

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biochimie et de Microbiologie

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologiques
Option : Microbiologie appliquée

THÈME

Caractérisation phytochimique, physicochimique et
évaluation des activités biologiques de la partie
aérienne d'*Artemisia arborescens*

Présenté par :

- M^{elle} AZZAZ Melissa
- M^{elle} AMARA Sabrina

Devant le jury :

Président de jury :	Mr Yezid H.	MCA	UMMTO
Examinatrice :	M ^{elle} Asmani k.	MCA	UMMTO
Promotrice :	M ^{me} Benazzouz k.	MCB	UMMTO

Année universitaire : 2021/2022



Louange à Dieu, le Tout-Puissant, pour nous avoir donné la force, le courage et la patience afin d'accomplir ce mémoire.

Nos profonds remerciements à notre promotrice : Mme Benazzouz Kinza épouse Kesbia Maître de conférence 'B' à l'UMMTO, pour nous avoir fait l'honneur de nous encadrer et de diriger notre travail, pour ces conseils, sa patience, sa gentillesse et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous exprimons toutes nos gratitudees à Mr Yezid H. Maître de conférence 'A' à l'UMMTO, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Nos profonds remerciements à M^{elle} Asmani k. Maître de conférence 'A' à l'UMMTO d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent à M^{me} Taleb Toudert K. qui nous a fourni aimablement les insectes pour notre étude.

Nous adressons nos vifs remerciements aux ingénieurs des laboratoires d'analyses physico-chimiques et de Microbiologie pour leurs aides et leurs encouragements.

Melissa et Sabrina



Je dédie ce modeste travail à :

À mes chers parents : Marzouk et Ouiza, pour tous leurs sacrifices, amour, tendresse et leurs soutiens tout au long de mes études.

À mes chers frères Mohamed Ameziane et Massinissa, pour leur appui et encouragements.

À ma chère grand-mère paternelle Ouerdia, source de savoir et de sagesse que j'aime beaucoup.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

À mon binôme et amie Sabrina avec qui j'ai eu l'honneur de travailler et de partager cette belle expérience.

Melissa



Je dédie ce modeste travail à :

À la mémoire de mon cher père Azouaou, Dieu lui fasse miséricorde. Pour tous les efforts qu'il a fourni pour notre réussite et notre bien-être. Que Dieu le tout puissant l'accueille dans son vaste paradis.

À l'être le plus cher au monde, ma mère Karima, pour son amour infini, tous ses sacrifices, son soutien et ses encouragements, et pour ses prières tout au long de mes études. Que Dieu nous la préserve et lui accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur.

À mon frère Ferhat et mes deux sœurs Lynda et Safia pour leurs aides et encouragements.

À tous ceux qui m'ont aidé et contribué à la réalisation de ce travail.

À mon binôme et amie Melissa, avec qui j'ai eu l'honneur de travailler et de partager cette belle expérience.

Sabrina

Liste des abréviations

A. arborescens : *Artemisia arborescens*.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

ATCC: American Type Culture Cells.

BHIB : Bouillon cœur-cervelle.

CG/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée au spectromètre de masse.

CH₃COONa: Acétate de sodium.

COVID-19 : Coronavirus Disease 2019.

Da : Dalton

DMSO : Diméthylsulfoxyde.

EAG : Equivalent d'acide gallique.

E. coli : *Escherichia coli*.

FeCl₃ : Chlorure ferrique.

GN : Gélose nutritive.

HCl : Acide chlorhydrique.

HEs : Huiles essentielles.

HSV : Virus Herpès Simplex.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

Mg : Magnésium

MH : Mueller Hinton.

N : Normalité.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

OH : Hydroxyle.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : Potentiel hydrogène.

PPT : Polyphénols totaux.

PR : pourcentage de répulsion.

P. aeruginosa : *Pseudomonas aeruginosa*.

SARS-COV-2 : Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2.

S. aureus : *Staphylococcus aureus*.

S. oryzae : *Sitophilus oryzae*.

UFC : Unité formant de colonie.

Liste des figures

Figure 01 : <i>Artemisia arborescens</i> L.....	5
Figure 02 : Squelette des composés phénoliques.....	10
Figure 03 : Structures de base des acides phénoliques.....	11
Figure 04 : Structure de base des flavonoïdes.....	11
Figure 05 : Structure de base des flavonoïdes et leurs classes.....	12
Figure 06 : Structures des tanins.....	14
Figure 07 : Structures de quelques alcaloïdes.....	15
Figure 08 : Molécule d'isoprène.....	15
Figure 09 : Préparation de matériel végétal.....	19
Figure 10 : Protocole d'extraction des polyphénols totaux.....	25
Figure 11 : Schéma récapitulatif du protocole de dosage des polyphénols totaux.....	27
Figure 12 : Revivification et repiquage des souches bactériennes.....	28
Figure 13 : <i>Sitophilus oryzae</i> sous la loupe binoculaire.....	32
Figure 14 : Evaluation de l'activité insecticide des extraits par test d'inhalation.....	35
Figure 15 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	42
Figure 16 : Résultats de l'effet répulsif des deux extraits (A : extrait méthanolique ; B : extrait aqueux) sur les adultes de (<i>S. oryzae</i>).....	48

Liste des tableaux

Tableau I : Microorganismes testés.....	20
Tableau II : Préparation de la gamme de dilution de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	27
Tableau III : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald (1970).....	36
Tableau IV : Résultats de quelques paramètres physico-chimiques caractérisant la plante <i>Artemisia arborescens</i>	38
Tableau V : Résultats d'analyses phytochimiques d' <i>Artemisia arborescens</i>	40
Tableau VI : Résultats de rendement en extraits secs méthanolique et aqueux d' <i>Artemisia arborescens</i>	41
Tableau VII : Teneurs en polyphénols des extraits d' <i>Artemisia arborescens</i>	43
Tableau VIII : Caractéristiques morphologiques observées chez les bactéries testées.....	44
Tableau IX : Résultats de l'activité antibactérienne des différents extraits.....	45
Tableau X : Activité antifongique des extraits (méthanolique et aqueux vis-à-vis de <i>Penicillium</i> sp.....	46

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
---------------------------	----------

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01: *Artemisia arborescens*

1. Classification taxonomique	4
2. Description botanique de la plante	4
3. Nomenclature	5
4. Habitat	5
5. Composition chimique	6
6. Utilisation de la plante.....	6
7. Toxicité.....	7
8. Etudes récentes sur <i>Artemisia arborescens</i>	7

Chapitre 02: Métabolites secondaires

1. Classification des métabolites secondaires	9
1.1. Composés phénoliques	9
1.1.1. Forme simple.....	10
1.1.1.1. Les acides phénoliques	10
1.1.1.2. Flavonoïdes	11
1.1.2. Formes condensées.....	13
1.1.2.1. Tanins.....	13
1.1.2.1.1. Tanins hydrolysables	13
1.1.2.1.2. Tanins condensés	13
1.1.2.2. Lignines	14
1.2. Alcaloïdes	14

1.3. Terpénoïdes	15
1.4. Huiles essentielles.....	16
1.4.1. Domaines d'utilisation des huiles essentielles	16

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre 01 : Matériel et méthodes

1. Matériel	18
1.1. Matériel végétal	18
1.2. Matériel de laboratoire.....	19
1.2.1. Appareillage et réactifs.....	19
1.2.2. Matériel biologique	19
2. Méthodes	20
2.1. Caractéristiques physico-chimiques de la partie aérienne de la plante	20
2.1.1. Détermination de la teneur en eau (Humidité).....	20
2.1.2. Mesure du pH.....	21
2.1.3. Détermination de l'acidité titrable.....	21
2.1.4. Détermination de la teneur en cendres	22
2.2. Analyse phytochimique de la partie aérienne d' <i>Artemisia arborescens</i>	23
2.2.1. Préparation de l'infusé	23
2.3. Détermination de la teneur en polyphénols totaux	24
2.3.1. Extraction des polyphénols	24
2.3.1.1. Préparation des extraits	25
2.3.1.2. Détermination du rendement d'extraction	26
2.3.2. Dosage des polyphénols totaux	26
2.4. Test des activités biologiques	28
2.4.1. Test de l'activité antibactérienne.....	28
2.4.1.1. Revivification et vérification de la pureté des souches.....	28
2.4.1.2. Evaluation de pouvoir antibactérien	30
2.4.2. Test de mesure de l'activité antifongique.....	31
2.4.3. Test de l'activité insecticide	32

Chapitre 02: Résultats et discussion

1. Résultats des paramètres physico-chimiques	38
---	----

2. Résultats d'analyse phytochimique d' <i>Artemisia arborescens</i>	39
3. Résultats d'extraction et de dosage des Polyphénols totaux	41
3.1. Rendement des extraits méthanolique et aqueux.....	41
3.2. Dosage des polyphénols totaux	42
4. Activités biologiques.....	44
4.1. Test de l'activité antibactérienne	44
4.1.1. Vérification de la pureté des souches	44
4.1.2. Résultats d'évaluation de l'activité antibactérienne.....	44
4.2. Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique	46
4.3. Activité insecticide	47
4.3.1. Test d'inhalation.....	47
4.3.2. Test de répulsion	48
Conclusion et perspectives	50

Références bibliographiques

Annexes

Résumé



Introduction

L'histoire de la phytothérapie est étroitement liée à celle de l'humanité. Depuis la préhistoire, l'Homme est attaché à son environnement, trouvant dans les végétaux des aliments nourrissants, mais aussi des remèdes à ses maux, et il a appris à ses dépens à discerner les plantes toxiques (Chabrier et *al.*, 2010). Au fil des siècles et des différentes civilisations, la médecine par les plantes s'est développée (Laurent, 2017). Le monde végétal offre à la thérapeutique des matières premières abondantes et variées (Chabrier et *al.*, 2010).

L'augmentation de la résistance des bactéries aux antibiotiques a dirigé la recherche pour l'identification de nouvelles biomolécules alternatives et efficaces avec une large activité antibactérienne. Les plantes médicinales et aromatiques constituent une source importante de molécules bioactives, qui pourraient être exploitées dans la thérapie des maladies infectieuses (Bouyahya, 2017).

