sphériques, qui se divisent sur plusieurs plans pour former des amas réguliers ou irréguliers en grappe de raisin, d'où leur nom (en grec staphylins), ils sont immobiles et cultivent sur des milieux contenant 5% de NaCl et pour certains jusqu'à 10 et même 15%. Les Staphylocoques sont des micro-organismes présents de manière ubiquitaire dans l'environnement humain, en particulier sur les surfaces de la peau et des muqueuses des mammifères. La présence et leur densité varient selon l'espèce et l'hôte.



*Figure 7 : Microscope de bactérie staphylocoques aureus*

✓ *Pseudomonas aeruginosa*

Ce genre appartient à la famille des Pseudomonadaceae. Les bactéries de cette famille sont des bâtonnets, mobiles par cils polaires, aérobies stricts. *Pseudomonas* cultive facilement sur milieux usuels, en aérobiose, à la température de 30°C. Fréquemment isolé sur la peau et les muqueuses de l'homme ou de l'animal, il est aussi particulièrement résistant aux antibiotiques et même aux antiseptiques. De même qu'il est phytopathogène avec beaucoup d'autres espèces du même genre (Leclerc H, et Gaillard J-L., 1995)



*Figure 8 : Microscope de bactérie Pseudomonas aeruginosa*

○ *Escherichia coli*

Ce genre comprend 5 espèces, mais *Escherichia coli* est la plus importante. Cette espèce est subdivisée en stéréotypes sur la base des antigènes présents. *Escherichia coli* est une bactérie courante dans l'intestin humain et animal, souvent utilisée comme indicateur de contamination fécale dans l'eau et les aliments. A l'intérieur de cette espèce, différents pathos types sont associés à des stéréotypes spécifiques, certains causant des infections intestinales telles que les gastro-entérites et les diarrhées. Leur virulence est due à des facteurs d'adhésion et /ou à la production de toxines.



*Figure 9: Microscope de bactérie E.coli*

# *Chapitre II*

## *Matériel et Méthodes*



## Chapitre II : Matériel et Méthodes

### 1. Matériels

#### 1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des feuilles de l'arbre *Salix Purpurea* qui ont été récoltées à commune de Maadid (M'sila) en 2024.

L'identification taxonomique du matériel végétal a été confirmée par le Pr. Bendif Hamdi et Pr. Khalaf.Rabbas du Département de SNV de l'Université de M'sila, à l'aide de Flore d'Algérie (Quezel et Santa, 1963), et spécimen d'Herbier à Université de M'Sila.

#### 1.2. Séchage de plante

Les feuilles de *Salix Purpurea* ont été cueillies, nettoyées et débarrassées de poussière et d'autres impuretés, puis séchées. Le séchage a été fait à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante et stockés soigneusement dans un endroit sec en vue de leur analyse.



Figure 11 les échantillons de matériel végétal en poudre (originale 2024)



Figure 10 matériel végétale (originale 2024)

##### 1.2.1. Préparation des échantillons

Après séchage, les feuilles et les tiges sont broyées à l'aide d'un mortier jusqu'à l'obtention d'une poudre fine, la poudre ainsi obtenue, est utilisée pour la préparation des extraits.

### 1.3. Matériel animal

L'élevage de masse de l'insecte *Tribolium confusum* est effectué dans un bocal en plastique contient 10 de pain (farine) dans le (laboratoire), température de 20 à 25°C et une humidité relative comprise entre 65% et 70%.



Figure 12 élevages de *Tribolium confusum* (original 2024)

## 2. Méthodes expérimentales

Au cours de notre travail, nous sommes intéressés à évaluer les paramètres suivants : la composition chimique et les activités biologiques des extraits bruts obtenus par macération de *Salix*.

### 2.1. Techniques d'extraction

#### 2.1.1. Macération

Les parties aériennes des feuilles récoltées ont été séchées et broyées afin d'obtenir des extraits.

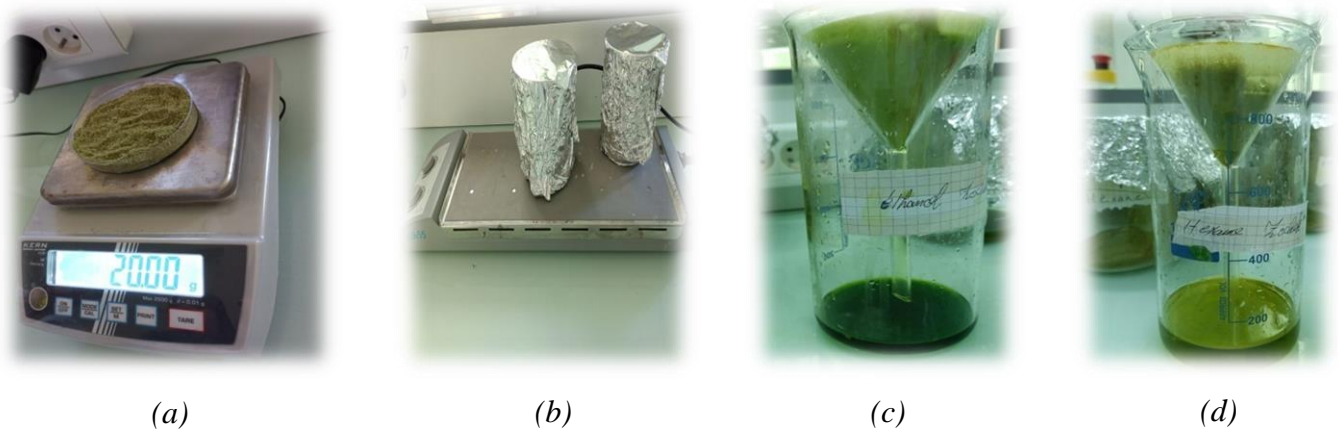
- **Macération par l'hexane**

Nous avons mélangé 20g de la poudre des feuilles dans un béchers avec 100ml d'hexane. Le mélange a été mise à une agitation et température ambiante pendant 24 heures. Puis il est filtré et évaporer par un rotavapor afin d'obtenir l'extrait hexanique.

- **Macération par éthanol**

Pour la préparation de l'extrait éthanolique on a mélangé 20g de la poudre des feuilles avec 100ml d'éthanol. Le mélange a été agité pendant 24 heures à température ambiante, après filtration le solvant a été évaporé.

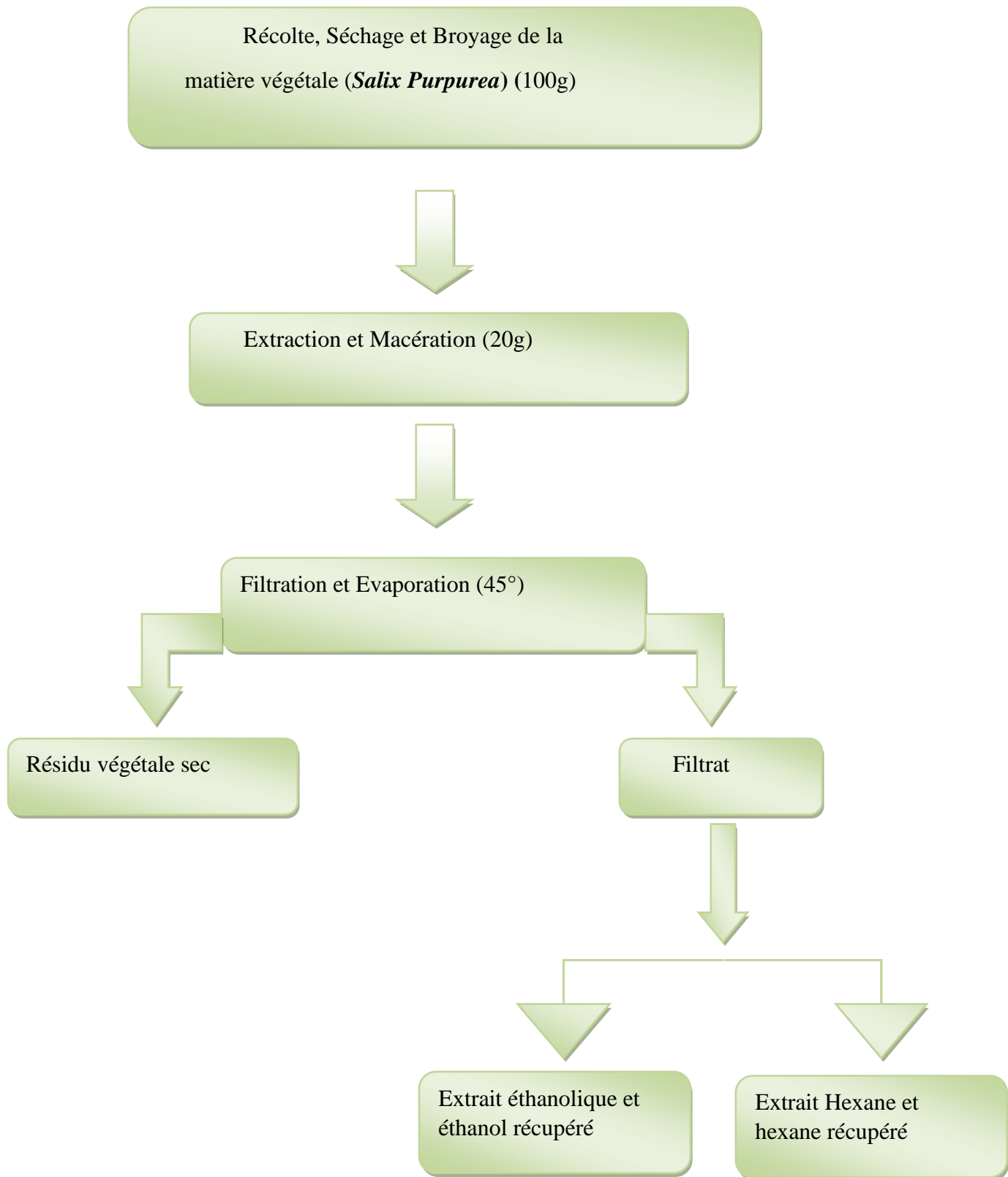
Les extraits obtenus sont pesés et le rendement par rapport à la matière sèche a été calculé pour les deux extraits.



*Figure 13: Illustration des étapes de pesé et de macération de la plante : a, b, c, d.*



*Figure 14 : Illustration des étapes de séchage des extraits ; e, f, g, h.*



**Figure :** Protocole expérimental.

## 2.2. Extraction des huiles essentielle (préparation des extraits par clevenger)

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydro distillation dans un appareil de type Clevenger (J.F. 1928). Trois distillations ont été réalisées par ébullition pendant trois heures en mélangeant 50 g de matière végétale frais avec 500 ml d'eau distilliez dans un ballon de 1 litre surmonté d'une colonne réfrigérée de 60 cm de longueur.



Figure 15: montage de type Clevenger

### 2.2.1. Détermination du rendement d'extraction

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du vide (avant évaporation) (Mohammedia, 2006). Le rendement en pourcentage (%), est défini comme étant le rapport entre la masse d'extrait et celle de la plante sèche en poudre. Il est calculé par la formule ci-dessous :

$$\text{Rex (\%)} = \text{P1/P2} \times 100$$

R : Rendement en pourcentage (%).

P1 : poids de la l'extraits après extraction.

P2 : poids de la poudre avant extraction

### 3. Etude phytochimique

Pour caractériser notre plante on a effectué une étude phytochimique afin de déterminer leur teneur en composés phénoliques.

#### 3.1. Dosage des polyphénols

##### 3.1.1. Contenu total phénolique (TPC)

La teneur en polyphénols totaux est déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (Singleton et Rossi, 1965) selon une méthode de dosage sur microplaque décrite par Muller et al. (2010).

##### 3.1.2. Préparation des produits

- ✓ **Préparation de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) à 7,5% :** 7,5gramme de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  et sont dissouts dans 100 ml d'eau distillé.
- ✓ **Préparation de Folincioalceu (FCR) dilué 10 fois :** 1ml de la solution FCR concentré (2M) est complété à 10ml avec l'eau distillée (9ml).
- ✓ **Préparation de l'extrait de plante :** Une masse de 1mg d'extrait est dissoute dans un volume de 1 ml d'éthanol. Un volume de 20 $\mu\text{l}$  d'extrait de plante (1mg d'extrait dissout dans 1ml d'éthanol) est ajouté à 100 $\mu\text{l}$  de FCR dilué. Ensuite, un volume de 75 $\mu\text{l}$  de carbonate de sodium est ajouté selon l'équation suivante :
  - 20 $\mu\text{l}$  d'extrait de plante +100 $\mu\text{l}$  de FCR dilué (1 :10) +75 $\mu\text{l}$  de carbonate sodium (7,5%)
  - Un blanc est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par le solvant utilisé (éthanol).
  - Un blanc est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par le solvant utilisé (éthanol).
  - Un blanc est préparé de la même manière en remplaçant l'extrait par le solvant utilisé (éthanol).
  - Le mélange est incubé dans l'obscurité pendant 2h. Lecture est réalisée à 765nm (Bensouici et al. ,2020).
- ✓ **Préparation de la gamme d'étalon de l'acide gallique**
  - On prend une quantité de 20 $\mu\text{l}$  de l'acide gallique qui est dissoute dans 20 $\mu\text{l}$  d'éthanol pour obtenir la solution. Le tableau suivant représente la dilution préparée pour la solution étalon.
  - La dilution sont généralement préparées dans des tubes Eppendorf, aussi appelés tubes à micro-centrifugeuse, pour des expériences en laboratoire comme la suite :

Table 5 Les délitons de la gamme d'étlon de l'acide gallique

Dilution	25µg/ml	50µg/ml	75µg/ml	100µg/ml	125µg/ml	150µg/ml	175µg/ml	200µg/ml
SM(µl)	25	50	75	100	125	150	175	200
Ethanol(µl)	175	150	125	100	75	50	25	0

20µl de chaque dilution sont transférés dans une microplaque avec 100µl FCR (1 :10) et 75µL de Na<sub>2</sub>Co<sub>3</sub> (7 ,5%). L'incubation dur 2 heures suivie par la lecture sur microplaque à 765nm.