En raison des effets négatifs des pesticides (intoxication, pollution de l'environnement, problème de résistance chez les insectes), de nombreuses études sont en cours pour isoler ou identifier des substances secondaires extraites de plantes qui ont une activité insecticide, répulsive vis-à-vis des insectes avec moins de conséquences nocives (Camara, 2009). Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), près de 80 % des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire (Daouda, 2015).

L'Algérie par sa position géographique, non seulement offre une très grande diversité écologique et floristique, et aussi l'un des pays méditerranéens qui ont une longue tradition médicale qui s'est accumulée grâce au contact avec de nombreuses civilisations (Berbères, romains, arabes, ottomans et français) (Benyamina, 2019).

Parmi les plantes médicinales les plus répandues en Algérie, on trouve des espèces appartenant au genre *Artemisia*, auquel appartient l'espèce *Artemisia arborescens*. C'est une plante qui possède de nombreuses vertus médicinales, utilisée pour le traitement de troubles digestives et connue pour ses propriétés antimicrobiennes et antiseptiques.

Ainsi, le présent travail est consacré à l'analyse physico-chimique, phytochimique de la plante, et à l'étude de l'activité antimicrobienne et insecticide des deux extraits méthanolique et aqueux d'*Artemisia arborescens*. Dans ce contexte, nous avons divisé notre travail en deux parties :

- ✚ La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique relative à la plante étudiée et aux métabolites secondaires.

- ✚ La deuxième partie est expérimentale, elle est basée sur :
 - L'étude des caractères physico-chimiques.
 - Le screening phytochimique de ses principes actifs.
 - L'extraction des composés phénoliques de la plante.
 - Le dosage des polyphénols totaux.
 - L'étude de l'activité antibactérienne, antifongique et de l'activité insecticide des extraits.
 - La discussion des résultats obtenus.

Enfin, ce travail se termine par une conclusion et quelques perspectives.

Artemisia arborescens

Avec plus de 400 espèces, *Artemisia* est l'un des genres les plus diversifiés et les plus étudiés de la famille des Asteraceae (Mucciarelli et Maffei, 2002). Anciennement appelée composées, cette famille est l'une des plus répondues dans le monde végétal. Elle comprend plus de 13 tribus, 1000 genres et 23000 espèces (Guignard, 1994). Il en existerait 109 genres et 408 espèces en Algérie (Quezel et Santa, 1963).

D'après Renouf (2019), le nom "*Artemisia*" est dérivé d'Artémis la déesse de la chasse et protectrice des femmes, qui avait découvert les effets de la plante.

1. Classification taxonomique

D'après Guignard (1998), la classification systématique de l'armoise arborescente est comme suit :

- **Embranchement** : Spermatophytes
- **Sous embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Eudicotyledones
- **Famille** : Astraceae
- **Genre** : *Artemisia*
- **Espèce** : *Artemisia arborescens*

2. Description botanique de la plante

Artemisia arborescens est une plante vivace à feuillage persistant, caractérisée par une odeur très aromatique et un goût amer (identique à celle d'*Artemisia absinthium*) (Ait Youcef, 2006).

D'après Rouani (2015), la plante se présente sous forme d'un arbuste unicaule, très ramifié pouvant atteindre 1 m, à rameaux dressés étalés, très feuillés. Feuilles soyeuses, grisâtres, de taille décroissante de bas en haut de la plante, et d'une forme ovale, non ponctuées. Elles sont pétiolées profondément divisées en lanières linéaires, pennatiséquées. Les feuilles inférieures sont tripennatiséquées (trois fois découpées) tandis que les feuilles supérieures sont unies ou bipennatiséquées (Figure 01). L'inflorescence est formée de capitules volumineux, penchés puis devenant verticaux, de 5 à 6 mm de diamètre, à court pédoncule floral. Les fleurs sont globuleuses, jaunes et disposées en grappes courtes unilatérales. La Période de floraison : avril- juin (Rameau et *al.*, 2008).

Les fruits sont des akènes lisses glanduleux avec des tubercules. Le tronc est très rameux et volumineux, ses tiges sont ligneuses et très feuillées (Ait Youcef, 2006).



Figure 01 : *Artemisia arborescens* L. (Rouani, 2015)

3. Nomenclature

- Nom scientifique : *Artemisia arborescens* L.
- Nom vernaculaire :
 - En berbère : Tacetta Meriem (Grande Kabylie en Algérie) (Ait Youcef, 2006).
 - En arabe : Hadjrets Meryem, Chajarat Meryem (Algérie) ; Sezret Meryem (Tunisie) ; Chiba, Chibat Al'ajûz (Maroc) (Bellakhdar, 1997 ; Ait Youcef, 2006).
 - En anglais : Powis Castle.
 - En français : Armoise arborescente, absinthe arborescente, absinthe maritime.

4. Habitat

Artemisia arborescens est une plante commune de bassin méditerranéen (Zarga et al., 1995), présente en Afrique du Nord notamment au Maroc, en Tunisie et en Algérie où se trouve sur les coteaux et les rivages maritimes, dans les rocailles et les broussailles du littoral, et rarement dans l'Atlas tellien à l'intérieur de l'Algérie. Elle est aussi présente dans certains pays d'Europe méridionale (France, Espagne, etc.), certains pays de l'orient et en Asie.

5. Composition chimique

Au Liban, selon Elbeyrouthy et *al.* (2011) quarante-trois composés représentant 95.33 % d'échantillon ont été identifiés au niveau de l'huile essentielle d'*Artemisia arborescens* L. La composante principale était β -thuyone (68.5 %), suivie de Chamazulène (12.3 %), et quelques quantités moindres de Terpinen-4-ol (1.8 %), myrcène (1.3 %), α -thuyone (1.2 %), linalool (1 %), cis-thuyanol-4-ol (1 %), carvacrol (0.9 %), β -cubebene (0.8 %) et de camphre (0.8 %). Cependant, il a été démontré que l'huile essentielle extraite de la partie aérienne séchée d'*Artemisia arborescens* L. recueillie à Bejaïa (Algérie), est constituée de Chamazulène (30.2 %), le β -thuyone (27.8 %), β -eudesmol (8.1 %) et le catalponol (5.5 %) (Belhamel et *al.*, 2010).

6. Utilisation de la plante

➤ Usage interne

En médecine traditionnelle, le rameau et les feuilles d'*A. arborescens* sont utilisés sous forme d'infusé ou décocté comme remède apéritif et digestif, pour traiter les crises asthmatiques et les troubles intestinaux, comme remède antispasmodique, antimicrobien, diurétique, antidiabétique, emménagogue, cholagogue (cholécystocinétique : provoque la contraction de la vésicule biliaire et assurer ainsi sa vidange). Employé aussi comme vermifuge et antihelminthique, fébrifuge, hypotensif, et comme remède tonique et réchauffant. Il est pris à petites doses et bu par petites gorgées, le goût fortement amer joue un rôle dans son effet thérapeutique (Bnouham et *al.*, 2002 ; Ait Youcef, 2006).

Les fleurs d'*A. arborescens* sont connues par des activités pharmacologiques comme : digestive, stimulante et expectorante (Tiwari, 2008). En Chine, cette plante est utilisée dans le traitement de paludisme (Lamharrar et *al.*, 2007). À doses très élevées, *Artemisia arborescens* est connue par ses propriétés abortives (Bellakhdar, 1997).

En aromathérapie scientifique, *Artemisia arborescens* est considérée comme un anticatarrhale, mucolytique, anti-inflammatoire, antispasmodique, régulateur menstruel, antiallergique, cholérétique.

➤ **Usage externe**

Au Maroc, la plante est employée en usage externe sous forme de cataplasme, comme remède contre les morsures de serpents et les piqûres de scorpions. Aussi, la plante réduite en poudre peut être appliquée sur les plaies (Ait Youcef, 2006).

7. Toxicité

Bellakhdar (1997), affirme que l'usage de la plante *A. arborescens* devient toxique une fois la dose thérapeutique est dépassée, cela est dû à la présence de bêta-thuyone qui rend l'huile essentielle hautement convulsivante et épileptisante. D'après Ait Youcef (2006), 12 grammes de l'huile essentielle d'*Artemisia arborescens* est suffisante pour provoquer des convulsions, la constriction de la mâchoire (ou trismus) et l'apparition d'écume aux lèvres. De plus, elle est connue par son effet abortif.

8. Etudes récentes sur *Artemisia arborescens*

Le traitement à base d'*Artemisia* assure une protection efficace contre la néphrotoxicité induite par les œstrogénostatifs en restaurant les activités du rein. L'effet protecteur d'*Artemisia arborescens* a été principalement attribué aux propriétés anti-oxydantes ainsi qu'à la présence d'acides phénoliques et des flavonoïdes (Dhibi et al., 2016).

L'activité de l'huile essentielle d'*Artemisia arborescens* sur les cellules cancéreuses de mélanome est capable de déclencher la mort apoptotique interférant probablement avec les mécanismes de défense endogènes (Russo et al., 2020).

L'étude de Saddi et al. (2007) a démontré l'activité antivirale de l'huile essentielle in vitro obtenue à partir d'*A. arborescens* L. contre les virus herpès simplex 1 et 2 (HSV-1 et HSV-2). Le mode d'action de l'huile essentielle en tant qu'agent anti-herpèsvirus semble être particulièrement intéressant en raison de sa capacité à inactiver le virus et d'inhiber la transmission du virus de cellule à cellule. Dernièrement, plusieurs chercheurs ont montré que des extraits de différentes espèces d'*Artemisia* sont actifs contre le SARS-CoV-2. Les résultats d'études récentes indiquent que l'artémisinine et ses dérivés (ARTs) altèrent l'infection virale de SARS-CoV-2 en modulant les voies métaboliques et les processus centraux de régulation des cellules infectées par le virus. Ce qui en fait potentiellement un médicament contre le COVID-19 (Kshissagar et Rao, 2021).

Métabolites secondaires

Les métabolites sont des molécules organiques intermédiaires ou proviennent des réactions biochimiques qui se produisent au niveau de la cellule.

Chez les végétaux, deux types de métabolites sont définis :

➤ Métabolites primaires

Inclus l'ensemble des glucides, protéines, lipides, et acides nucléiques indispensables à la survie de la plante (Zekkad, 2017). Ils sont impliqués directement dans les processus vitaux à savoir la croissance, le développement et la reproduction (Vu, 2008).

➤ Métabolites secondaires

D'après Mansour (2009), les métabolites secondaires peuvent être définis comme étant des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes. Elles sont spécifiques des végétaux supérieurs. Ce sont des molécules phytochimiques de structures complexes qui varient selon l'espèce, trouvées dans différentes parties de la plante et secrétées à un moment donné de sa vie (Kouwelton, 2018). Ils interviennent dans les interactions de la plante avec son environnement biotique et abiotique et lui permettent ainsi de s'adapter à son milieu (Kreif, 2003).

1. Classification des métabolites secondaires

Selon Crozier et *al.* (2008) les métabolites secondaires sont classés en trois groupes selon leur voie de synthèse : les composés phénoliques (CP), les alcaloïdes et les terpénoïdes.

1.1. Composés phénoliques

Molécules chimiques constituées d'un noyau aromatique (noyau benzénique) auquel se lie un ou plusieurs groupements hydroxyles (OH), libres ou bien engagés dans une autre fonction ester, hétéroside, éther, etc (Figure 02) (Lugasi et *al.*, 2003 ; Sun et *al.*, 2011 ; Kabran et *al.*, 2014).

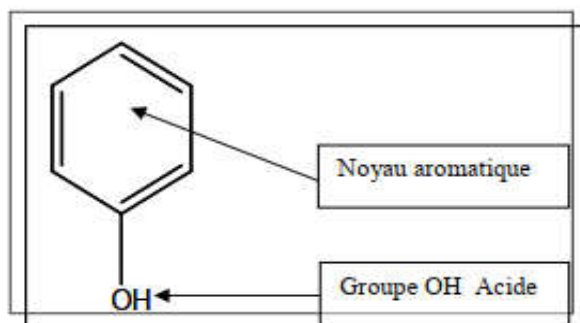


Figure 02 : Squelette des composés phénoliques.

Les CP sont présents dans tous les compartiments de la plante de fait de leurs importants rôles dans les interactions de la plante avec son environnement. Ils sont considérés comme antioxydants et agents de pigmentation (Alasalvar et *al.*, 2001), un signal de reconnaissance entre les plantes (symbioses) et ils confèrent la protection contre les microorganismes pathogènes et les rayonnements UV (Macheix et *al.*, 2005).

Les composés phénoliques sont classés selon la complexité du squelette carboné, le degré de modification de ce squelette (méthylation, hydroxylation...) et les liaisons possibles avec d'autres molécules (lipides, protéines, autres métabolites) (Royer, 2013).

1.1.1. Forme simple

1.1.1.1. Acides phénoliques

Selon Benyahya (2014), ils sont répartis en deux groupes (Figure 03) :

- Acides hydroxybenzoïque : dérivés de l'acide benzoïque, ils existent sous forme : libre, d'ester ou de glycoside. Leur structure de base est de type C6-C1 (Brianceau, 2015). Exemple : Acide salicylique.
- Acides hydroxycinnamiques : dérivés de l'acide cinnamique, existent sous forme combinée avec des molécules organiques et une structure de base C6-C3. Parmi les molécules importantes de ce groupe : l'acide férulique, l'acide caféique (Nadour, 2010).

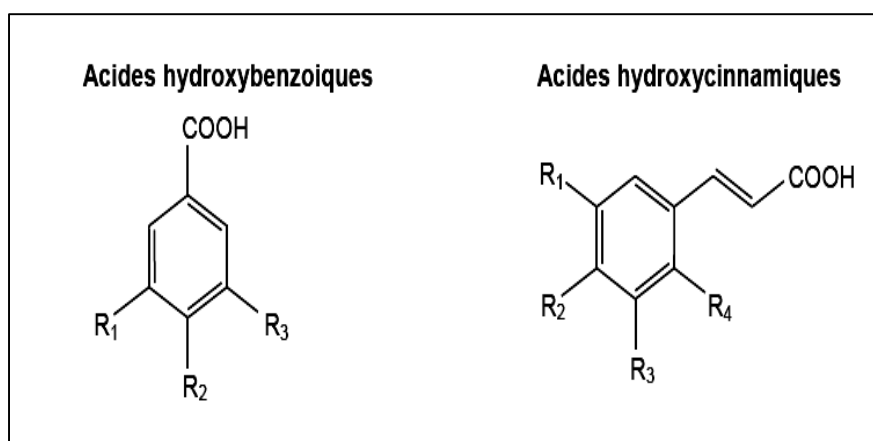


Figure 03 : Structures de base des acides phénoliques (Lopez-Giraldo, 2008).

1.1.1.2. Flavonoïdes

Du latin, le mot flavus signifie jaune (Malesev et kuntic, 2007). Les flavonoïdes représentent la sous classe la plus répandue de règne végétal (Laguna, 2019) avec plus de 6500 structures identifiées, responsables de la coloration et de l'arôme des fruits et fleurs, ce qui attire les différents pollinisateurs et assurant ainsi la reproduction de l'espèce (Bruneton, 1999).

Les flavonoïdes sont synthétisés à partir de l'acide aminé phénylalanine (Havsteen, 2002), leur structure de base (Figure 04) est un diphenyle propane à 15 atomes de carbone (C₆-C₃-C₆), constitué de 2 cycles aromatiques (A) et (B) reliés par un noyau hétérocyclique pyranne (C) (Emernciano et *al.*, 2007 ; Carvalho et *al.*, 2013 ; Laguna, 2019). À l'état naturel les flavonoïdes se trouvent sous forme d'hétérosides (Bruneton, 1999 ; Ghedira, 2005).

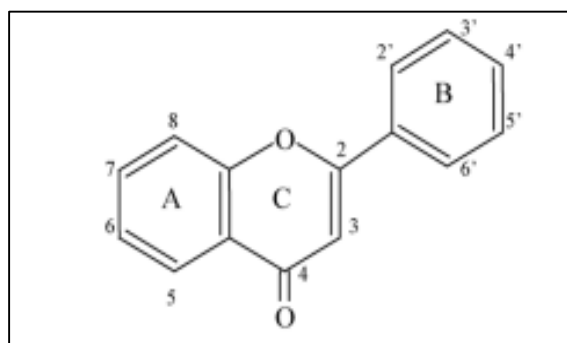


Figure 04 : Structure de base des flavonoïdes (Cuchnie et Lamb, 2005).

Métabolites secondaires

Grâce à leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimutagène et anti-cancérogènes, les flavonoïdes sont utilisés depuis des siècles dans la médecine traditionnelle et sont aujourd'hui considérés comme l'un des éléments les plus importants dans plusieurs domaines : pharmaceutique, cosmétique...etc. Ils inhibent des enzymes virales comme la transcriptase inverse et la protéase et tuent des souches bactériennes et certains protozoaires pathogènes (Havsteen, 2002).

➤ Classification

Les flavonoïdes sont subdivisés en différents sous-groupes en fonction de carbone du cycle (C) sur lequel le cycle (B) est attaché, et de degré d'insaturation et d'oxydation du cycle (C) (Figure 05) (Panca et al., 2016).

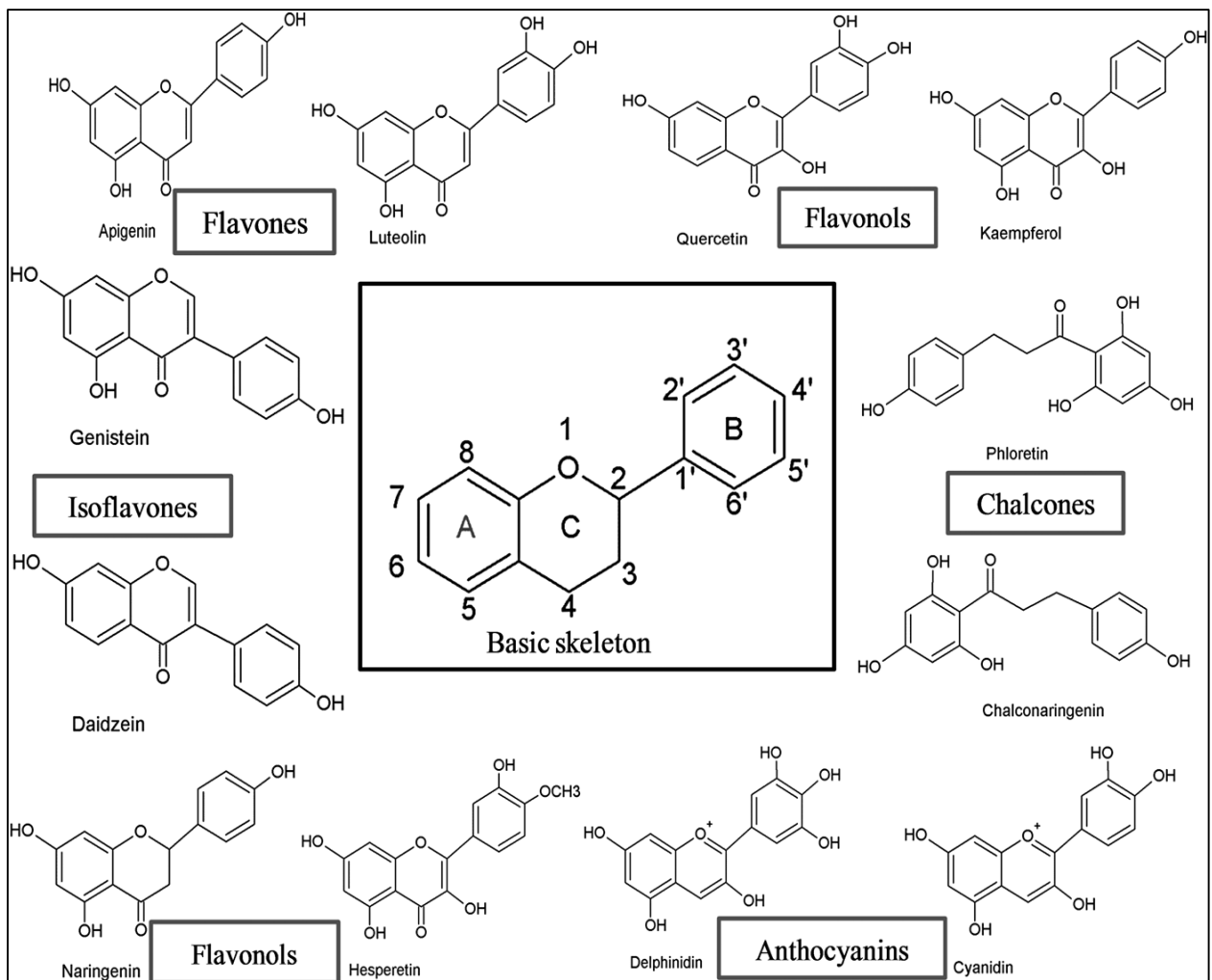


Figure 05 : Structure de base des flavonoïdes et leurs classes (Panca et al., 2016).