## 4. Activités biologiques

### 4.1. Activités anti-oxydante

#### 4.1.1. Principe DPPH

Le radical DPPH (2.2'- diphényle – picryl-hydrazyl) est stable à température ordinaire et présente une couleur rose- violacée bien caractéristique. Les antioxydants présents dans l'extrait préparé le réduisent, ce qui entraine une décoloration jaune, facilement mesurable par spectrophotométrie à 517 nm, et par conséquent une diminution de l'absorbance. La méthode est généralement standardisée par rapport à un contrôle positif réalisé avec un antioxydant standard, dans notre cas c'est le BHA (**Blois 1958**).



Où : (AH) représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le transformer en diphényle picryl hydrazine (jaune) (**Maataoui et al. ,2006**).

L'activité antioxydant de l'extrait est réalisée à l'aide de plusieurs méthodes : Piégeage du radical libre DPPH.

- **Préparation d'une gamme de dilution**

On a pesé 1mg d'extrait et on le dissout dans 1ml d'éthanol (solution mère)

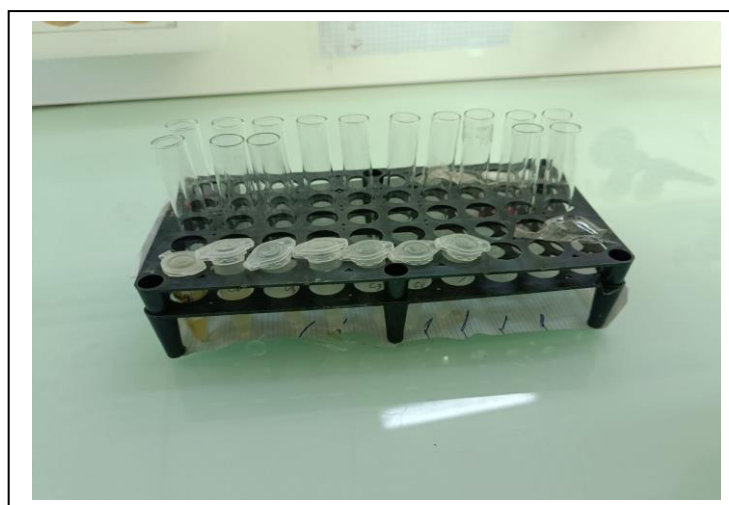


Figure 16 : Préparation d'une gamme dilution d'extraits bruts

#### 4.1.2 Activité anti-radicalaire au DPPH

L'activité anti-radicalaire libre est déterminée spectraux photo métriquement par le dosage du DPPH selon la méthode décrite par Blois1958. Lorsque le DPPH est réduit par un antioxydant, son absorption diminue. BHT et le sont utilisés comme antioxydants. (Voir figure)

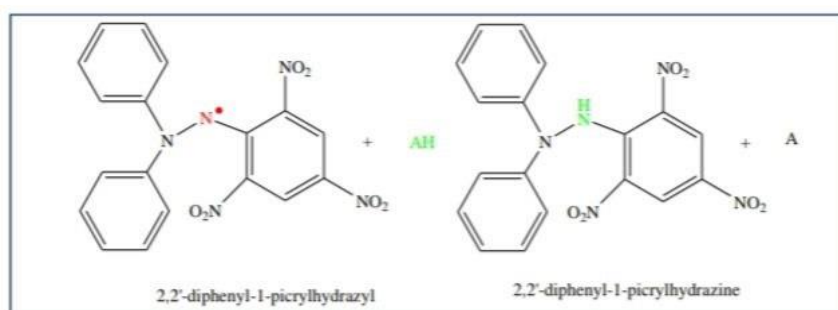


Figure 17 Réaction du rdical stable DPPH avec un composé anti radicalaire (AH) (Blois.,1958)

- **Protocole**

La solution de DPPH à 4 g/1ml dans 100ml d'eau, est préparée au préalable dans une fiole, bien couvrir avec du papier aluminium et laisser sous agitation jusqu'à son utilisation.

- **Préparation des dilutions :**

Nous avons préparé une gamme de dilution à (4,2,1,0.5,0.25,0.125,0.075) µg/ml partant d'une solution mère à 1mg/1ml dissoute dans l'eau.

L'activité du piégeage du radical DPPH a été évaluée selon le protocole suivant :

1ml de chaque dilution (monstration)  $\mu\text{g/ml}$  sont ajoutés à 1ml de la solution du DPPH (4 mg dans l'eau). Parallèlement, un témoin négatif est préparé mélangeant 1ml de l'éthanol avec 1ml de la solution de DPPH. La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc (éthanol) à 517nm après 20 min d'incubation à l'obscurité et à température 20°C ambiante. Le contrôle positif est réalisé avec une solution d'un antioxydant standard ; le BHA dont l'absorbance a été mesurée dans la même condition que notre extrait et pour des concentrations de (4, 2, 1,0.5, 0.25, 0.125,0.075)  $\mu\text{g}$ .

➤ **Préparation de la gamme d'étalon de la Quercétine :**

On prend 1mg de la Quercétine et on le dissolvé dans 5 ml d'éthanol pour obtenir la solution 0.2mg/ml SM. Les dilutions sont préparées dans des eppendorfs comme la suite :

*Tableau 5 : les délitons de la gamme d'étalon de la quercétine*

Dilution	25 $\mu\text{g/ml}$	50 $\mu\text{g/ml}$	75 $\mu\text{g/ml}$	100 $\mu\text{g/ml}$	125 $\mu\text{g/ml}$	150 $\mu\text{g/ml}$	175 $\mu\text{g/ml}$	200 $\mu\text{g/ml}$
SM ( $\mu\text{l}$ )	25	50	75	100	125	150	175	200
Éthanol ( $\mu\text{l}$ )	175	150	125	100	75	50	25	0

On a pris 50  $\mu\text{l}$  de chaque dilution qui sont transférés dans une microplaque à 96 puits, avec 130 $\mu\text{l}$  d'éthanol, 10 $\mu\text{l}$  de la solution 1 (S1) et 10 $\mu\text{l}$  de la solution 2(S2). Après 40 minutes on a effectué la lecture à longueur d'onde 415nm.

• **Calcul des pourcentages d'inhibitions**

Les pourcentages d'inhibition sont calculés à l'aide de la formule suivante :

$$\text{L'inhibition \%} = 100 (\text{AC} - \text{At}) / \text{AC}$$

Abc : Absorbance du contrôle négatif

At : Absorbance du test effectué



Figure 18: Illustration de l'appareille Pekin Elmer et d'une plaque à 96 puits (photo original 2024)

### 4.2. Activités insecticides

#### 4.2.1. Évaluation de la toxicité des extraits par effet contact

On a testé cinq doses différentes de nos extraits éthanolique et hénanique pour évaluer l'effet direct des extraits sur les insectes de sorte que les traitements ont été administrés par le contact direct sur le pronotum à des adultes de *Tribolium castaneum*. Ce test vise à évaluer l'effet des extraits éthanolique et hexanique sur la mortalité des adultes de l'espèce d'insecte. Pour ce test on a préparé les dilutions ; 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0,075

Les papiers filtres ont été placés dans des boîtes de Pétri et les deux moitiés du disque ont été soudées avec du ruban adhésif. En utilisant une micropipette sur une, répartition de manière homogène 1 ml de chaque solution sur la moitié du disque, tandis que l'autre moitié ne rencontrait que les solutions (éthanol et hexane). A la suite de l'évaporation complète pour le solvant, nous avons placé un groupe de 10 insectes *Tribolium Castaneum* âgés de trois jours vieux au centre de chaque disque et dans les boîtes de pétri trois répétitions ont été faites pour chaque dose de concentration différente.

Au bout de 2 heures, on a compté le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traitée à l'extrait (Nt) et le nombre de ceux présents sur la partie traitée uniquement au solvant (Nc).

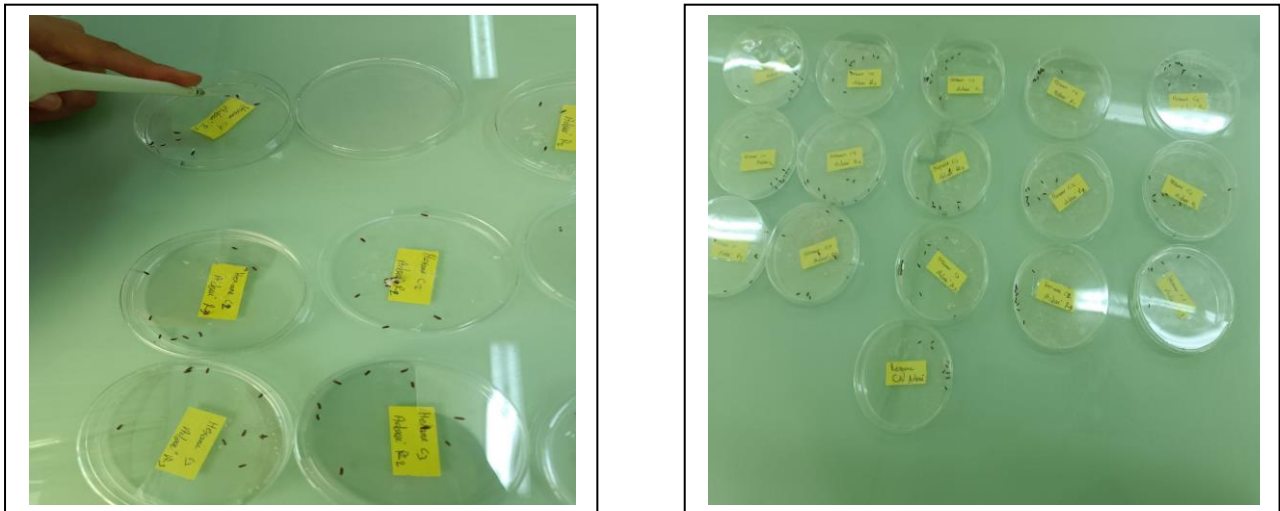


Figure 19: L'activité de contact des extraits (photo original 2024)

#### 4.2.2. Évaluation de la toxicité des extraits par effet inhalation (Traitement par inhalation)

Le test par inhalation consiste à étudier la longévité des adultes de *T.castaneum* traités par inhalation et la toxicité des extraits du *salix* à des différentes doses en fonction de la durée d'exposition. Pour cela nous avons utilisé des flacons stériles de 125ml de volume et nous préparons des extraits de plante ; éthanolique et à hexanique avec des différences concentration (1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.075) mg/ml. Les papiers de filtre de 4cm de diamètre sont traités individuellement avec 1ml d'une solution d'extraits de différentes concentrations. Une fois que le solvant s'évapore, chaque papier filtre (papier buvard) est attaché au couvercle d'un flacon (De 4 centimètres de diamètre et 7cm de hauteur). Pour chaque essai, 10 insectes de *Tribolium Castaneum* sont mis dans chaque flacon à raison de trois répétitions effectuées pour chaque dose. On a les placés dans les flacons dont le bouchon est vissé. Après 2 heures, les bouteilles sont ventilées et refermées, après 24 heures d'exposition aux vapeurs d'extraits, les insectes sont transférés dans des boîtes de pétri contenant respectivement 20g de farine non traitée et placés dans l'étuve.



Figure 20: Exposition des insectes aux extraits par effet inhalation (photo original 2024)

#### 4.2. 3. L'effet répulsif des extraits (Traitement par répulsion)

Ce test est réalisé en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre (papier buvard), décrite par **Mc Donald et al. (1970)**. Cette méthode consiste à préparer 16 disques de papier filtre, de 4.5cm de diamètre séparé en deux parties, une partie du disque est traité avec une dose d'éthanol (300 $\mu$ l), et l'autre partie est traitée avec dose (300 $\mu$ l) d'hexane (fig 21).

Les disques de papier filtre sont placés dans des boîtes Pétri ; 10 individus ont été placés au centre de chaque disque. La procédure est répétée pour les doses (300 $\mu$ l), l'expérimentation dure 30 min. à la fin du test nous relevons le nombre d'insecte présent sur chaque partie du papier filtre.



Figure 21: L'activité de répulsive des extraites (photo original 2024)

- **Pourcentage de répulsion (PR)**

Le pourcentage de répulsif a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Pourcentage de réputation (PR)\%} = (\text{Nc}-\text{Nt} / \text{Nc}+ \text{Nt}) \times 100$$

Nc : le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traité uniquement avec solvant.

Nt : le nombre d'insectes présents sur la partie traité avec la solution de l'extrait.

Selon le classement proposé par Mc Donaldet ses collaborateurs (**Tapondjou et al.,2003**) le pourcentage de répulsion moyen est réparti suivant six classes, la classe 0 étant celle qui contient moins de 0,1% de répulsion. Ceci est résumé comme suit :

*Table 6 : Pourcentage de répulsion selon le classement de (Mc Donald et al (1970).*

Classes	Intervalle de répulsion	Propriété de la substance traitée
Classes 0	PR<0,1%	<b>N'est pas répulsif</b>
Classes 1	10- 20%	<b>Très faiblement répulsive</b>
Classes 2	20- 40%	<b>Faiblement répulsive</b>
Classes 3	40- 60%	<b>Modérément répulsive</b>
Classes 4	60 -80%	<b>Répulsive</b>
Classes 5	80 -100%	<b>Très répulsive</b>

- **La mortalité corrigée**

Les taux de mortalité sont exprimés en pourcentage par rapport à la population initiale, après avoir été ajustés selon la formule **d'Abbott (1925)** :

$$M= (\text{P}-\text{T}/\text{S}) \times 100$$

M : Mortalité corrigée exprimée en pourcentage de la population initiale.

P : Mortalité induite sous l'action de la substance active.

T : Mortalité des témoins.

S : Nombre de survivants pour les témoins.

- **Détermination des doses létales 50 (dl50)**

L'efficacité d'une substance toxique est évaluée par sa DL50, qui correspond à la quantité de cette substance provoquant la mort de 50% des individus d'un même groupe. Cette valeur est déterminée à partir de la courbe de régression des mortalités ajustées (**Benazzeddine, 2010**).

### **5. Evaluation de l'activité antibactérienne**

Les plantes renferment divers composés dotés d'activité antimicrobienne, tels que les composés phénoliques, les flavonoïdes, les huiles essentielles et les triterpénoïdes (**Rojas et al.,1992**), L'efficacité antimicrobienne des extraits de plantes dépend de leur composition chimique (**Ben Sassi et al., 2007 ; Kaili et al.,2010**)

#### **5.1. Méthode**

Pour étudier l'activité antibactérienne de nos extraits en utilisant la méthode de diffusion sur disques. La méthode de Vincent, également connue sous le nom de technique de l'aromatogramme développée par Schroeder et Messin en 1949 et référencée par **Rhayour (2002)**, utilise des disques de papier wattman de 6 mm de diamètre. Ces disques sont imprégnés d'un extrait brut à évaluer et placés sur un milieu gélosé (Agar de Muller Hinton « AMH ») préalablement ensemencé par écouvillonnage avec une suspension bactérienne en surface. Après incubation à 37°C pendant 24 heures, les résultats sont interprétés en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition en millimètres (**Ponce et al., 2003**). L'activité antibactérienne des extraits des *salix purpurea* est réalisée à l'aide de plusieurs étapes.

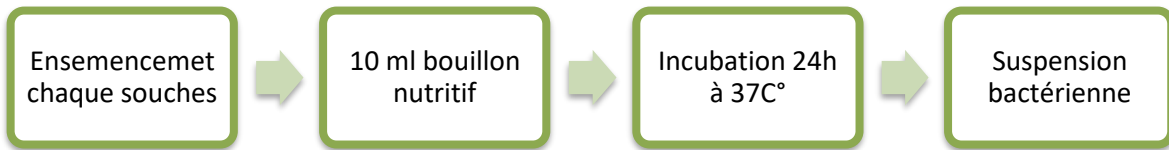
#### **5.2. Préparation des milieux de culture**

La gélose Muller Hinton stérile prête à l'emploi est versée dans des boîtes de Pétri stériles de 90mm de diamètre avec une épaisseur de 4mm répartie uniformément à l'intérieur de chaque boîte pendant 30 min.

#### **5.3. Milieu de Muller Hinton (MH)**

C'est un milieu non sélectif pour l'étude de la sensibilité ou la résistance des germes Pathogènes envers les antibiotiques et les sulfamides. Il est également reconnu comme un substrat idéal pour la préparation de géloses au sang, comme il est démontré par (**Gachkar et al., 2007**).

#### 5.4. Activation de la souche bactérienne



#### 5.5. Méthode de diffusion sur milieu gélosé

##### ❖ Culture des bactéries

On verse la gélose de milieu de Mueller-Hinton dans les boîtes de Pétri en veillant à éliminer toute trace d'eau en surface, sinon on laisse sécher. L'inoculation fait en prélevant des échantillons de la suspension bactérienne incubée pendant 24 h à 37°C (à une concentration de  $10^8$  UFC/ml) avec un écouvillon, puis en frottant l'ensemble de la surface gélosée. L'écouvillon est réapprovisionné à chaque ensemencement de plusieurs boîtes de Pétri avec les souches bactériennes expérimentales.

##### • La conservation des boîtes de pétri

Toutes les boîtes ont été laissées pendant 15 min à température ambiante pour permettre la diffusion des extraits et puis incubées à 37°C pendant 24 heures.

##### • Après l'incubation

L'effet de chaque extraits l'éthanol et hexane se manifeste par la formation d'une zone transparente circulaire autour du disque, indiquant l'absence de croissance bactérienne. Plus le diamètre de cette zone est important, plus la souche est considérée comme sensible à l'extrait testé. Les diamètres des zones d'inhibition autour des disques ont été mesurés.

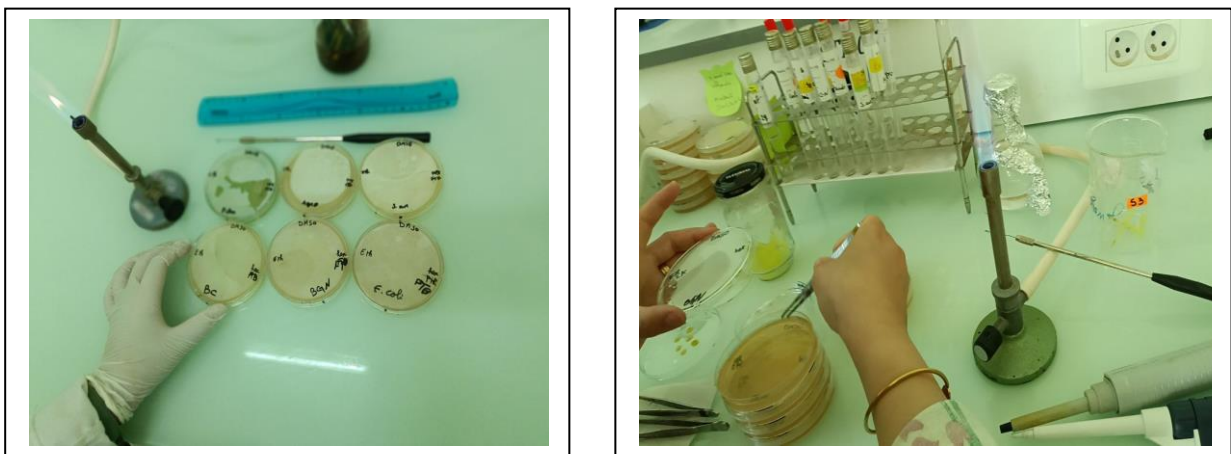


Figure 22: Ensemencement des souches bactériennes choisies (photo original 2024)

Évaluation qualitative de l'activité antimicrobienne des extraits d'*salix purpurea* sur les bactéries :

Table 7: les souches bactériennes utilisées

Souches	Code	Gram
<i>Escherichia. coli</i>	ATCC 8739	Négative
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	Positif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	Négative
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	ATCC 4720	Négative
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 10987	Positif
<i>Peptidoglycan</i>	ATCC 14028	Négative

Les bactéries ont été testées en utilisant la méthode des aromagrammes, qui implique la diffusion de disques imbibés d'extraits de plante *Salix*. Dans un solvant sur un milieu gélosé MH. La sensibilité des souches bactériennes a été évaluée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne, classés en Cinq catégories :

- Non inhibitrice :  $D \leq 10\text{mm}$
- Légèrement inhibitrice :  $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{mm}$
- Modérément inhibitrice :  $16\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$
- Fortement inhibitrice :  $21\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$
- Très fortement inhibitrice :  $D \geq 30\text{mm}$

Les diamètres des zones d'inhibition observée autour les disques imprégnés dans différentes extraits à tester vis-à-vis de bactéries (*E. coli* et *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus thermophiles*, *Fusarium Oxysporum* s p. *lycopersici*, *Salmonella*) après 24 heures d'incubation à 37C°.

# *Chapitre III*

## *Résultats et discussions*



## Chapitre III : Résultats et discussion

Dans la présente partie, nous présenterons et traiterons les résultats obtenus de L'étude phyto-chimique et activités biologiques des extraits bruts des feuilles *salix purpurea*. Nous visons à évaluer l'activité anti-oxydante, insecticide et antimicrobienne de cet arbre, afin de mieux comprendre son pouvoir thérapeutique.

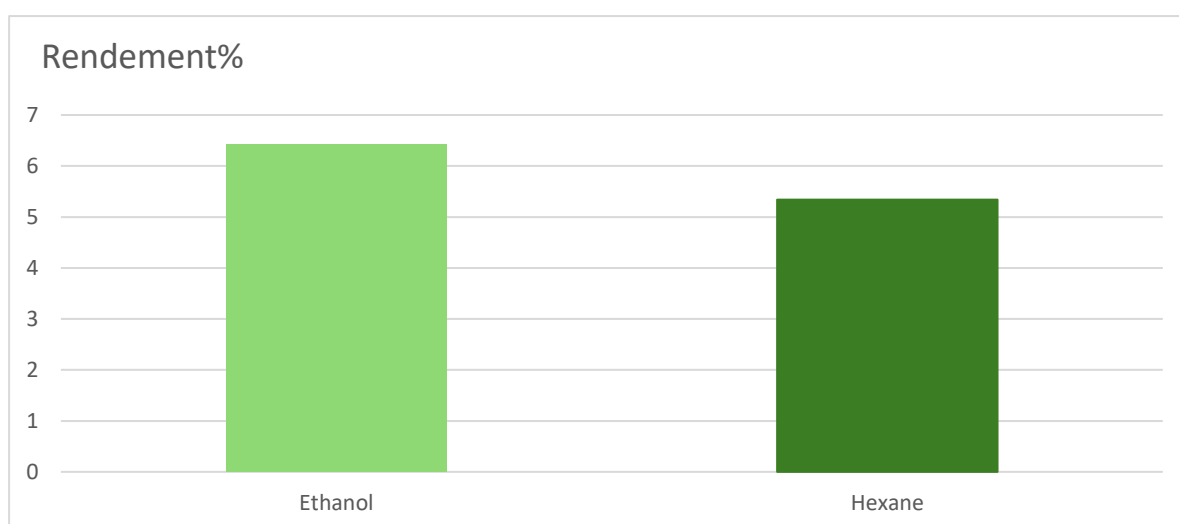
### 1. Résultats de Rendement d'extraction

L'extraction par macération à partir 100 g de la poudre végétale a permis d'obtenir l'extrait brut, pour les deux types d'extraits dont les rendements d'extraction ont été calculés, et l'aspect ont été déterminés pour chaque extrait. (Voir **tableau8** et **figure23**).

*Table 8 Aspects et rendements massique (%) des extraits obtenus*

Solvant	Aspect	Rendement%
Ethanol	Visqueux	6.42
Hexane	Visqueux	5.34

L'extrait éthanolique a généralement un rendement plus élevé 6.42% que celui donné par l'extrait d'hexane qui est 5.34 de la *Salix Purpurea*.



*Figure 23: Les rendements en % des différent extraits*

D'après l'histogramme présenté dans la **figure 23** on trouve que les quantités de l'extrait éthanolique est important par rapport à l'extrait hexanique. Donc il représente un bon choix d'extraction des métabolites secondaires.

Des études ont montré que les solvants polaires comme le éthanol ont une meilleure extraction des composés phénoliques à partir de matières végétales, en les comparant avec les solvants moins polaires comme l'hexane (**S.Al.kharabsheh,M.Al-dabbas**).

## 2. Résultats de Rendement Extraction des huiles

### 2.1 Rendement en essentielle

Dans notre étude on a utilisé 50 g matériel végétale (*Salix Purpurea*) cette quantité n'a pas donnée des huiles ce résultat ci venger montre que cette plante contient des faibles quantités des huiles essentiels.

Donc pour extraire une quantité suffisante il faut utiliser une quantité élevée et suffisante qui permet l'obtention des huiles.

## 3. Résultat de l'étude phytochimique

### 3.1 Résultat de dosage des polyphénols (TPC)

La teneur en polyphénols a été déterminé à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage des deux extraits éthanolique et hexanique tracées, en utilisant l'acide gallique comme standard figures.

La teneur en polyphénols est exprimée en microgramme équivalent en acide gallique par milligramme de l'extrait, les résultats ont été calculés à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique dans une gamme de concentrations allant de (1mg /1ml) du poids d'extrait , qui a permis de tracer une courbe d'étalonnage linéaire dont laquelle on a déterminé la teneur en polyphénols de nos extraits figure. Les résultats obtenus pour le dosage des polyphénols sont les moyennes de répétitions plus ou moins l'écart-type. L'équation est sous forme

$$y = 0.0047x + 0.0165 \text{ avec } R^2 = 0.9978$$

Les résultats de la teneur en polyphénols des extraits montrent que l'extrait éthanolique de *Salix purpurea* est très riche en polyphénols avec une teneur égale à 244.60mg/g ext sec

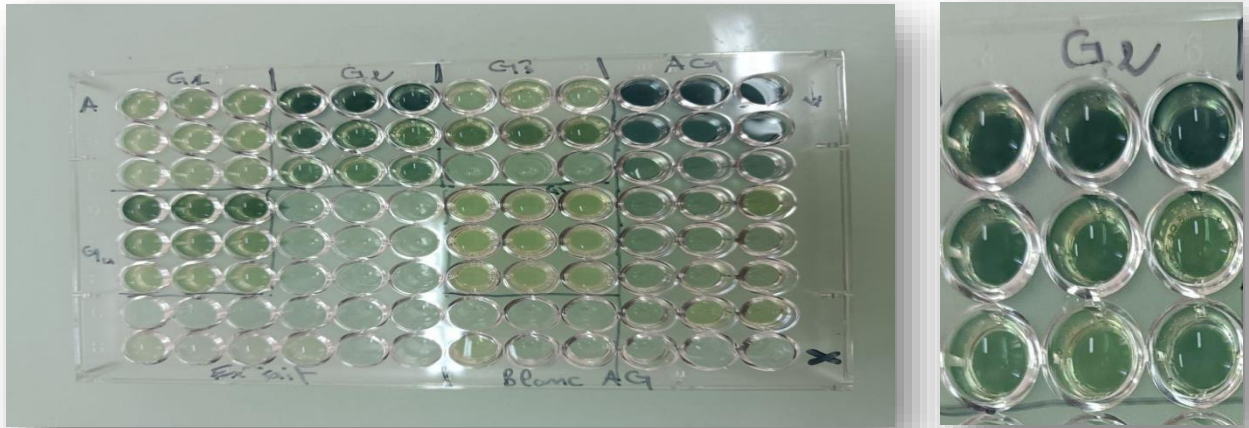


Figure 24 Dosage des poly phénols (TPC) des extraits *Salix Puruprea* G2 (photo original 2024)

D'après les résultats obtenus (voir figure 24), les extraits ont une importante teneur en composée phénolique.