1.1.2. Formes condensées

Composés obtenus par la condensation de certaines formes simples des CP. Difficiles à étudier donc pour les analyser, elles sont soumises à une dégradation enzymatique ou chimique.

1.1.2.1. Tanins

Substances végétales hydrosolubles, ayant un poids moléculaire varie entre 500 et 3000 Da (kamra et *al.*, 2006), jouent un rôle de défense contre les parasites et les prédateurs (herbivores et insectes) (Paolini et *al.*, 2003 ; Bruneton, 2009 ; Ozcan et *al.*, 2014) . Elles sont à l'origine de l'astringence de fruits et légumes (Sami-Manchado et Cheynier, 2006).

Selon leur structure et leur origine biogénétiques, les tanins sont subdivisés en deux groupes (Bruneton, 1999) :

1.1.2.1.1. Tanins hydrolysables

Polyesters de glucides et d'acides phénols (Figure 06), aisément hydrolysés dans le milieu alcalin ou acide, ou bien par l'action enzymatique de tannases en oses (glucose en général) et en acides phénols (l'acide gallique dans le cas des tanins galliques, l'acide hexahydroxydiphénique et dérivés tel que l'acide ellagique en cas des tanins ellagiques) (Mole et *al.*, 1993 ; Sarni-Manchado et Cheynier, 2006) .

1.1.2.1.2. Tanins condensés

Appelés aussi proanthocyanidols (PAs) ou tanins catéchiques, ce sont des macromolécules dont le poids moléculaire est compris entre 300-500 Da. Il s'agit de polymères flavaniques composés d'unités de flavon-3-ols liées entre elles par des liaisons carbone-carbone. Ils ne possèdent pas d'oses dans leurs molécules (Figure 06) (Bruneton, 1999 ; Laguna, 2019).

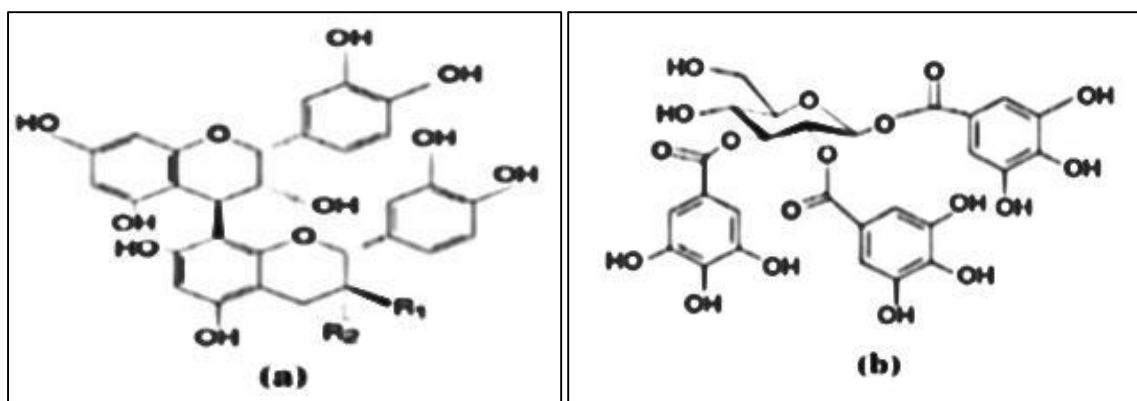


Figure 06 : Structures des tanins : (a) condensés ; (b) hydrolysables. (Ribreau-Gayon, 1968 ; Iserin *et al.*, 2001 ; Lamy *et al.*, 2011)

1.1.2.2. Lignines

Synthétisés par polymérisation d'unités monomériques, appelées monolignols (Morot-Gaudry et Prat, 2012), les lignines constituent un polymère amorphe et hydrophobe qui, en se déposant dans les parois cellulaires cellulosiques, leur confère une grande rigidité et une importante résistance mécanique.

1.2. Alcaloïdes

Composé de 2 mots : de l'arabe « Al kaly » qui signifie la soude et de grec « eidos » qui veut dire l'aspect (Mangambu *et al.*, 2014). Le terme alcaloïde est introduit pour la première fois au XIX^e siècle (1818) en Allemagne par la pharmacienne Meissner pour indiquer toute molécule naturelle qui réagit comme une base (alcalis) (Dunet, 2009).

Selon Faustin (2013), Bruneton définit un alcaloïde comme « Un composé organique hétérocyclique d'origine naturelle (le plus souvent végétale), azoté, plus ou moins basique, de distribution restreinte et doué, à faible dose, de propriétés pharmacologiques marquées ».

Les alcaloïdes sont biosynthétisés principalement à partir d'acides aminés. À l'état normal, ils sont généralement salifiés par les acides organiques (tartrates, malates, etc.) ou combinés à des tanins (Merzougui et Tadj, 2015). Chez les végétaux, il est plus probable que leur amertume ait un rôle dans la protection de la plante contre les prédateurs (herbivores, microorganismes). Ils pourraient aussi servir de réservoir d'azote.

Certaines substances peuvent ainsi être analgésiques (morphine), antipaludiques (quinine), anticancéreuses (vinblastine, vincristine), Anti-hypertensive (résérpine), antitussive (codéine),

détressant cardiaque, stimulant centrale (Caféine), diurétique, anesthésiant local (cocaïne), sympathomimétique (éphédrine) (Badiaga, 2011).

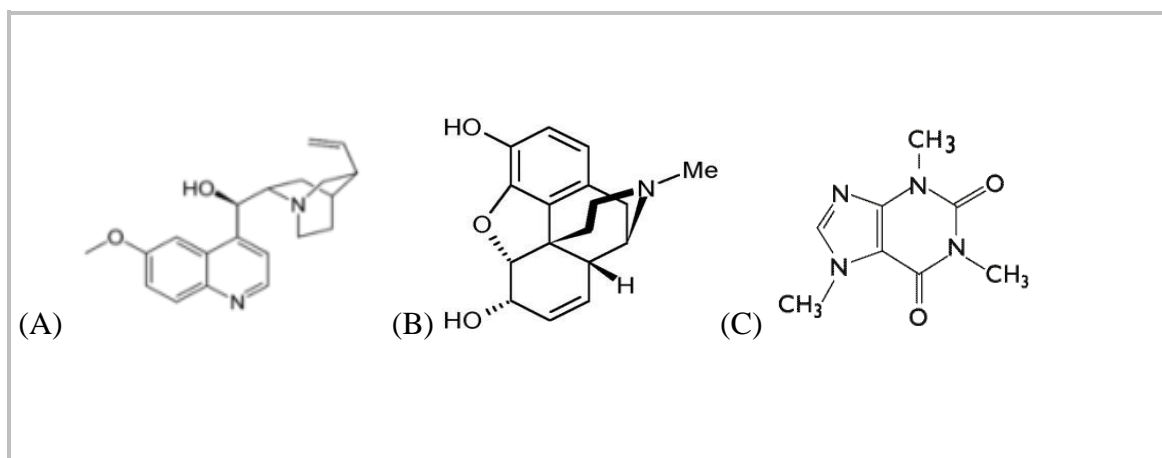


Figure 07 : Structures de quelques alcaloïdes : (A) Quinine ; (B) Morphine ; (C) Caféine.

1.3. Terpénoïdes

Les terpénoïdes ou isoprénoïdes sont des produits naturels à base d'isoprène ayant des rôles fondamentaux dans le métabolisme de tous les organismes (Bergman et *al.*, 2019). Ce sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou de chaîne ouverte (Merzougui et Tadj, 2015), résultant de la combinaison de plusieurs unités d'isoprènes à 5 carbones ($C_5 H_8$) (Figure 08).

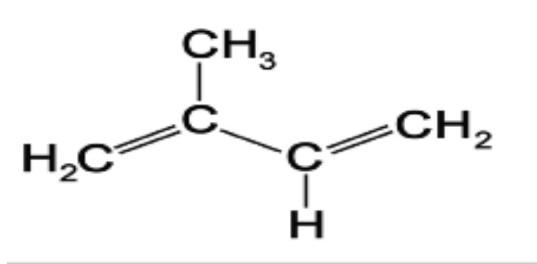


Figure 08 : Molécule d'isoprène.

Avec la découverte des propriétés antimicrobiennes, antifongiques, antiparasitaires, antivirales, anti allergènes, antispasmodiques, anti-hyperglycémiques et anti-inflammatoires des terpènes, et aussi des caractéristiques anticancéreuses de certains monoterpènes, leur importance dans le secteur pharmaceutique a été renforcée (Zakkad, 2017).

1.4. Huiles essentielles

Elles sont des substances odorantes, volatiles, très concentrées et offrant une forte concentration en principes actifs (Lardry et Haberkom, 2007). L'appellation « Huile » est due au caractère visqueux et hydrophobe, « Essentielle » est due au caractère principal typique de la fragrance. Les huiles essentielles sont généralement composées des terpènes (hydrocarbures non aromatiques), des groupes aromatiques dérivés du phénylpropane et des composés oxygénés (alcools, aldéhydes, cétones, esters).

1.4.1. Domaines d'utilisation des huiles essentielles

✓ médecine

Les HEs ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie (Bruneton, 1999). Reconnues par leurs effets : anti-infectieux, antalgique, sédatif, antispasmodique, anti-Leishmania (Aloui et *al.*, 2016) et elles sont considérées comme agents antimicrobiens à large spectre (Randhawa et Alghamdi, 2011). L'activité antioxydante des HEs est exploitée dans la lutte contre le stress oxydatif qui est impliqué dans certaines maladies dégénératives comme les cancers, les accidents vasculaires cérébraux, l'arthrose, les maladies d'Alzheimer et de parkinson (Behl, 1999 ; Rezaie et *al.*, 2007).