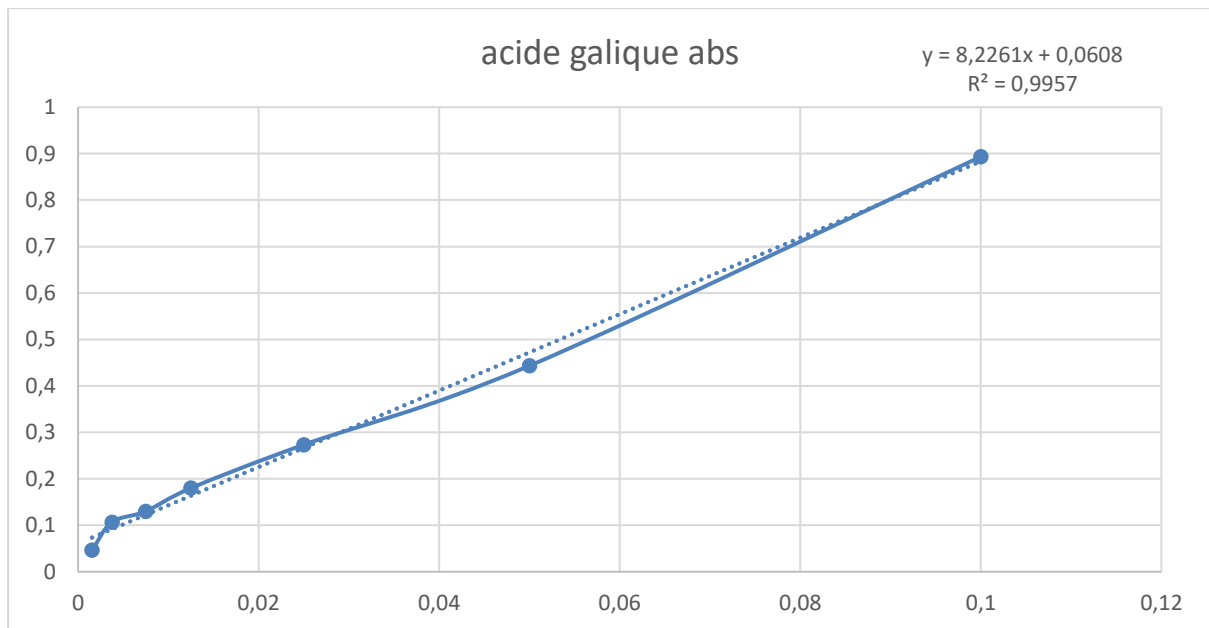
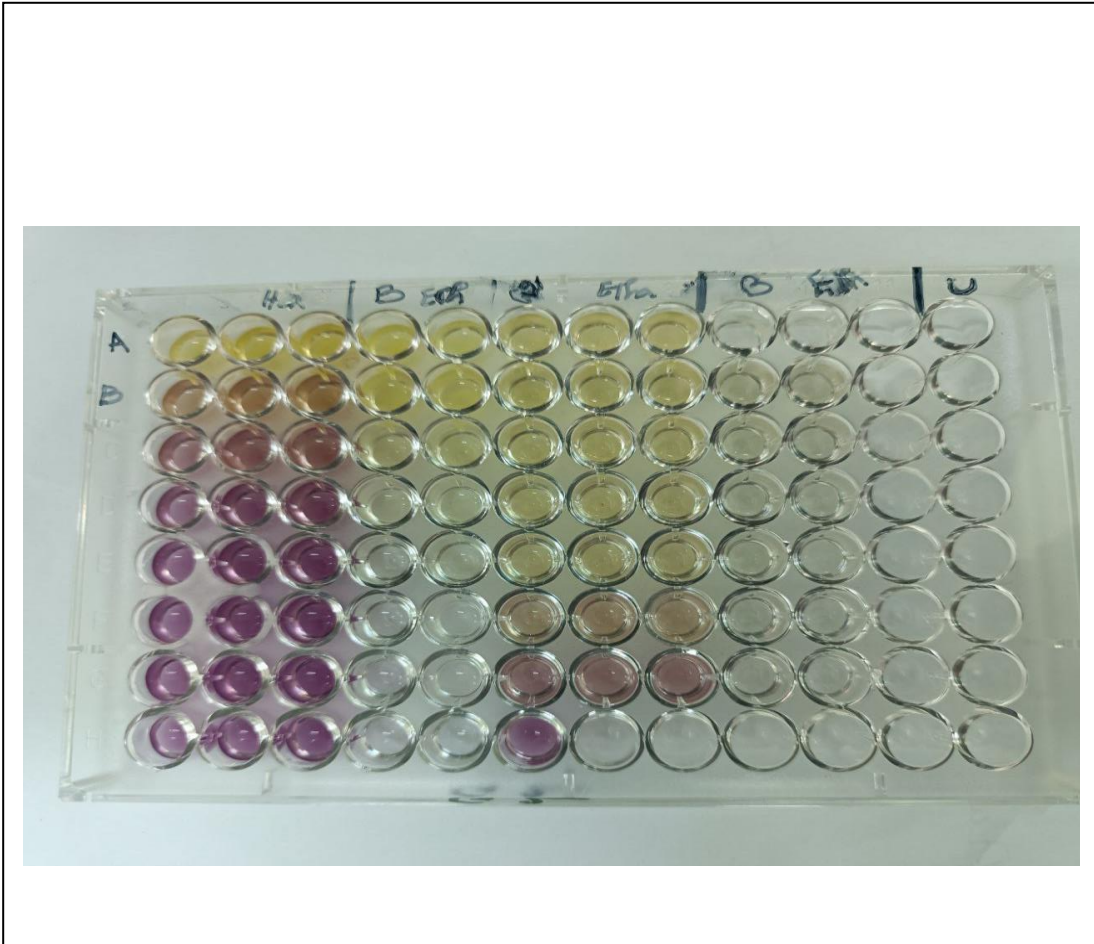


Figure 25 Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

## 4. Activités biologiques

### 4.1. Résultats activités anti -Oxydante (DPPH)

L'évaluation de l'activité anti radicalaire DPPH de nos extraits en suivant la méthode décrite par Blois (1982), a permis d'obtenir les résultats suivants :



*Figure 26: Test du DPPH sur microplaque*

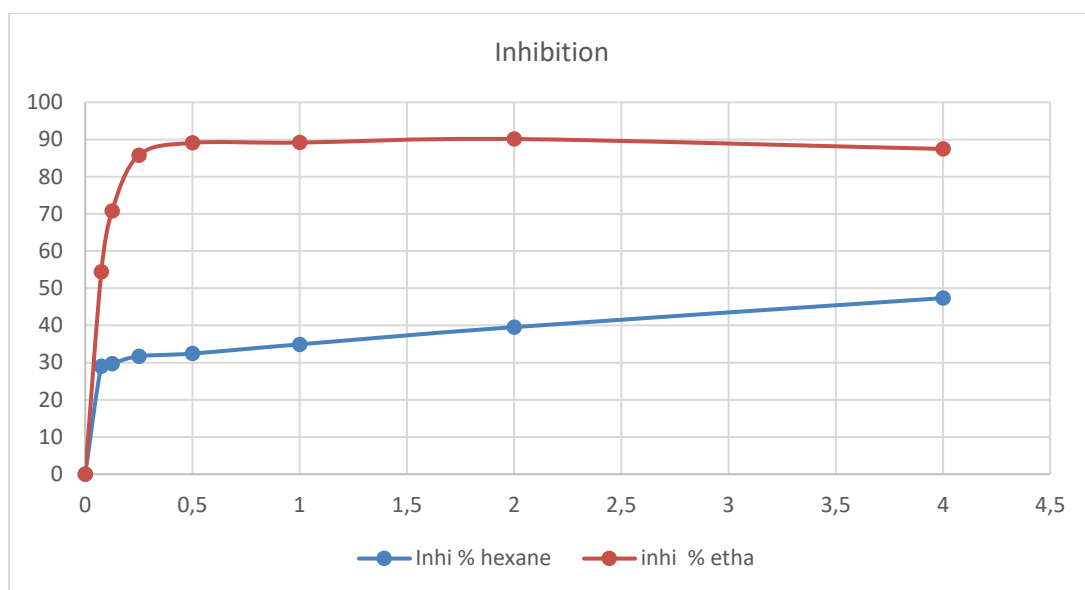


Figure 27 Les valeurs d'inhibition du test DPPH

D'après les courbes illustrées dans la figure 28, on a pu constater que parmi les extraits, seul l'éthanol à manifester la meilleure activité avec une  $IC_{50}$  égale à  $0.08097 \mu\text{g/ml}$ , cette activité est deux fois supérieure à l'hexane avec une valeur d' $IC_{50}$  égale à  $4.62044 \mu\text{g/ml}$ .

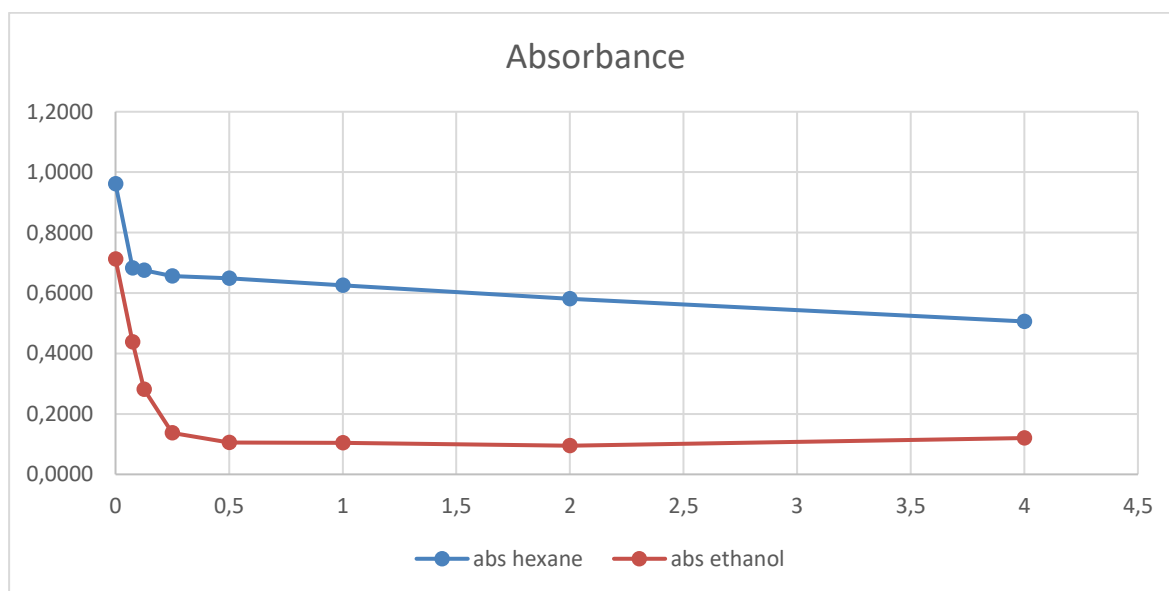


Figure 28 Les valeurs d'absorbance du test DPPH

D'après les courbes illustrées dans la figure 29, on observe une bonne corrélation avec un coefficient de régression linéaire proche de 1, donc il y a une forte relation entre les polyphénols et les valeurs des IC<sub>50</sub>, puisque à chaque fois que les polyphénols augmentent les IC<sub>50</sub> diminuent. Donc on peut dire que l'activité antioxydante des différents extraits hexane et éthanol peut être expliquée par leur richesse en composés phénoliques. Les polyphénols possèdent des propriétés anti-oxydantes et ils sont capables de piéger les radicaux libres (Edeas .M 2007). Il a été démontré que les molécules antioxydantes contribuent à changer la couleur de DPPH (Gheffour K.ouchrit K.)

Cette activité est liée en grande partie à la composition de l'extrait et sa richesse en composés phénoliques.

## 4.2 Activités insecticides

### 4.2.1. Évaluation de la toxicité des extraits par effet contact

- Extrait éthanolique

Les résultats des calculs des moyennes de mortalité et de mortalité corrigée ont été représentés par des courbes (Figure 30).

Les résultats obtenus après application d'extrait éthanolique de *salix purpurea* par l'effet de contact, révèlent que cette dernière a provoqué une mortalité de 24% après 1h de traitement pour la dose la plus forte (C4) sur la population *T.confusum*. Et un effet toxique proportionnel faible 10% de mortalité pour la dose employée C2. Alors que la faible dose C1 et C0 présentent aucune mortalité après toujours 1h d'application.

Après 48h de l'application de l'extrait éthanolique de *Salix purpurea* le taux de mortalité le plus élevé se rapproche de 80% a été enregistré par les doses les plus fortes (C4, C3). Les doses C2 et C1 présentent un effet moyen entre 40 et 60%. Alors que la concentration C0 provoque une faible mortalité égale à 20%.