✓ Industrie agro-alimentaire

L'amélioration de la qualité organoleptique des denrées alimentaires, et l'inhibition de la prolifération des microorganismes (Zaibet, 2016).

✓ Parfumerie et cosmologie

D'après Zaibet (2016), les HEs sont parmi les constituants de base des parfums, savons, crèmes, etc. Elles sont employées en tant qu'agents conservateurs grâce à leurs propriétés antimicrobiennes qui permettent d'augmenter la durée de conservation du produit. De plus, elles assurent l'odeur agréable de ces produits.



Matériel et méthodes

➤ Cadre d'étude

Notre travail expérimental s'est déroulé au niveau des laboratoires pédagogiques des analyses physico-chimiques (I et II) et microbiologiques de département Biochimie - Microbiologie, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

➤ Objectif de l'étude

L'objectif de notre travail était de mettre en évidence les caractéristiques physicochimiques et phytochimiques de la partie aérienne de la plante *Artemisia arborescens* ainsi que l'évaluation de l'activité antibactérienne, antifongique et insecticide des extraits de la plante.

Notre expérimentation est subdivisée en trois parties :

- ✓ Biochimique, qui consiste à l'analyse physico-chimique et phytochimique ainsi qu'à l'extraction et dosage des polyphénols.
- ✓ Microbiologique, dans le but d'évaluer l'effet antibactérien et antifongique de nos extraits (aqueux et méthanolique).
- ✓ Insecticide, dans laquelle nous avons testé l'activité insecticide des extraits aqueux et méthanolique sur l'espèce *Sitophilus oryzae*.

1. Matériel

1.1. Matériel végétal

➤ La récolte

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne (feuilles et tiges) d'*Artemisia arborescens*. Cette plante a été récoltée le matin pendant la saison de printemps (Avril, Mai 2022) au niveau du village Tighzert, Beni-Aissi de la région Beni-Douala qui se situe à la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie). La plante a été séchée à l'abri de lumière et d'humidité. Après séchage, les feuilles ont été séparées des tiges puis broyées et tamisées. La poudre obtenue a été conservée dans des flacons en verre à température ambiante et à l'abri de lumière et d'humidité jusqu'au moment de son utilisation (Figure 09).



Figure 09 : Préparation de matériel végétal.

1.2. Matériel de laboratoire

1.2.1. Appareillage et réactifs

Le matériel utilisé dans notre travail expérimental : solvants, réactifs chimiques, milieux de cultures et appareillages sont présentés en Annexe (01).

1.2.2. Matériel biologique

Les microorganismes (bactéries et champignon) testés par les extraits de la plante proviennent du laboratoire de Microbiologie de département Biochimie-Microbiologie de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Tableau I).

Tableau I : Microorganismes testés.

Souches bactériennes			
Espèce bactérienne	Type	Référence	Famille
<i>Escherichia coli</i>	Bacille à Gram négatif	ATCC 25922	Enterobacteriaceae
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bacille à Gram négatif	ATCC 27853	Pseudomonadaceae
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocci à Gram Positif	MU 50	Staphylococcaceae
Souche fongique			
Espèce fongique	Type	Famille	
<i>Penicillium sp.</i>	Filamenteux	Trichocomaceae	

2. Méthodes

2.1. Caractéristiques physico-chimiques de la partie aérienne de la plante

2.1.1. Détermination de la teneur en eau (Humidité) (AFNOR, 1986)

➤ Mode opératoire

Cinq grammes de feuilles mises dans une capsule en porcelaine, placée dans l'étuve pendant 15 min à $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Puis retirée de l'étuve et déposée dans un dessiccateur afin d'éviter la réhydratation et permettre le refroidissement. L'échantillon est pesé au moyen d'une balance de précision 0.001. L'opération est refaite pour le même échantillon jusqu'à obtention d'un poids constant.

➤ Expression des résultats

La détermination de la teneur en eau est calculée selon la formule ci-dessous :

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{M} \times 100 \dots \dots (1)$$

H : Humidité (%)

M1 : Masse de la capsule (tare) + la matière fraîche avant séchage (Feuilles) en g.

M2 : Masse de l'ensemble après séchage en g.

M : Masse de la prise d'essai en g.

2.1.2. Mesure du pH (NF V 05-108, 1970)

Le potentiel d'hydrogène (pH) est une variable qui permet la détermination de l'acidité d'un produit donné, mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

➤ Mode opératoire

- Deux grammes d'échantillon auquel on ajoute 15 mL d'eau distillée chaude.
- Broyage de mélange et laisser refroidir.
- Etalonner le pH-mètre avec des solutions tampons.

Prélever un volume V d'échantillon pour permettre l'immersion de l'électrode, puis noter la valeur affichée sur le pH-mètre.

NB : Il faut rincer l'électrode avant et après chaque mesure.

2.1.3. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

L'acidité titrable consiste à l'ensemble des acides organiques libres et acides minéraux.

➤ Principe

Il correspond au titrage de NaOH en présence de la phénolphtaléine comme étant un indicateur de pH.

➤ Mode opératoire

- Peser 2.5 g de la poudre de la partie aérienne de la plante.
- Placer l'échantillon dans un bécher, ensuite ajouter 25 mL d'eau distillée chaude, récemment bouillie et mélanger jusqu'à avoir un mélange homogène.
- Chauffer au bain-marie pendant 15 minutes.
- Après refroidissement, verser le contenu dans une fiole jaugée de 125 mL et compléter avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie, homogénéiser puis filtrer avec une passoire puis un papier filtre.
- Prélever un volume $V_0 = 25$ mL auquel on ajoute 3 à 5 gouttes de la phénolphtaléine.
- Verser à l'aide d'une burette la solution NaOH (0.1 N) tout en agitant le contenu Jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes. Le volume de NaOH ayant décoloré la solution est déterminé en faisant la lecture sur la burette graduée.

➤ Expression des résultats

La détermination de l'acidité titrable est en gramme d'acide citrique pour 100 g d'échantillon, elle est calculée selon la formule ci-dessous :

$$A (\%) = \frac{250 \times V_1 \times 100}{M \times V_0 \times 10} \times 0.07$$

A % = Pourcentage d'acidité titrable.

V_0 = Volume de la prise d'essai, exprimé en mL.

V_1 = Volume de NaOH (0.1 N) versé, exprimé en millilitre.

M = La masse de l'échantillon à analyser en gramme.

0.07 = Le facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent de l'acide citrique.

2.1.4. Détermination de la teneur en cendres (NF V 05-113, 1972)

➤ Principe

Calcination de l'échantillon à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention des cendres de couleur blanchâtre ou grise claire.

➤ Mode opératoire

Peser 5 g de l'échantillon dans des capsules en porcelaine. Placer les capsules dans le four à moufle à 550 °C pendant 5 heures.

Retirer les capsules et les mettre dans le dessiccateur. Après refroidissement, peser à l'aide d'une balance de précision 0.00001.

➤ Expression des résultats

Le calcul de la matière organique est déterminé selon l'équation ci-dessous :

$$MO \% = \frac{M_1 - M_2}{p} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

MO : Matière organique en g.

M1 : Masse de la capsule + prise d'essai en g.

M2 : Masse de la capsule + cendres en g.

P : Masse de la prise d'essai en g.

La détermination de la teneur en cendres (Cd) est comme suit :

$$Cd = 100 - MO \dots \dots \dots (3)$$

2.2. Analyse phytochimique de la partie aérienne d'*Artemisia arborescens*

Les différentes classes de métabolites secondaires que constitue la poudre de la partie aérienne de la plante (*A. arborescens*) sont mises en évidence grâce aux méthodes standards du screening phytochimique (Dohou et al., 2003 ; Kumar et al., 2010).

2.2.1. Préparation de l'infusé

Dix grammes de la poudre sont ajoutés à 50 mL d'eau distillée, porter le mélange à l'ébullition pendant 15 min, après filtration, le filtrat est ajusté à 100 mL avec l'eau distillée. L'infusé obtenu est utilisé pour l'analyse phytochimique.

➤ Anthocyanes

Dans un Erlenmeyer introduire 5 mL d'infusé, puis ajouter quelques gouttes d'HCl. La présence d'anthocyanes est indiquée par l'apparition d'une coloration rouge.

➤ Tanins

5 mL d'infusé auquel on ajoute quelques gouttes de la solution FeCl₃ (5 %). La coloration bleu noir implique la présence des tanins.

➤ Tanins galliques

Saturer le filtrat par l'acétate de Sodium (CH₃COONa), ajouter par la suite quelques gouttes de FeCl₃. Une réaction positive donne une coloration bleu foncée.

➤ Quinones libres

Ajouter 2 mL d'HCl (1N) à 2 g de poudre végétale, ensuite ajouter 20 mL de chloroforme et laisser reposer pendant 3 heures puis filtrer. 5 mL d'ammoniaque (½) sont ajoutés. La réaction est dite positive lorsqu'une coloration rouge violette apparaît.

➤ Saponosides

Prendre 2 tubes à essai fermés :

On ajoute au premier tube 5 mL d'HCl (0.1N) et dans le deuxième 5 mL de NaOH (0.1 N). Introduire dans chacun des tubes 2 à 3 gouttes d'infusé, puis agiter bien verticalement pendant quelques secondes et laisser reposer pendant 15 min. La présence des Saponosides est indiquée par l'apparition d'une mousse persistante. Il y a deux cas probables :

1^{er} cas si on obtient dans les deux tubes le même volume de mousse, cela indique la présence des Saponosides stéroïdiennes.

2^{eme} cas s'il y aura la formation d'une mousse plus grande par stabilité et par volume en milieu basique, cela indique la présence des saponines tri-terpéniques.

➤ Glucosides

Quelques gouttes d'H₂SO₄ sont ajoutées à 2 g de poudre végétale. L'apparition d'une couleur rouge brique puis violette indique la présence des glucosides.

➤ Flavonoïdes

Ajouter 5 mL d'HCl à 5 mL de l'infusé puis un copeau de magnésium (Mg) et 1 mL de l'alcool iso-butanol. La réaction est dite positive lorsqu'une coloration rouge orangé apparaît.

➤ Coumarines

2 mL de l'infusé auquel on ajoute 3 mL de NaOH (10 %). L'apparition d'une coloration jaune indique une réaction positive.

➤ Stéroïdes

Ajouter à 5 mL d'infusé, 5 mL de l'anhydride acétique, puis 5 mL de l'acide sulfurique H₂SO₄. L'apparition d'une couleur verte indique la présence des stéroïdes.

2.3. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

2.3.1. Extraction des polyphénols

Deux extraits phénoliques ont été préparés en utilisant deux solvants (l'eau distillée et le méthanol). Afin d'éviter l'oxydation des composés phénoliques, l'extraction a été effectuée à l'abri de la lumière en recouvrant toute la verrerie avec du papier aluminium et les extraits sont conservés à 4 °C jusqu'à leur utilisation (Chan et *al.*, 2009).

2.3.1.1. Préparation des extraits

Dix grammes du matériel végétal finement broyé sont soumis à l'extraction par macération dans 100 mL d'eau distillée ou de méthanol (Falleh et *al.*, 2008) avec agitation pendant 3 h, puis laisser pour macération à température ambiante et à l'obscurité pendant 24 h.

Après une double filtration, une grossière avec une passoire et une autre avec du papier filtre, un extrait de couleur brunâtre est obtenu pour l'extrait aqueux et de couleur verdâtre pour l'extrait méthanolique. Après évaporation des solvants à température ambiante et à l'abri de lumière, pour chacun des extraits, une moitié a été récupérée dans le DMSO (0.25 g/mL). Par contre, l'autre moitié a été reprise dans l'eau distillée (0.1 g/mL). Les extraits ont été conservés à 4 °C (Figure 10).

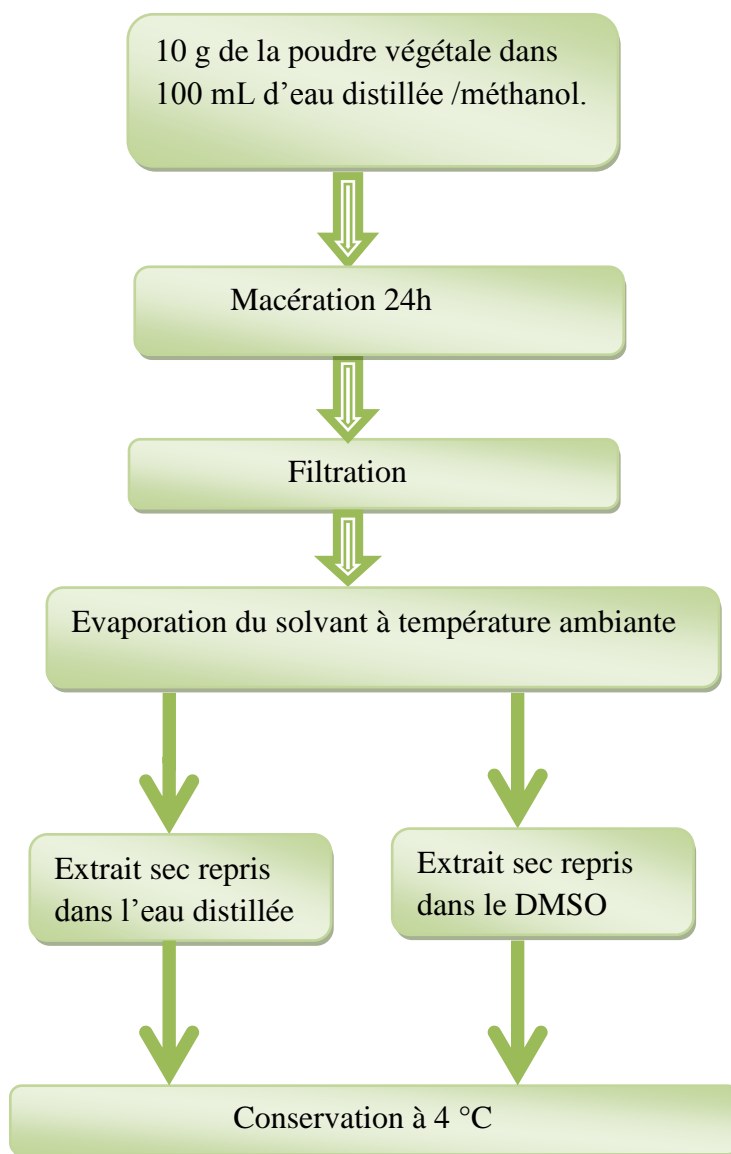


Figure 10 : Protocole d'extraction des polyphénols totaux (Falleh et *al.*, 2008).

2.3.1.2. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement, est la quantité d'extrait obtenue à partir de la poudre végétale. C'est le rapport de la masse de l'extrait sec sur la masse de la poudre multiplié par 100. Il est exprimé en pourcentage (Djeneb et *al.*, 2016) et calculé par la formule suivante :

$$R\% = \frac{P_1}{P_2} \times 100$$

R % : Rendement d'extraction.

P1 : Poids de l'extrait après évaporation de solvant.

P2 : Poids de la matière végétale utilisée pour l'extraction.

2.3.2. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en PPT des extraits de la plante a été déterminée selon la méthode colorimétrique basée sur l'utilisation de réactif de Folin-Ciocalteu (Singleton et Rossi, 1965)

➤ Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu (FCR) est un mélange de couleur jaune composé de deux acides : l'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et l'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). Au moment de l'oxydation des phénols, il est réduit en un complexe bleu d'oxydes de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (M_8O_{23}). La quantité de phénols présents est proportionnelle à la couleur bleuâtre qui en résulte (Boizot et Charpentier, 2006).

➤ Mode opératoire

Le protocole de dosage des polyphénols totaux suivit est celui décrit par Miceli et *al.* (2016).

Les deux extraits (aqueux et méthanolique) de la plante ont été récupérés dans l'eau distillée, subissent une dilution jusqu'à l'obtention d'une absorbance comprise entre 0.8 et 1. Ajouter 500 μ L de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois) et 1 mL d'eau distillée à 100 μ L de l'extrait végétal dilué, bien agiter et laisser reposer à température ambiante pendant 1 min. Puis compléter avec 1.5 mL de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 20 %. Après une bonne agitation, la solution est incubée à l'obscurité et à température ambiante pendant 2 heures. La lecture des absorbances des échantillons est mise en évidence à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à 740 nm (Figure 11).

Matériel et méthodes

Pour chaque extrait trois répétitions ont été réalisées. Le blanc a été préparé en remplaçant l'échantillon par 100 μL d'eau distillée.

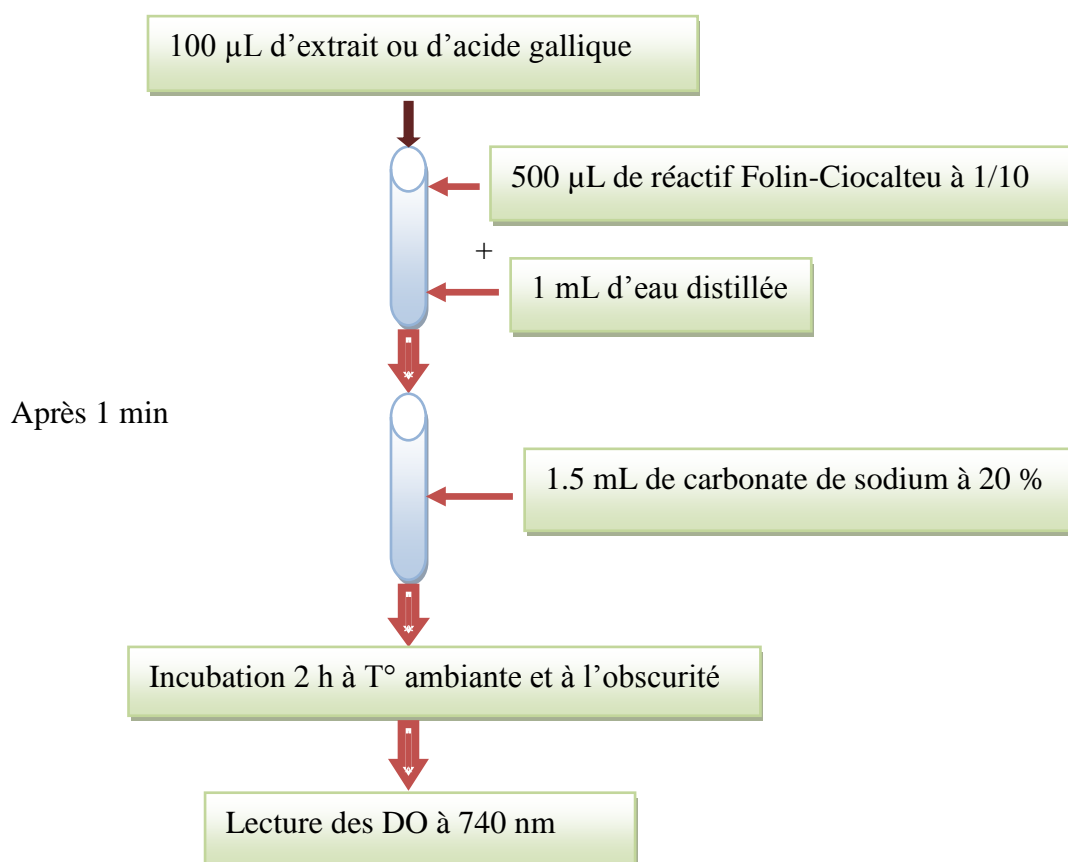


Figure 11 : Schéma récapitulatif du protocole de dosage des polyphénols totaux.

Le taux de polyphénols totaux contenu dans les extraits est estimé en se référant à la courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique à différentes concentrations, les dilutions sont préparées à partir de la solution mère (SM) de 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (Tableau II), (Annexe 03).

100 μL de chaque dilution est traité dans les mêmes conditions que l'extrait.

Tableau II : Préparation de la gamme de dilution de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Concentration ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Volume SM (μL)	0	100	900	300	400	500	600	700	800	900	1000
Volume d'ED (μL)	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0

La concentration en polyphénols est calculée avec l'équation de régression de la gamme d'étalonnage. Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/ g de MS).