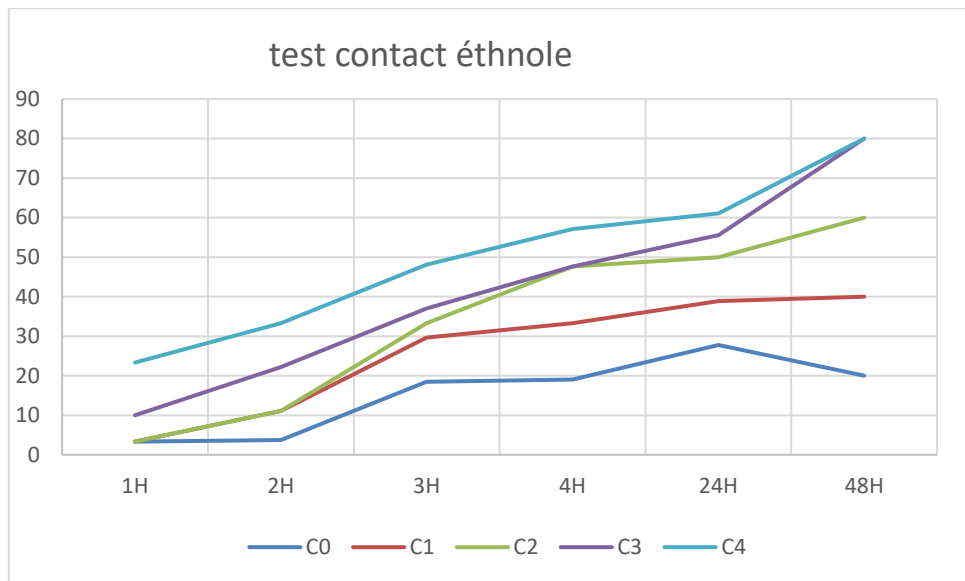


Figure 29: Mortalité corrigé des adultes de *T.confusum* traités par effet de contact d'extrait éthanolique.

- **Extrait hexane**

Les résultats obtenus après application d'extrait d'hexane de *Salix purpureae* en mode contact (Figure 31) révèlent que cette dernière a provoqué une mortalité de 83% par la plus forte dose C4 et la même chose pour la dose C3 avec une valeur 77% et 72% pour la dose C2 sur la population *T.confusum* après 48 h du traitement. Tandis que les autres doses C1 et C0 présentent des effets moyens c-à-dire taux de mortalité moyenne 50% pour C1 et 32% pour C0.

Selon la même figure on remarque qu'après 1h du traitement le taux de mortalité été plus faible pour toutes les concentrations avec des pourcentages faibles 0%, 2%, 10%, 17% respectivement.

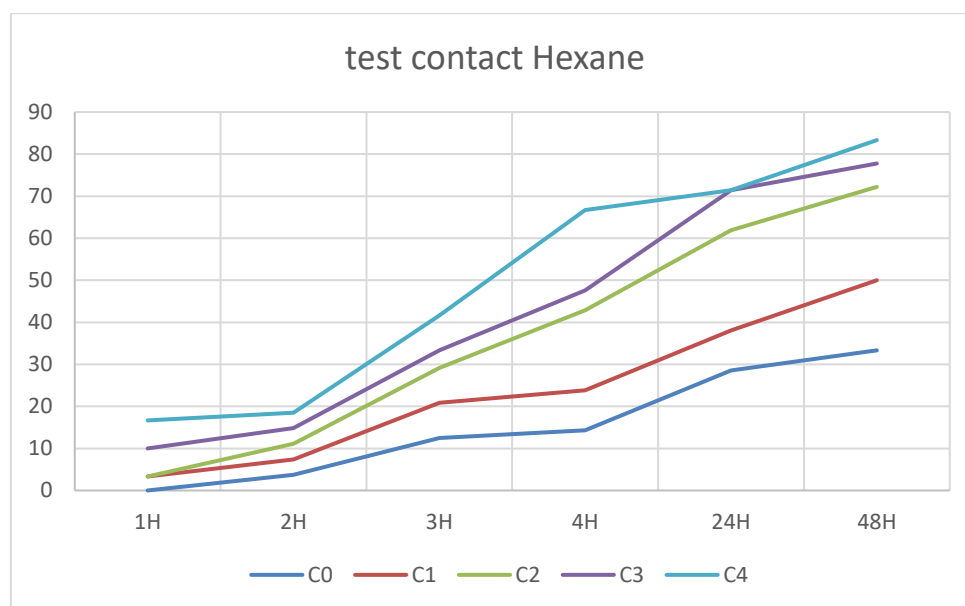


Figure 30: Mortalité corrigé des adultes de *T.confusum* traitée par le contact de l'extrait hexanique.

#### ➤ Détermination de DL50

Les équations des droites des régressions figures (30, 31), sont obtenus par la transformation des pourcentages de mortalité en probit (unité de probabilité), après 48h du traitement et la regression de ses données en fonction du logarithme décimal. Ces dernières sont représentées par les figures ...

Les DL50 sont calculées par la méthode de Finny, après 48 heures du traitement, comme c'est après ce temps qu'on a enregistré la mortalité la plus importante due aux extraits de notre plante.

Pour l'extrait ethnolique la DL50 est de 0.20mg/ml, cette dose suffit de tuer 50% des adultes de *T.confusum*. Alors qu'il faut une dose de 5.36mg/g pour l'extrait hénanique.

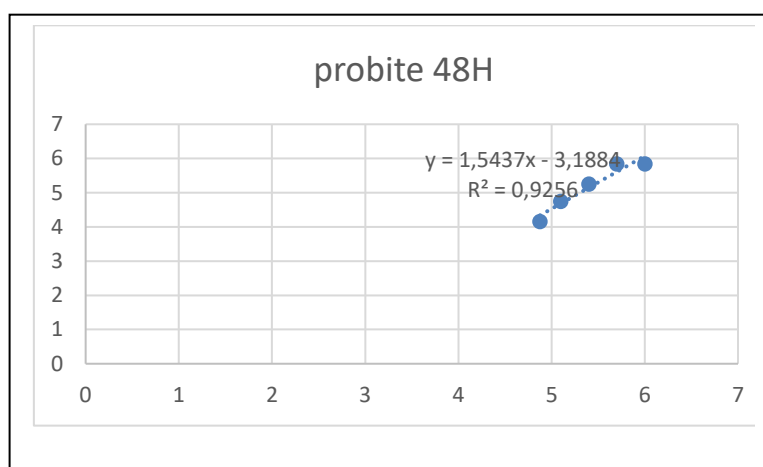


Figure 32 : Détermination de la DL50 de l'extrait éthanolique

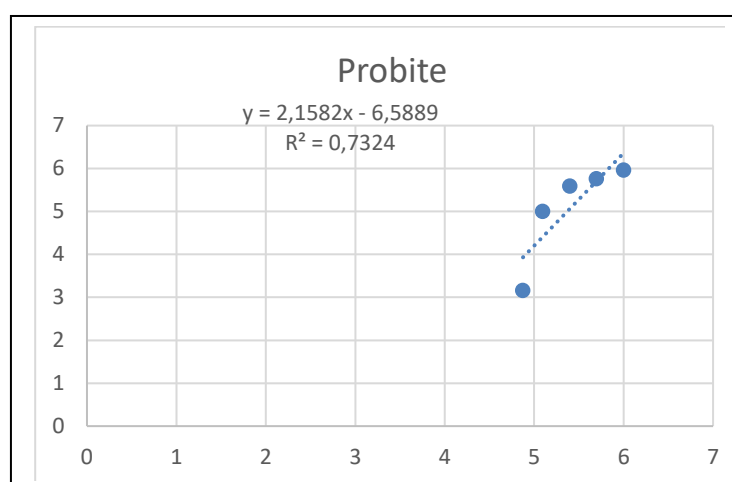


Figure 33 : Détermination de la DL50 de l'extrait hexanique

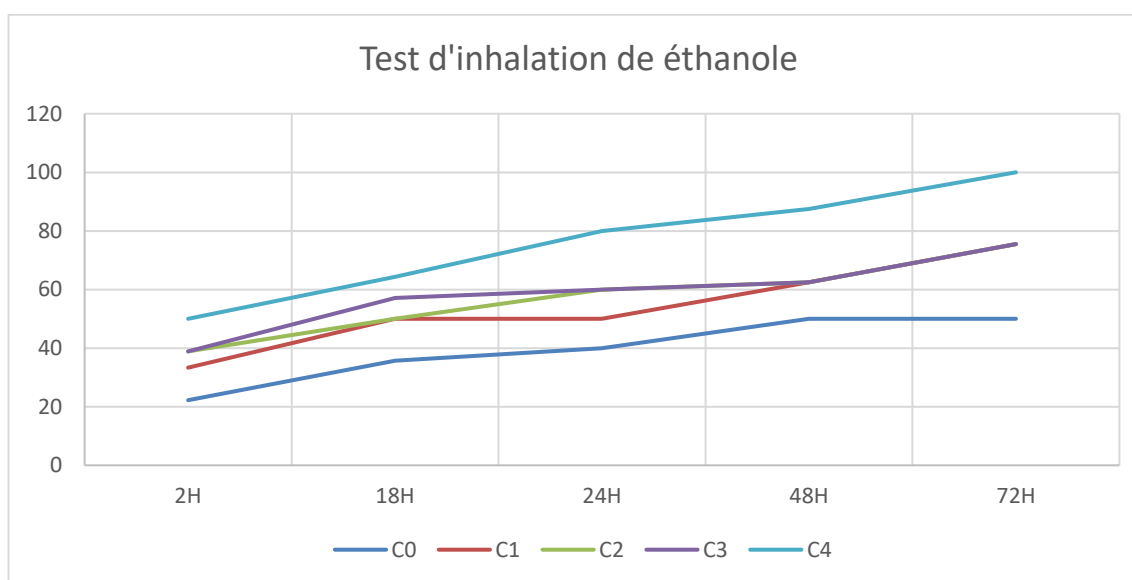
#### 4.2.2. Évaluation de la toxicité des extraits par effet inhalation

- **Extrait éthanolique**

La toxicité de l'extrait de *Salix purpurea* contre l'insecte *Tribolium Castaneum* a été évaluée par un test d'inhalation en comptant le nombre d'insectes, où les résultats obtenus ont montré qu'il a une excellente efficacité pour tuer les insectes.

D'après la figure 32, on constate que tous les traitements ont un effet toxique par inhalation dans le temps sur les individus *Trubolium Confusum* avec une supériorité de toxicité de la C4 par rapport aux autres doses testées. L'extrait éthanolique de *Salix purpurea* à la plus forte

dose C4 se révèlent les plus toxiques en affichant à 1h après traitement un taux de mortalité corrigée 100% suivie de la moyenne dose C2 et C3 et C1 avec une valeur 75% et enfin la faible dose C0 avec un taux de mortalité à 50% et 20%.Concernant l'extraits éthanolique de *Salix purpurea* le taux de mortalité le plus élevé se rapproche de 100 % à 72h pour la dose la plus fort (C4) et le reste des dose reste moyennement à faiblement toxique même après 72h d'exposition.



**Figure 34 : Evolution temporelles du taux de mortalité d'éthanol appliqué sur la population le *Tribolium confusum* par inhalation**

- **Extrait hexanique**

D'après la figure 33, on constate que tous les traitements ont un effet toxique par inhalation dans le temps sur les individus *Trubolium Confusum* avec une supériorité de toxicité de la C4 par rapport aux autres doses testées. L'extrait Hexane de *Salix purpurea* à la plus stables forte dose C4 et C3 et C2 se révèlent les plus toxiques en affichant à 2h après traitement un taux de mortalité corrigée 100%, suivie de la moyenne dose C1 avec une valeur 90% et moins faible dose C0 avec un taux de mortalité à 68% .Concernant l'extrait Hexane *Salix purpurea* le taux de mortalité le plus élevé se rapproche de 100% à 72h pour la dose la plus forte (C4,C3,C2) et le reste moyennement à faiblement toxique même après 72 h d'exposition .

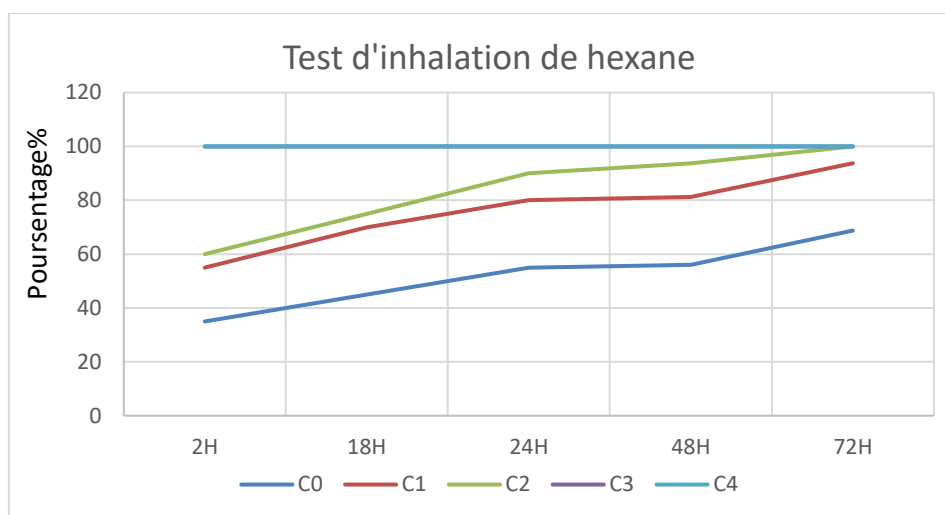


Figure 35 : Evolution temporelle du taux de mortalité d'hexane appliqué sur la population de *Tribolium confusum* par inhalation

#### 4.2.3. Répulsive des extraits (Traitement par répulsion)

- **L'extraité éthanologique**

Les pourcentages de replisive des différentes doses d'extraits de *salix purpureas* sont enregistrées dans le tableau 9.

Les différents doses (1/0,5/0,25/0,125/0.075) mg/ml de l'extrait éthanologique de *salix purpurea* occasionné respectivement 40%, 20%, -10%, -30%, -40%, -50%, -70% de replisive vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum* (tableau 9). Ceci montre clairement que le pourcentage de replisive augment en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la concentration C0 (40%).