2.4. Test des activités biologiques

2.4.1. Test de l'activité antibactérienne

2.4.1.1. Revivification et vérification de la pureté des souches

➤ Revivification des souches bactériennes

Pour permettre aux bactéries stressées de récupérer leurs potentialités ; 1 mL de la suspension bactérienne a été prélevé et additionné à 9 mL du BHIB. Les tubes sont mis à l'étuve pendant 24 h à 37 °C (Figure 12).

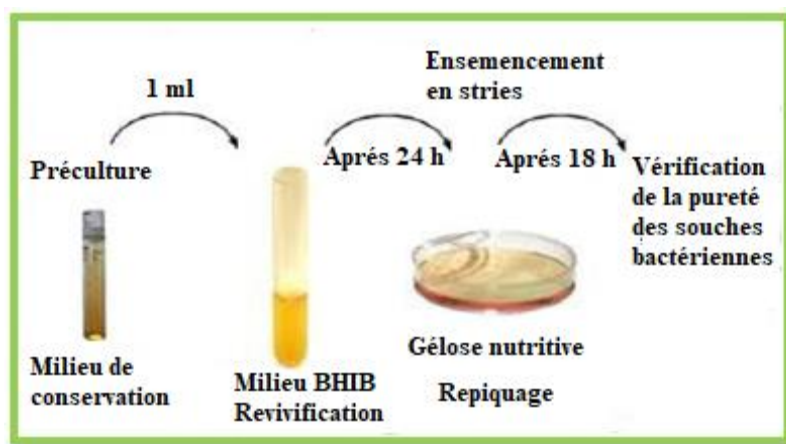


Figure 12 : Revivification et repiquage des souches bactériennes.

➤ Repiquage des souches bactériennes

Dans des boîtes Pétri contenant de la gélose nutritive (GN), un repiquage a été effectué pour les souches à tester en faisant recours à la méthode des stries puis incubées pendant 24 h à 37 °C (Annexe 04).

➤ Vérification de la pureté des souches bactériennes

La pureté des souches *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* est vérifiée par la coloration de Gram et l'aspect des colonies isolées.

➤ Coloration de Gram

La coloration de Gram est une coloration différentielle microbiologique, elle est établie par Hans Christian Gram en 1884. Elle permet de distinguer le type de gram des bactéries, la forme des cellules ainsi que leurs modes de regroupement.

✓ Principe

La coloration de Gram est une méthode qui permet de classer les bactéries selon la composition et la structure de leurs parois. Les cellules bactériennes réagissent de deux façons différentes :

- Bactéries à Gram négatif se décolorent rapidement : leur paroi est pauvre en peptidoglycanes et riche en lipides, elle devient poreuse suite à la dissociation des lipides, ce qui entraîne la décoloration du cytoplasme.
- Les bactéries à Gram positif gardent leur coloration violette car la composition de la paroi est en majorité protéinique (couche épaisse de peptidoglycanes) ce qui empêche l'action de l'alcool.

✓ Mode opératoire

En suivant la méthode décrite par Delarras (2007), ce test s'effectue ainsi :

- 1- Préparation du frottis : déposer sur une lame une goutte d'eau sur laquelle on dépose un prélèvement provenant d'une culture jeune. Bien étaler en une couche mince homogène. Par la suite, une fixation s'effectue par passage de frottis dans la flamme 4 à 5 fois.
- 2- Recouvrir le frottis avec le colorant primaire (violet de Gentiane) et laisser agir pendant 1 minute. Le colorant est rejeté sans rinçage.
- 3- verser le Lugol et laisser agir 1 min, puis rincer à l'eau distillée.
- 4- Décolorer à l'alcool entre 15 et 30 secondes, rincer à l'eau.
- 5- Recouvrir avec la Fushine pendant 1 minute.
- 6- Laver à l'eau courante.
- 7- Sécher la lame et observer à l'immersion sous microscope optique au grossissement $\times 100$.

Le même protocole est appliqué sur l'ensemble des souches bactériennes étudiées.

2.4.1.2. Evaluation de pouvoir antibactérien

Le test de l'activité antibactérienne des extraits aqueux et méthanolique d'*Artemisia arborescens* a été réalisé sur les souches bactériennes provenant de laboratoire pédagogique de Microbiologie, deux souches à Gram négatif (*E. coli* ATCC 25922), (*P. aeruginosa* ATCC 27853) et une bactérie à Gram positif (*S. aureus* MU 50).

➤ Préparation des disques

Découper le papier wattman en disques de 6 mm de diamètre, les stériliser et les conserver jusqu'à leur utilisation.

➤ Préparation de l'inoculum

3 à 5 colonies identiques et isolées, sont prélevées d'une culture jeune de 18 heures puis émulsionnées dans 9 mL d'eau physiologique stérile à 0.9 %, bien homogénéiser la suspension bactérienne. Pour la standardisation de la suspension, l'absorbance (DO) est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 620 nm, on admet uniquement une valeur comprise entre 0.08 et 0.1, qui est l'équivalent d'une charge bactérienne de 10^8 UFC /mL.

➤ Méthode de l'antibiogramme

La détermination du pouvoir antibactérien des extraits de la plante *A. arborescens* a été réalisée sur gélose Mueller-Hinton (MH). Pour ce test, nous avons fait appel à la méthode de diffusion sur milieu solide (Perez et *al.*, 1990 ; Nair et Chanda, 2005).

Les disques de papier wattman sont imprégnés de 20 µL de chaque extrait aqueux et méthanolique (0.25 g/mL). Par ailleurs, la gélose (MH) est coulée aseptiquement dans des boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre à une épaisseur de 4 mm puis laissée refroidir. Un ensemencement de la suspension bactérienne a été effectué par écouvillonnage, en faisant tourner 3 fois la boîte d'environ 60 °, afin de maintenir une distribution homogène des souches bactériennes.

Par la suite, les disques contenant l'extrait sont déposés à la surface de la gélose. Chaque essai a été répété trois fois dans les mêmes conditions expérimentales.

Un disque de Gentamicine qui correspond au témoin positif a été également déposé et un témoin négatif, qui consiste à un disque de papier wattman imbibé de DMSO. Les boîtes sont ensuite laissées à température ambiante pendant 15 à 20 minutes afin de permettre la diffusion

des extraits puis incubées à 37 °C pendant 24 h. La lecture des résultats est effectuée par le calcul du diamètre de la zone d'inhibition qui entoure chaque disque à l'aide d'une règle.

Le comportement des souches vis-à-vis des extraits est exprimé comme suit :

- Souche résistante ou non sensible (-) : diamètre < 8 mm.
- Souche sensible (+) : diamètre entre 9 et 14 mm.
- Souche très sensible (++) : diamètre entre 15 et 19 mm.
- Souche extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm.

2.4.2. Test de mesure de l'activité antifongique

➤ Préparation de l'inoculum

La souche *Penicillium* sp. isolée au laboratoire de Microbiologie a été ensemencée sur gélose Sabouraud et incubée à 25 °C pendant 5 à 7 jours.

➤ Mise en évidence de l'activité antifongique

À l'aide d'une pipette Pasteur, des disques de *Penicillium* sp. issus d'une culture jeune de 5 à 7 jours sont découpés et déposés au centre des boîtes de Pétri préalablement coulées par le milieu Sabouraud.

Des disques de papier wattman sont ensuite imprégnés de 20 µL des extraits à tester (0.25 g/mL) (3 disques pour chacun des extraits aqueux et méthanolique) et déposés sur la gélose Sabouraud. Un témoin négatif sans extrait a été également réalisé, par la suite les boîtes sont incubées à 25 °C pendant 5 à 7 jours.

L'évaluation de la croissance mycélienne est effectuée en utilisant la formule suivante :

$$I\% = \frac{D-D_i}{D} \times 100$$

I % : la croissance mycélienne

D : Diamètre de la croissance mycélienne sans molécules (extraits)

Di : Diamètre de la croissance mycélienne en présence de molécules (extraits)

La lecture se fait en mesurant le diamètre des zones d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'une règle.

2.4.3. Test de l'activité insecticide

Le test de l'activité insecticide des extraits (méthanolique et aqueux) a été réalisé sur une espèce d'insecte appelée : *Sitophilus oryzae* (charançons du riz) (Figure 13). Ces insectes ont été fournis aimablement par Mme Taleb (Laboratoire de Recherche en Entomologie Appliquée de l'UMMTO).

Un élevage en masse a été effectué dans des bocaux en verre contenant 250 g d'orge pendant deux semaines.



Figure 13 : *Sitophilus oryzae* sous la loupe binoculaire (Photo personnelle, 2022).

➤ **Classification**

D'après Lapesme (1944), la classification systématique de *Sitophilus oryzae* est comme suit :

- **Embranchement :** Arthropoda
- **Classe :** Insecta
- **Ordre :** Coleoptera
- **Sous ordre :** Heterogastra
- **Famille :** Curculionidae
- **Sous famille :** Calandrinae
- **Genre :** *Sitophilus*
- **Espèce :** *Sitophilus oryzae*

➤ **Description morphologique de *Sitophilus oryzae***

C'est une espèce appartenant à la famille des curculionidés, caractérisée par la présence d'un long bec ou rostre. L'adulte mesure 2.5 à 4.5 mm, de couleur brun à brun noirâtre avec quatre

grosses tâches orangées sur les élytres qui sont ponctuées et striées. Les stries élytrales sont grossièrement ponctuées et les inter-stries finement ponctuées. Il possède des ailes postérieures membraneuses et peut voler. La larve est longue de 2.5 à 3 mm, de couleur blanche, de forme sub-circulaire, apode et très peu velue. Les larves se développent à l'intérieur de la graine. La femelle a une fécondité de 300 œufs et une longévité de six à sept mois (Camara, 2009).

➤ **Dégâts causés par *S. oryzae***

Le charançon de riz représente un ravageur de premier plan pour les céréales emmagasinées sur lesquelles il provoque des pertes, une détérioration de la qualité et permet l'installation d'infestations cryptogamiques (Camara, 2009).

➤ **Méthodes de lutte contre *S. oryzae***

Le charançon de riz est classé comme l'insecte ravageur le plus destructeur de céréales entreposées. Par exemple, en Afrique les pertes peuvent atteindre de 25 % à 40 % des récoltes (Bekon et Fleurat-Lessard, 1989). L'étape de stockage nécessite de faire appel à plusieurs techniques de protection afin d'assurer la qualité durable des grains au cours du stockage et éliminer l'insecte ravageur (Ames, 2013).