Tableau 9: Pourcentage (%) de replisive sur papier filtre des extraits éthanologique d'*salix purpurea* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

	C0		C1		C2		C3		C4	
	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	24H
%Rupilsité	40%	-70%	-50%	-70%	-30%	-40%	-10%	-50%	20%	-50%
Classe	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0

A la lumière de ces résultats, on peut noter que l'extraite de la plante *Salix purpurea* a une activité insecticide modérée à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* et selon le classement de Mc Donald *et al.* (1970), il serait classé dans la classe III (replisive modérée) avec un taux de replisive moyen 40%.

**Table 10: Classement d'extraits éthanolique de *Salix purpurea* d'après leur capacité sur les adultes de *Tribolium confusum***

L'extrait éthanolique	<i>salix purpurea</i>
Taux de replisuve	40
Classe de replisuve%	III
Effet	Modérément replisuve

• **Extrait Hexane**

Les pourcentages de replisuve des différentes doses d'extraits hexane de *salix purpurea* sont enregistrés dans le tableau ....

Les différents doses (1/0,5/0,25/0,125/0.075) mg/ml d'extrait hénanique de *salix purpurea* occasionné respectivement 0%,10%,20%,30%, -10%, -20%, -40% de répulsive vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsive sont moins importantes par rapport l'effet enregistré par les doses de l'extrait éthanolique.

**Table 11: Pourcentage (%) de répulsive sur papier filtre des extraits hexane d'*Salix purpurea* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.**

	C0		C1		C2		C3		C4	
	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	2H
Repulsive %	-10%	20%	30%	-20%	10%	0%	-20%	0%	-40%	-10%
Classe	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0

**Table 12: Classement d'extraits hexane de *Salix purpurea* d'après leur capacité sur les adultes de *Tribolium confusum***

L'extrait hexane	<i>salix purpurea</i>
Taux de répulsive	30
Classe de répulsive %	III
Effet	Faiblement répulsive

**4.3. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits**

Les résultats obtenus montrent les différentes réactions des extraits contre les souches bactériennes de sorte que l'extrait éthanolique et hénanique ont réagi négativement contre les 6 souches testées ; *E.coli* , *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *streptococcus*

*thermophiles*, *Fusarium* , *Oxysporumf.sp.lycopersici* et *Salmonella* après 24 heures d'incubation à une température de 37C°.

Les zones d'inhibition calculées pour les six (Tableau 13) permettent de classer les souches dans la catégorie sensible. Ce qui confirme que nos extraits n'ont pas un pouvoir d'inhiber les souches testées.

On remarque que les diverses souches antibactériennes analysées présentent des réactions variées face à l'extrait testé. L'extrait éthanolique du *Salix purpurea* présente un effet légèrement positif sur deux bactérie (psue, Saur) seulement et un effet négative sur les autres (4) bactéries (BGN, Agro, E.coli ,BC), et l'extrait l'Hexane du *Salix purpurea* aussi présente un effet légèrement positif sur trois bactéries (BC, PSue, S.aur) et un effet négative sur trois bactérie (BGN,Agro, E.coli), comme le montre le tableau 12 et la figure 34.

La variation de l'activité antibactérienne de l'extrait s'explique par les variations de leur composition chimique (**Boudjouref, 2011**). L'activité antibactérienne dépend des caractéristiques physico-chimiques des composés phytobiotiques et des souches utilisées (**Sari et al.,2006**). **Kalemba et Kunicka (2003)** ont démontré une corrélation entre la composition chimique et l'activité antibactérienne.

Les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne peuvent varier en fonction de la méthode utilisée (**Natarajan et al., 2005 ; Fazeli et al.,2007**). En outre, les techniques d'extraction et les solvants employés pour l'extraction peuvent également influencer ces résultats, comme le suggèrent **Hayouni et al., (2007)** ses collègues il a été démontré que l'efficacité antibactérienne des composés phénoliques des plantes peut être affectée ainsi que par la nature du solvant employé.

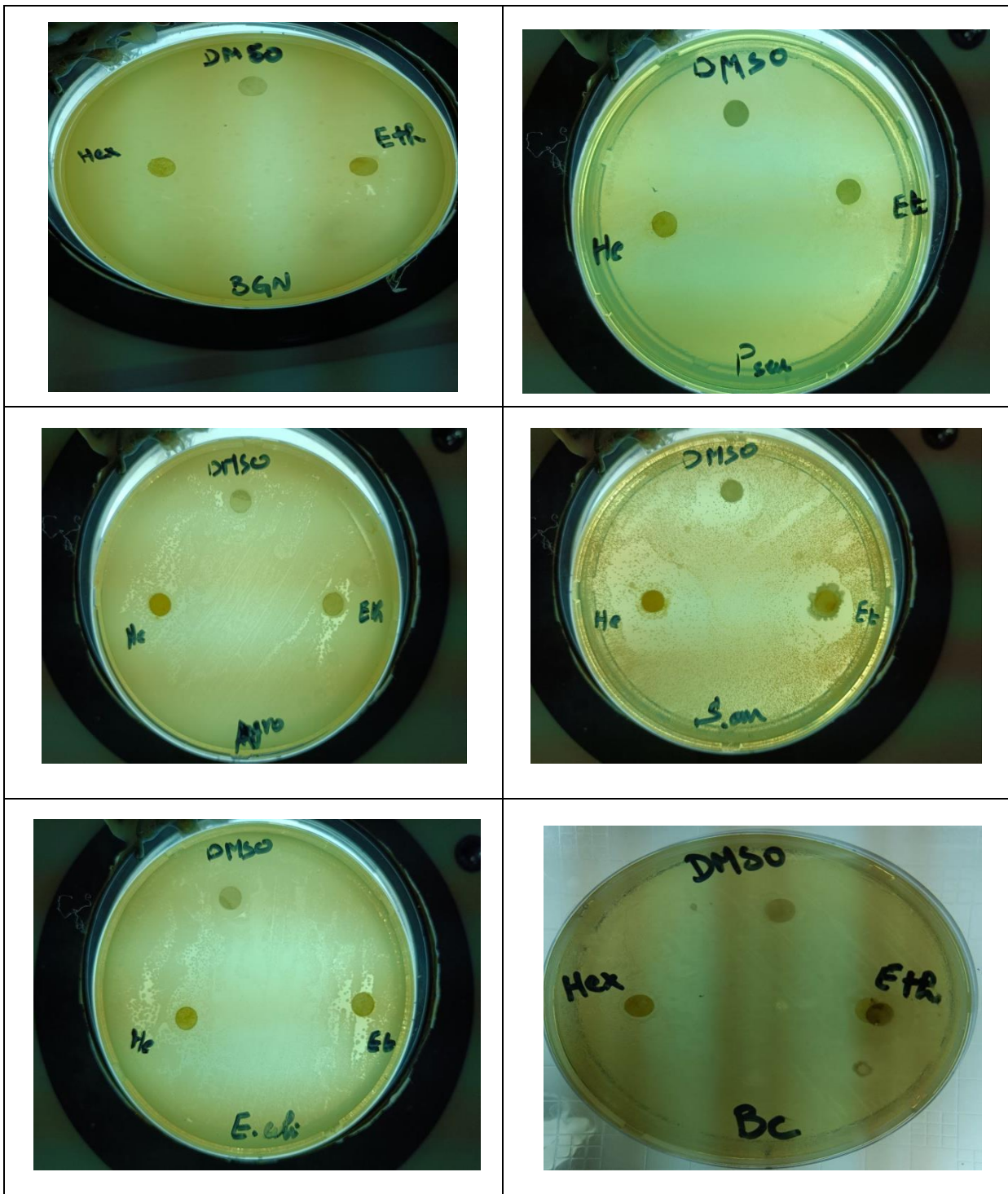


Figure 36 : Les inhibitions des souches bactériennes après 24h dans l'incubateur

### Chapitre III : Résultats et discussion

*Table 13: Les inhibitions des souches bactéries des extraits éthanolique et l'hexane*

Les souches bactéries	Diamètres d'inhibition extraits	
	<i>Hexane</i>	<i>Ethanol</i>
<i>Bacillus cereus</i>	3mm	(-) non inhibitrice
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5mm	5mm
<i>Escherichia coli</i>	(-) non inhibitrice	(-) non inhibitrice
<i>SIAUR</i>	18mm	10mm
<i>BGN</i>	(-) non inhibitrice	(-) non inhibitrice
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	(-) non inhibitrice	(-) non inhibitrice

# *Conclusion*



### Conclusion :

L'étude que nous avons présentée dans ce travail est consacré à l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité anti-oxydante d'une espèce médicinale *Salix Purpurea L.* De la famille salicacé, cette plante largement ditribuée autour le monde et nord d'Afrique et elle est utilisée dans la pharmacopée traditionnelle et moderne, pour le traitement de plusieurs pathologies.

Sur le volet phytochimiques réalisés sur extraits brut préparés par méthode macération (Hexane, éthanole) d'une espèce médicinale *Salix Purpurea L.*

Le dosage spectrophotométrique des polyphénols totaux à l'aide de la méthode du Folin Ciocalteu a révélé une teneur estimé A (0.00155, 0.04666) et B (0.05, 0.44) Geag/mg d'extrait. Ce qui démontre que les polyphénols sont les métabolites les plus présents dans l'*Salix Purpurea L.*

Dans l'activité biologique de notre travail, nous avons évalué l'activité anti-oxydante de l'extrait éthanol par la méthode du DPPH. Al 'issue de cette étude, il en ressort que l'extrait éthanol (EtOH) possède une activité anti-oxydante important remarquable par rapport au BHA un anti oxydant synthétique. L'activité insecticide de l'extrait d'*Salix Purpurea L* contre l'insecte *Tribolium Confusum* a été évaluée par un test d'inhalation en comptant le nombre d'insectes, ou les résultats obtenus ont montré qu'il a une excellente efficacité pour tuer les insectes de 100%.

Les résultats montrent que, quel que soit le type d'extrait utilisé, les bactéries présentent une résistance élevée, ont également montré une activité antibactérienne prometteuse contre certaines souches bactériennes testées.

Ces résultats suggèrent que la plante pourrait être utilisée dans le développement de nouveaux agents antibactériens.

A la lumière de l'ensemble des résultats indiquent le potentiel de *Salix Purpurea L.* comme source naturelle de composés bioactifs possédant des activités biologiques remarquables.

### Résumé

Notre travail a été consacré à l'évaluation de certaines activités pharmacologiques (anti-oxydante, insecticide et antibactérienne) et l'étude biochimique des extraits éthanolique et hexanique des feuilles de l'arbre *Salix purpurea L* l'extraction par macération a montré un rendement égal à 6.42% pour l'extrait éthanolique et 5.34% pour l'extrait hexanique. Les résultats de l'analyse quantitative a permis de montrer une richesse des feuilles de cet arbre en principes actif, en particulier en polyphénols totaux (224.60mg/g ext sec). L'évaluation de l'activité anti-oxydante via le test piègeur du radical DPPH a révélé un potentiel très important pour l'extrait éthanolique avec un IC50 égale à 0.08097 tandis que l'extrait hexanique montre un moyen potentiel (4.620).

L'étude de potentiel bactérien des extraits éthanolique et hexanique contre *E.coli* , *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *streptococcus thermophiles*, *Fusarium* , *Oxysporumf.sp.lycopersici* et *Salmonella* montre que les deux extraits ont un faible activité contre les six souches bactériennes testés .

Les résultats de l'activité insecticide des 'extraits de *Salix purpurea L*. montent que les extraits possèdent une activité insecticide très marquée sur la longévité des adultes de l'insecte *T.confusiom*. Par conséquent, à cet effet les'extraits peuvent être efficace pour la lutte contre les insectes ravageurs des denrées.

Il ressort de nos résultats que les feuilles de cet arbre possèdent des propriétés thérapeutiques et insecticides très prometteuses qui capable d'être concrétisé en biopharmaceutique et pour la lutte contre les insectes ravageurs des denrées céréalières.

### Summary

Our work was dedicated to evaluating certain pharmacological activities (antioxidant, insecticidal, and antibacterial) and the biochemical study of ethanolic and hexanic extracts from the leaves of the tree *Salix purpurea L*. Maceration extraction showed a yield of 6.42% for the ethanolic extract and 5.34% for the hexanic extract. The results of the quantitative analysis demonstrated a richness in active principles in the leaves of this tree, particularly in total polyphenols (224.60 mg/g dry extract). The evaluation of antioxidant activity via the DPPH radical scavenging test revealed a very significant potential for the ethanolic extract with an IC50 equal to 0.08097, while the hexanic extract showed moderate potential (4.620).

The study of the antibacterial potential of ethanolic and hexanic extracts against *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus thermophilus*, *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*, and *Salmonella* showed that both extracts had low activity against the six tested bacterial strains.

The results of the insecticidal activity of *Salix purpurea* L. extracts showed that the extracts have a very marked insecticidal activity on the longevity of adult *T. confusum* insects. Therefore, these extracts can be effective for controlling pest insects of stored products.

Our results indicate that the leaves of this tree possess very promising therapeutic and insecticidal properties that could be developed in biopharmaceuticals and for controlling pest insects of stored cereals.

#### ملخص

يعد هذا العمل بمثابة مساهمة في الدراسة الكيميائية النباتية وتقييم الأنشطة المستخلصات البيولوجية لنبات *Salix Purpurea L.* ينتمي إلى عائلة *Salicaceae*.

*Salix Purpurea L.* هو نبات طبي منتشر في مناطق البحر الأبيض المتوسط، وينتمي إلى عائلة *Salicaceae*.

أجريت هذه الدراسة على المستخلصات الإيثانولية والهكسان لنبات *Salix purpurea L.* والتي تم الحصول عليها عن طريق النقع باستخدام المذيبات (الإيثانول، الهكسان، الماء المقطر) مل. دراسة كيميائية نباتية بمحتوى الفينول الكلي المتغير 224.60 ملغم/غم جاف

تم تقييم الأنشطة المضادة للأكسدة للمستخلصات المختلفة بطريقة DPPH ، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها للنشاط المضاد للجذور أن IC50 للمستخلص الإيثانولي هو 0.08097 و IC50 لمستخلص الهكسان هو 4.620438، أي الأكثر نشاطاً. مستخلص الإيثانول.

الأنشطة الحشرية يبدو من النتائج التي توصلنا إليها أن مستخلص *Salix Purpurea L.* له نشاط مبيد حشري ملحوظ للغاية على التهابات الطول لدى البالغين من *T.confusiom* وبالتالي فإن مستخلص الإيثانول هذا يمكن أن يكون فعالاً في مكافحة الآفات الحشرية للمواد الغذائية.

تم اختبار الأنشطة المضادة للبكتيريا على ستة سلالات مرجعية وسلالة سريرية واحدة بطريقة الانتشار القرصي، في وسط صلب. وأظهرت النتائج أنه تم تقييم مستخلصات السالكس المختلفة فيما يتعلق بالبكتيريا سالبة الجرام (BC) ، EC ، AGRO (BGN إيجابية الجرام (PSOU) ، (SIAUR) تختلف أقطار التنشيط من 3 إلى 18 ملم لمستخلص الهكسان، ومن 5 إلى 10 ملم لمستخلص الإيثانول.

# *Annexes*

**Annex**

**Dosage des composés phénoliques**

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	DOSAGE	
1	1	0	2,226	2,434	1,902							A	
0,89	0,89	0,9	1,482	1,294	1,107							B	
0,45	0,45	0,43	0,871	1,028	1,297							C	
0,28	0,26	0,28										D	
0,18	0,18	0,18										E	
0,13	0,13	0,13										F	
0,1	0,11	0,11										G	
0,02	0,03	0,09	0,089	0,093	0,098	0,051	0,044	0,781	1,436	1,637	1,537	H	0,064 375

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	DOSAGE	
AG1	AG1	AG1	ETH3	ETH3	ETH3							A	
AG2	AG2	AG2	ETH1	ETH1	ETH1							B	
AG3	AG3	AG3										C	
AG4	AG4	AG4										D	
AG5	AG5	AG5										E	
AG6	AG6	AG6										F	
AG7	AG7	AG7										G	
												H	

c mg/ml	abs eth	abs-blac	et	cmg/ml	v(ml)	m (g)	tau fe polyphenol (mg/g)
0,2	2,187333333	2,122958333	0,268099484	0,258799676	0,02	0,00004	129,3998378
0,1	1,294333333	1,294333333	0,187500222	0,150162206	0,02	0,00002	150,162206
0,05	1,065333333	1,065333333	0,21543986	0,122303325	0,02	0,00001	244,6066504

c mg/ml	acide galique abs
0,1	0,893333333
0,05	0,443333333
0,025	0,273333333
0,0125	0,18
0,0075	0,13
0,00375	0,106666667
0,00155	0,046666667

## Annex

c mg/ml	acide galique abs
0,2	1,076666667
0,1	0,893333333
0,05	0,443333333
0,025	0,273333333
0,0125	0,18
0,0075	0,13
0,00375	0,106666667
0,00155	0,046666667

### Activité biologique :

#### Activité anti-oxydante (DPPH)

Abs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1 2	c mg/ ml	abs hexa ne	abs ethanol
4	0,45 17	0,55 54	0,51 09	1,01 31	0,82 90	0,10 45	0,12 44	0,13 27	0,04 27	0,04 60	0,0567		4	0,506 0	0,1205
2	0,56 78	0,57 75	0,59 76	0,14 04	0,14 52	0,08 56	0,10 08	0,09 81	0,07 66	0,08 13	0,0660		2	0,581 0	0,0948
1	0,60 89	0,63 39	0,63 37	0,77 54	0,56 39	0,11 41	0,09 22	0,10 60	0,07 06	0,06 94	0,0595		1	0,625 5	0,1041
0.5	0,64 81	0,64 18	0,65 78	0,05 45	0,05 29	0,10 47	0,10 95	0,10 03	0,06 84	0,07 68	0,0624		0,5	0,649 2	0,1048
0.25	0,66 59	0,64 69	0,65 58	0,04 78	0,83 44	0,22 66	0,09 52	0,08 97	0,05 78	0,46 53	0,0689		0,25	0,656 2	0,1372
0.125	0,67 55	0,67 41	0,67 64	0,09 04	0,83 16	0,37 43	0,24 73	0,22 05	0,05 05	0,05 33	0,0630		0,12 5	0,675 3	0,2807
0.075	0,68 27	0,68 07	0,68 32	0,04 71	0,04 99	0,59 92	0,34 71	0,36 84	0,04 92	0,04 36	0,0861		0,07 5	0,682 2	0,4382
0	0,96	0,96 1	0,96 2	0,04 71	0,04 99	0,71	0,71 2	0,71 5	0,04 92	0,04 36	0,0861		0	0,961 0	0,7123

Échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1 2
A	hex1	hex1	hex1	Blanc1	Blanc1	eth1	eth1	eth1	Blanc1	Blanc1	Ctrl0001	
B	hex2	hex2	hex2	Blanc1	Blanc1	eth2	eth2	eth2	Blanc1	Blanc1	Ctrl0002	
C	hex3	hex3	hex3	Blanc1	Blanc1	eth3	eth3	eth3	Blanc1	Blanc1	Ctrl0003	
D	hex4	hex4	hex4	Blanc1	Blanc1	eth4	eth4	eth4	Blanc1	Blanc1	Ctrl0004	
E	hex5	hex5	hex5	Blanc1	Blanc1	eth5	eth5	eth5	Blanc1	Blanc1	Ctrl0005	
F	hex6	hex6	hex6	Blanc1	Blanc1	eth6	eth6	eth6	Blanc1	Blanc1	Ctrl0006	
G	hex7	hex7	hex7	Blanc1	Blanc1	eth7	eth7	eth7	Blanc1	Blanc1	Ctrl0007	
H	hex8	hex8	hex8	Blanc1	Blanc1	eth8						
	bn hex	0.961				BN ETH	0.71					
Plage d'autochargement A1 - M28												

## Annex

c mg/ml	Inhi % hexane	Inhi % hexane	Inhi % hexane			inhi % etha	inhi % etha	inhi % etha
4	52,9969	42,206	46,8366			89,1259	87,0552	86,1915
2	40,9157	39,9063	37,8148			91,0926	89,5109	89,7919
1	36,6389	34,0375	34,0583			88,127	90,4058	88,9698
0,5	32,5598	33,2154	31,5505			89,1051	88,6056	89,563
0,25	30,7076	32,6847	31,7586			76,4204	90,0937	90,666
0,125	29,7086	29,8543	29,615			61,051	74,2664	77,0552
0,075	28,9594	29,1675	28,9074			37,6483	63,8814	61,6649

### Activité insecticide :

#### Teste de Contact Ethanol

	DOZ 1 (0.075%)			DOZ 2 (0.125%)			DOZ 3 (0,25%)			DOZ 4 (0.5%)			DOZ 5 (1%)			cn
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R	
1H	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	2	1	3	3	0
2H	1	1	2	2	3	1	3	2	1	2	4	3	3	4	5	1
3H	3	2	3	4	4	3	5	4	3	4	5	4	4	6	6	1
4H	5	4	4	6	5	5	7	7	5	6	8	5	6	8	7	3
24H	6	6	5	6	7	6	8	7	6	7	9	6	7	8	8	4
48H	6	7	5	8	7	6	9	8	7	9	10	8	7	10	10	5

### Mortalité Moyenne:

M/H	MOY1	MOY2	MOY3	MOY4	MOY5	MOY T	SUR
1H	0,33333	0,3333	0,33333	1	2,3333	0	10
2H	1,33333	2	2	3	4	1	9
3H	2,66667	3,6667	4	4,33333	5,3333	1	9
4H	4,33333	5,3333	6,33333	6,33333	7	3	7
24H	5,66667	6,3333	7	7,33333	7,6667	4	6
48H	6	7	8	9	9	5	5

### Moyenne corrigie

	C0	C1	C2	C3	C4
1H	3.33%	3.33%	3.33%	10%	23.33%
2H	3.70%	11.11%	11.11%	22.22%	33.33%
3H	18.51%	29.62%	33.33%	37.03%	48.14%
4H	19.047%	33.32%	47.61%	47.61%	57.14%
24H	27.77	38.88%	50%	55.55%	61.11%
48H	20%	40%	60%	80%	80%

**Teste de contacte hexane**

	C0 (0.075%)			C1 (0.125%)			C2 (0.25%)			C3 (0.5%)			C4 (1%)			CN
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
1H	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	2	2	2	1	0
2H	1	1	2	1	2	2	3	2	1	2	3	2	3	3	2	1
3H	4	3	2	4	4	3	5	3	5	4	5	5	6	5	5	2
4H	5	3	4	5	4	5	7	5	6	5	7	7	8	8	7	3
24H	6	4	5	6	5	6	8	6	8	7	9	8	9	8	7	3
48H	8	5	5	7	6	8	8	8	9	8	9	9	10	9	8	4

**Mortalité Moyenne**

M/H	MOY 0	MOY1	MOY2	MOY3	MOY4	MOY T	SUR
1H	0	0,3333333	0,3333333	1	1,66666667	0	10
2H	1,333333	1,6666667	2	2,333333	2,66666667	1	9
3H	3	3,6666667	4,3333333	4,666667	5,33333333	2	8
4H	4	4,6666667	6	6,333333	7,66666667	3	7
24H	5	5,6666667	7,3333333	8	8	3	7
48H	6	7	8,3333333	8,666667	9	4	6

**Mortalité corrigie**

M/H	C0	C1	C2	C3	C4
1H	0	3.33	3.33	10	16.66
2H	3.70	7.41	11.11	14.81	18.51
3H	12.5	20.83	29.16	33.32	41.66
4H	14.28	23.80	42.86	47.61	66.66
24H	28.57	38.08	61.90	71.42	71.43
48H	33.33	50	72.21	77.77	83.33

**Test D. Inhalation ethanol**

	C4		C3		C2		C1		C0		CN
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
2H	2	4	3	5	4	5	4	5	6	5	1
18H	5	6	6	7	6	7	7	7	7	8	3
24H	8	6	8	7	8	8	8	8	9	9	5
48H	9	7	9	8	8	9	9	8	9	10	6
72H	10	8	10	9	9	10	9	10	10	10	8

### Mortalité Moyenne

M/H	MOY 0	MOY 1	MOY 2	MOY 3	MOY 4	MOY T	SUR
2H	3	4	4,5	4,5	5,5	1	9
18H	5,5	6,5	6,5	7	7,5	3	7
24H	7	7,5	8	8	9	5	5
48H	8	8,5	8,5	8,5	9,5	6	4
72H	9	9,5	9,5	9,5	10	8	2

### Mortalité corrigie

M/H	C0	C1	C2	C3	C4
2H	22.22	33.33	38.88	38.88%	50%
18H	35.71	50%	50%	57.14%	64.28%
24H	40%	50%	60%	60%	80%
48H	50%	62.50	62.50	62.50%	87.50%
72H	50%	75.5	75.5	75.5%	100%

### Teste de inhalation hex

	C4		C3		C2		C1		C0		CN
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
2H	10	10	10	10	7	5	4	7	3	4	0
18H	10	10	10	10	8	7	6	8	4	5	0
24H	10	10	10	10	9	9	8	8	6	5	0
48H	10	10	10	10	9	10	8	9	6	7	2
72H	10	10	10	10	10	10	10	9	8	7	2

### Mortalité Moyenne

M/H	MOY 0	MOY 1	MOY 2	MOY 3	MOY 4	MOY T	SUR
2H	3,5	5,5	6	10	10	0	10
18H	4,5	7	7,5	10	10	0	10
24H	5,5	8	9	10	10	0	10
48H	6,5	8,5	9,5	10	10	2	8
72H	7,5	9,5	10	10	10	2	8

**Mortalité corrigie**

M/H	C0	C1	C2	C3	C4
2H	35	55	60	100	100
18H	45	70	75	100	100
24H	55	80	90	100	100
48H	56	81,25	93,75	100	100
72H	68,75	93,75	100	100	100

**Teste de ruption**

	C0				C1				C2				C3				C4			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	ETH	T	ETH	T	ETH	T	ETH	T	ETH	T	ETH	T	ETH	T	ETH	T	ETH	T	ETH	T
2H	3	7	3	7	7	3	8	2	4	6	9	1	7	3	4	6	4	6	4	6
24H	10	0	7	3	7	3	10	0	10	0	4	6	8	2	7	3	7	3	8	2

**Mortalité Moyenne**

	C0		C1		C2		C3		C4	
2H	40	40	-40	-60	20	-80	-40	20	20	20
24H	-100	-40	-40	-100	-100	20	-60	-40	-40	-60

**Mortalité corrigie**

	C0		C1		C2		C3		C	
	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	24H
% DE RUP	40%	-70%	-50%	-70%	-30%	-40%	-10%	-50%	20%	-50%
CLASSE	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0

**Teste de ruption hexane**

Re piti tio n	C0				C1				C2				C3				C4			
	R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2		R1		R2	
	HEX	T	HEX	T	HEX	T	HEX	T	HEX	T	HEX	T	HEX	T	HEX	T	HEX	T	HEX	T
2h	6	4	5	5	1	9	6	4	6	4	3	7	5	5	7	3	8	2	6	4
24 H	4	6	4	6	7	3	5	5	6	4	4	6	5	5	5	5	5	5	6	4

**Mortalité Moyenne**

	C0		C1		C2		C3		C4	
2H	-20	0	80	-20	-20	40	0	-40	-60	-20
24H	20	20	-40	0	-20	20	0	0	0	-20

**Mortalité corrigie**

	C0		C1		C2		C3		C4	
	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	24H	2H	24H
% DE RUP	-10%	20%	30%	-20%	10%	0%	-20%	0%	-40%	-10%
CLASSE	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0

# *Références Bibliographiques*



**Sites Web:**

- **Tela Botanica:**<https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-59255>
- **INRA:** [URL non valide supprimée]
- **Wikipedia:**[https://fr.wikipedia.org/wiki/Salix\\_alba](https://fr.wikipedia.org/wiki/Salix_alba)

Composition chimique.....

- <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Rajae-Salim-2233301932>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34674609/>
- <https://www.mdpi.com/2218-273X/10/10/1391>
- <https://www.mdpi.com/2218-273X/10/10/1391>

Activité biologique

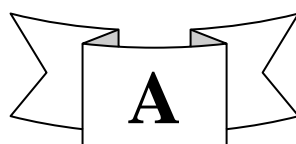
- <https://www.herbs2000.com/> : Informations sur les propriétés médicinales du saule blanc
- <https://education.nationalgeographic.org/> : Informations sur la distribution et l'écologie du saule blanc
- [http://www.efloras.org/flora\\_page.aspx?flora\\_id=2](http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=2) : Informations sur la taxonomie et la morphologie du saule blanc

**Livres :**

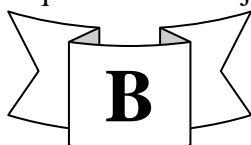
- "Salix : A monograph" par I.A. Volkov (1971)
- "The willow : Biology, cultivation and applications" par M.R. Popule et al. (2005)
- "Medicinal plants of North America : The comprehensive guide to identify, harvest, and use 1,000 wildherbs" par D. Winston (2000)

**Photo salix alba google :**

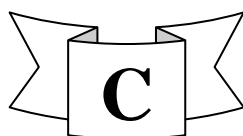
<https://www.infoflora.ch/en/flora/salix-purpurea.html>



- **AL-BANDK G., OREOPOULOU V. 2007.**- Antioxidant properties and composition of Majorana syriaca extracts. European Journal of Lipid science and technology, 109 (3): 247- 255.
- **Angelini D. R, Jockusch E.L., 2008.** Relationships among pest flour beetles of.
- **Abbasi M.A.2010.** Investigation on the volatile constituents of Juglans regia and their in vitro antioxidant potential. Pakistan Acad.Sci.
- **Achat S (2014).** Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interaction avec des ions métalliques. A.mira-Bejaia.

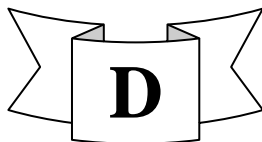


- **BUDIC -LETOC I., LOVRIC T., PEZO I., KLUJUZURIC J. G. 2005.** -Study of dynamics of polyphenol extraction during traditional and advanced maceration processes of the babic grape variety. Food technology and Biotechnology, 43(1): 47 – 53.
- **Bousquet y., 1990.** Beetles associated with stored products in Canada: An identification guid. Agriculture and Agri – Food Canada.
- **Bremness L., 1998.**les plantes aromatiques et Médicinales. Bordas Edition.
- **Bernadet M., 2000.**Phyto – aromathérapie pratique, plantes médicinales et huiles essentielles, Edition Dangles .
- **Ben Sassi A., Harzallaah-Skhiri F., and AounilM, (2007).** Investigation of some medicinal plants form Tunisia for antimicrobial activities. J. Pharmaco.Bio.45(5) :421-428.
- **Babaissa F, (2016).** Encyclopédie des plantes utiles. P2-3.
- **Belkhodja H, (2016).** Effet des biomolécules extraites à partir de différentes plante de la région de Mascara : Evaluation biochimique des marqueurs d'ostéo articulation et de l'activité biologique.Thèse de Doctorat LMD 3ème Cycle en sciences biologiques. Université de Mustapha Stambouli,Mascara.

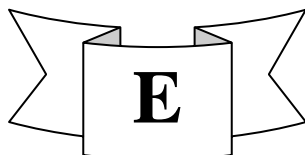


- **Colegate S MMolineux R.J.,1993** Bioactive natural product S.Detection ,isolationstructural determiation .CRCpress Inc.528 p.
- **CATIER O, ROUX D. 2007.**-Botanique pharmacognosie phytothérapie. E'dit.3. Wolters kluwar, 141 p.
- **Clevenger, J.F.1928.** Apparatus for volatile oil determination: description of new type Clevenger. Am Perf Ess Oil Review 467 – 503
- **Calmont B, Et Soldati F, 2008.** Découverte de Tribolium madens Charpentier, 1825 dans le département du Puy-de- Dôme France ; clé de détermination et distribution des espèces du genre Tribolium en France. Research Gate. T. XV (2)

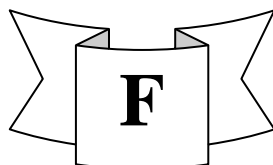
- **Christine B, 2001.**Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique .2éme Edition ,124-154.
- **Carocho M, Ferreira,I.C.(2013).**A review on antioxidants,prooxidants and related controversy:natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives.Food and chemical toxicology.



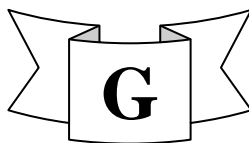
- **Delobel A, Tran M, 1993.** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed.Orstom. Paris. 424P.
- **Dave A, Colin J, Demianyk P.G., Fields D.S., Jayas J.T.M., William E.M., Blaine T,2001.**
- **Delille L., 2007 :** les plantes médicinales d'Algérie, BERTI, Alger Edition de Flammarion, Paris 243p.



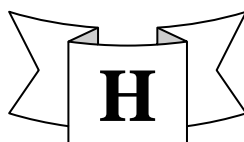
- **Eddouks M, Ouahidi ML, FaridO, et al (2007).** Article original Pharmacognosie médicinale dans le traitement L'utilisation des plantes me te au Maroc du diabé.



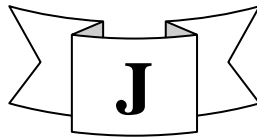
- **Ferrer J, 1995.** A Key to the Flour beetles of the genus Tribolium Macleay in.



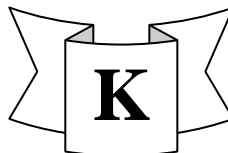
- **Gülçin I, (2012).** Antioxidant activity of food constituents: an overview.Archives of toxicology .
- **Leger. G, C.L, Canaud. B, (2002).** Convective and diffusive losses of vitamin C during haemodia filtration session:a contributive factor to oxidative stress in haemodialysis patients. Nephrology Dialysis Transplantation .



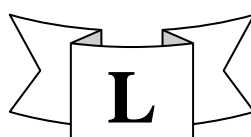
- **Lévesque H et Lafont O**, <<L'aspirine à travers les siècles : rappel historique,>> Revue Médicale Interne, pp.8-17,2000.



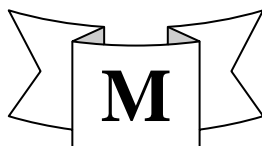
- **Julve Ph ,2021** ff.Baseflor .Index botanique ,écologique et chorologique de la flore de France .version :27 avril 2021.<https://www.tela-botanica.org/projets/phytosociologie>



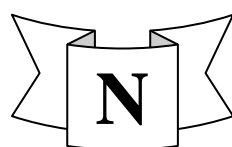
- **KOK M F, YONG FM, LIM G. 1987.**- Rapid extraction method for reproducible analysis or aroma volatiles. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 35: 779- 781.
- **K.W.Lee, Y.J.Kim, H.J.Lee and C.Y.Lee,**”Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine ,”J.Agric.Food Chem.,vol.51,pp.7292-7295,2003.
- **Kandouli Chouaib (2018).** Etude des propriétés antidiabétiques, antioxydantes et anti-inflammatoires des extraits hydrosolubles d’Anvillea radiata Coss. &Dur.sur le diabète de type 2 expérimentale induit par le régime (high fat) chez la souris C57/BL6J.Frères Mentouri Constantine.
- **KriefS(2003)** .Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance sanitaire et observation de l’alimentation des chimpanzés (Pan troglodytes schweinfurthii ) en Ouganda . Activités biologiques et étide chimique de plantes consommées To cite th. Ouganda.
- **K. Gheffour, K. Boucherit, and Z. Boucherit-Otmani,** “Étude phytochimique et évaluation de l’activité antioxydante des extraits d’Echinops spinosus,” Phytotherapie , vol. 13, pp. 288–294, 2015



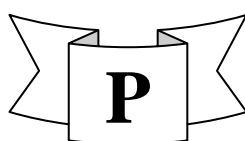
- **Li, HB. CHENG, K.W., WONG, C.C., FAN, K.W., CHEN, F., JIANG, Y.2007-** Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. Food chemistry.1032:771-776.
- **LOZIENE K, VENSKUTONIS P. R.2005.-**Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus pulegioides* Biochemical systematic and ecology, 33 517-525.



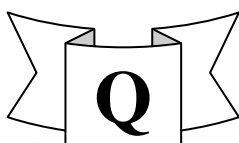
- **MACLEOD J L, TROCONIS N. G. 1982.-** Volatile flavour components of mango fruit. Phytochemistry, 21: 2523 -2526.
- **Morena M, Cristol. J.P., Bosc.J.Y., Tetta, C., Forret, Carvalho M. (2010).** Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia* L.Food chem.Toxicol
- **Michel, T., 2011.** Thèse de Doctort, universite d'orleans.
- **M.S. Blois,** <<Antioxidant determinations by the use of a stable Free Radical,>> Nature, vol.4617(181), pp.1119- 1200,1958.
- **Maataoui B.S, Hunyeur A, Hilalis .**Activités antiradicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica* ).2006. Lebanese Science Journal .7(1) :3-8.
- **Musa,K.H. Abdullah ,A.,&Al-Haiqi, A .(2016).**Determination of DPPH free radical scavenging activity: Application of artificial neural networks. Food Chemistry.
- **M. Edeas,** “Les polyphénols et les polyphénols de thé,” *Phytotherapie*, vol. 5, pp. 264– 270, 2007.



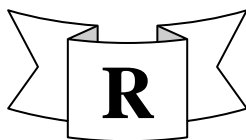
- **NICOLAS V. 2012.-** Contribution chimique a la defintion de la qualite : exemples des spiritueux de myrte (*Myrtus communis* 1) et de cedrat (*Citrus medica* 1). Thèse de doctorat en chimie. Université de Corse – pascal Paoli. 252 p.



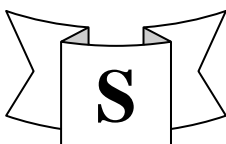
- **Queneau P,** <<L'aspirine : elle a marché sur la luneN » *Médecine*,vol .2,n°%16,pp.253-225,Junin2006 .



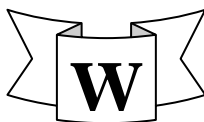
- **Qamar W, et Sultana S. (2011).** Porypnenols from Juglans regia. (Walnut) Kernel modulate cigarette smoke extract induced acute inflammation, oxidative stress and lung injury in Wistar rats. Hum Exp. Toxicol.



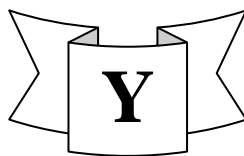
- **Rates, S.M.K., 2001.**Plants as source of drugs. Toxicol,39: 603-613.DOI:10.1016/S0041-0101(00)00154-9
- **Rusu, M.E., Gheldiu, A.M., Mocan, A.,Moldovan, C.,Popa, D.S.,Tomuta,I.,&Vlase,L.(2018).**Process Optimization for improved phenolic compound recovery from walnut (Juglans regia L.)septum: Phytochemical profile and biological activities.



- **SPIGNO G, TRAMELLI ., De FAVERI D . M . 2007.** – Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. Journal of Food engineering, 81: 200- 2
- **Sévenet T, Tortora C., 1994.**Plantes, molécules et médicaments. Nathan, CNRS Edition.Paris.
- **Salido , G.M.,Sage,S.O,et Rosado ,J.A.(2009).**TRPC channels and store-operated Ca<sup>2+</sup>entry.Biochimica et BiophysicaActa (BBA)-Molecular Cell Research.
- **Singleton V. L and Rossi J.A.J. 1965.**Colorimetry of totale phenolics with phosphomolybdic -phosphotungstic acid reagents. Amer. J.Enol.Viticult.
- **Schroeder,M.P.,&Messing , A.M.(1949).**Methods for comparing the antibacterial activity of essential oils and other aqueous insoluble compound.
- **Saller R, J.Melzer and M.Felder,2008.**Pain relief with a proprietary extract of Willow bark in rheumatology.An OpenTrial.Schweiz. Zschr.Ganzheits Medizin,20: 156-162.DOI:10.5167/uzh-13538
- **S.Al-Kharabsheh,M.Al-dabbas,and H.Ghazzawi,**”Antioxidant activity and &-amylase inhibitory effect of selected medicinal plants grown in jordan: an in -vitro study,”J.Arab soc.Med.,vol.12,pp.19-26,2017.
- **SallahEddine A (2018).** Phytotherapie et plantes medicinales. Université des Frères Mentouri Constantine.
- **S. deOliveiraa, G.A. de Souzaa, C.R.Eckerta,T.A.Silvaa,E.S.Sobralb,O.A.Fàverob,M.J.P.Ferreirab, P.Romoffb and Wilhelm Josef Baadera,** “Evaluation Of Antiradical Assays Used In Determining The Antioxidant Capacity Of Pure compounds and plant extracts,”Quim.Nov.,vol.37,pp.497-503,2014.



- **Weidner H, et Rack G**, 1984. Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds, Eschborn GTZ,p. 54 et 129.



- **Yahi, 2013** : contribution à l'étude ethnobotanique dans la wilya de *saiida* 68p.