A- Lutte préventive

Elle consiste à éviter les infestations et les attaques de la denrée stockée, en nettoyant et désinsectisant les locaux de stockage, les moyens de transport et le produit avant la mise en stock, ainsi que l'utilisation d'un emballage résistant et hermétiquement fermé (Amari, 2014).

B- Lutte curative

Dès que l'infestation est déclarée, la lutte curative devient indispensable.

➤ **Méthodes traditionnelles** : Par l'enfumage des denrées, exposition au soleil et l'utilisation des plantes répulsives et de matière inertes (cendre, sable fine).

➤ **Méthodes modernes** :

a) **Lutte physique** : Selon Ncibi (2020), il en existe différentes techniques :

- **Atmosphère modifiée** : Consiste à augmenter la concentration en CO₂ et diminuer celle de l'O₂.
- **Température extrême** : Les basses et hautes températures limitent la prolifération des insectes.

- **Radiation ionisante** : Pour pasteuriser et conserver la denrée stockée.
 - **Radiation électromagnétique** : Provoque la mort des insectes par réchauffement interne des individus.
- b) **Lutte chimique** : Basée sur la fumigation et l'utilisation des insecticides rémanents ou de contact.
- c) **Lutte biologique** : Consiste à l'utilisation d'un organisme vivant, parasitoïde, parasite ou bien un produit qui provient d'un organisme vivant telle que la lutte par phytopesticide en utilisant des substances issues de métabolites secondaires des plantes, pour leur potentiel insecticide et répulsif comme les huiles essentielles (Carl et al., 2011 ; Madene, 2014).
- **Mise en évidence de l'activité insecticide**

L'activité insecticide des deux extraits aqueux et méthanolique a été mise en évidence par test d'inhalation et test de répulsion sur les adultes de *Sitophilus oryzae*.

✓ **Test d'inhalation sur les adultes de *S. oryzae***

L'objectif de ce test est d'étudier l'effet de l'extrait sur le taux de mortalité des adultes par inhalation en faisant recours à la méthode représentée par Papachristos et Stampoulos (2002).

- Dans des bocaux en verre, déposer sur des disques en papier filtre de 1 cm de diamètre une dose de l'extrait (aqueux ou méthanolique). Les disques sont suspendus avec un fil vers la face interne du couvercle.
- Introduire dans chaque bocal 10 charançons, puis fermer hermétiquement.
- Réaliser 3 répétitions pour chaque dose (20 µL ; 40 µL ; 60 µL), d'un autre côté un témoin négatif sans extrait a été réalisé.
- Le comptage des individus morts se fait chaque jour pendant 08 jours.

Le taux de mortalité est calculé en suivant la formule d'Abbott (1925), et cela en prenant en considération la mortalité naturelle (M_t) observée au niveau de témoin négatif :

$$M_C = \frac{M_o - M_t}{100 - M_t}$$

M_C : Mortalité corrigée.

M_o : Mortalité de l'échantillon testé.

M_t : Mortalité dans le témoin non traité (témoin négatif).



Figure 14 : Evaluation de l'activité insecticide des extraits par le test d'inhalation.

✓ Test de répulsion sur *Sitophilus oryzae*

Ce test a pour objectif d'étudier l'effet répulsif des extraits aqueux et méthanoliques vis-à-vis de l'espèce *Sitophilus oryzae*.

Il a été réalisé dans deux boîtes de Pétri : la première pour évaluer l'effet de l'extrait aqueux, la deuxième boîte pour évaluer l'effet de l'extrait méthanolique.

Pour la réalisation de ce test nous avons suivi les étapes citées ci-dessous :

- Découper un disque de papier filtre de 10 cm en deux parties égales.
- Un demi-disque est imprégné avec 20 µL de l'extrait, et l'autre partie avec 20 µL d'eau distillée.
- Après l'évaporation du solvant, les deux parties (celle qu'on a imprégnée par l'extrait et l'autre traitée avec l'eau distillée) sont rassemblées à l'aide d'un ruban adhésif et déposées au fond d'une boîte de Pétri.
- 10 charançons sont déposés au centre de la boîte de Pétri.
- Au bout d'une heure, nous avons compté le nombre d'individus présents sur chacune des demi-disques (partie d'extrait et la partie de l'eau distillée).

Le pourcentage de répulsion est déterminé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Pr}(\%) = \frac{[(N_e - N_t)]}{[(N_e + N_t)]} \times 100$$

N_e : Nombre d'insectes présents dans demi disque traité avec l'eau distillée.

Matériel et méthodes

N_t : Nombre d'insectes présents sur le demi disque traité avec l'extrait (aqueux ou méthanolique)

Le pourcentage de répulsion est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives, selon le classement de Mc Donald (1970), qui sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0.1 \%$	Très faiblement répulsif
Classe I	$0.1 \% < PR \leq 20 \%$	Faiblement répulsif
Classe II	$20 \% < PR \leq 40 \%$	Modérément répulsif
Classe III	$40 \% < PR \leq 60 \%$	Moyennement répulsif
Classe IV	$60 \% < PR \leq 80 \%$	Répulsif
Classe V	$80 \% < PR \leq 100 \%$	Très répulsif



Résultats et discussion

1. Résultats des paramètres physico-chimiques d'*Artemisia arborescens*

Les résultats obtenus pour quelques paramètres physico-chimiques de la partie aérienne (tiges et feuilles) d'*Artemisia arborescens* sont résumés dans le (tableau IV). Le résultat de chaque test est exprimé sous forme de moyenne de trois essais \pm l'écart type.

Tableau IV : Résultats de quelques paramètres physico-chimiques caractérisant la plante *Artemisia arborescens*.

Tests	Résultats
Teneur en eau (Humidité) %	71.6 \pm 00
Matière sèche (%)	28.4 \pm 00
pH à 18 °C	06.08 \pm 0.06
Acidité	02.8 \pm 00
Matière organique (%)	98.59 \pm 0.4
Teneur en cendres (%)	01.41 \pm 0.4

Selon les résultats obtenus, la teneur en eau (taux d'humidité) de la plante fraîche est de l'ordre de 71.6 %, ce qui explique que la plante peut résister à la sécheresse et que plus de la moitié de son poids est constituée par l'eau. D'après Catir et Roux (2007) ; Bergheul (2018), les plantes fraîches renferment 60 % à 80 % d'eau, pour une meilleure conservation l'humidité de la plante doit être inférieure à 10 % donc, l'eau doit être éliminée au cours de stockage pour éviter la perte des valeurs nutritives de la plante. Le résultat que nous avons obtenu est supérieur à celui obtenu par Berrouane (2014), qui a enregistré une valeur de 10 % pour l'armoise rouge *Artemisia campestris*.

La mesure du pH permet de déterminer l'acidité d'un produit donné. D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que cette plante a un pH légèrement acide et tire vers la

neutralité avec une valeur de 06.08 ± 0.06 , ce résultat avoisine celui obtenu pour l'espèce *Artemisia annua* dans l'étude de N'Guessan et al. (2019) qui est de l'ordre de 5.6 ± 0.1 .

De même, cette plante représente une faible valeur d'acidité qui est de 2.8. Pour la teneur en cendres, ce test permet de s'informer sur la teneur en minéraux, nous avons trouvé un taux faible de $1.41 \% \pm 0.4$, ce résultat est faible par rapport à celui noté par Berrouane (2014), sur *Artemisia campestris*, qui est 5.12 %.

Notre plante possède un pourcentage moyen en matière sèche qui est de $28.4 \% \pm 00$. Selon Vitti et al. (2005) la plante récoltée au stade de maturation présente une valeur importante en matière sèche contrairement à celle récoltée au début de floraison. Le taux de la matière organique est influencé par les conditions climatiques (température, pluviométrie), type de sol et le stade végétatif au moment de la récolte (Chehma et al., 2010; Bergheul, 2018). Dans notre étude, nous avons trouvé un taux de $98.59 \% \pm 0.4$.

2. Résultats d'analyse phytochimique d'*Artemisia arborescens*

La détection des composés secondaires se base sur les essais de solubilité des constituants, les réactions de précipitation, ainsi que de changement de couleur (kanoun, 2011).

Les résultats d'analyse phytochimique montrent que, la poudre des feuilles et des tiges d'*Artemisia arborescens* est très riche en tannins, tannins galliques, saponosides, glucosides ainsi que de flavonoïdes et de stéroïdes, mais avec des proportions différentes. Cette richesse en métabolites secondaires leur accorde des propriétés pharmacologiques très importantes d'où leur utilisation en médecine traditionnelle. Tandis que, les tests réalisés pour la révélation des anthocyanes et des quinones libres ont montré des résultats négatifs (Tableau V), (Annexe 02).

Le screening phytochimique effectué par Elbedi (2016), sur *Artemisia campestris*, a révélé la présence de métabolites secondaires tels que les alcaloïdes, les tannins, les flavonoïdes, les saponines et les anthraquinones libres. Ces résultats semblent intéressants affirment la richesse des espèces de ce genre en divers métabolites secondaires, et permettent d'avoir une idée sur ses propriétés.

De même, les résultats signalés par Houmènou et al. (2018) ont noté eux-mêmes la présence de nombreux métabolites secondaires chez l'espèce *Artemisia vulgaris*.

Résultats et discussion

Dans le même contexte, les résultats de l'étude de N'Guessan et *al.* (2019) réalisée sur l'espèce *Artemisia annua* présentent de nombreux métabolites secondaires tels que les tanins, les alcaloïdes, les flavonoïdes, les terpènes, les phénols et les stérols.

En effet, la composition chimique et le rendement varient suivant diverses conditions de l'environnement, climatiques, la localisation, l'origine géographique et la période de récolte (Svoboda et Hampson, 1999).

Tableau V : Résultats d'analyses phytochimiques d'*Artemisia arborescens*.

Tests	Couleur ou caractère	Résultats
Anthocyanes	Rouge	-
Tannins	Bleu-noir	+++
Tannins galliques	Bleu foncé	+++
Quinones libres	Rouge violet	-
Saponosides	Saponines stéroïdiennes : même volume	+
	Saponines tri-terpéniques : milieu Basique >	
Glucosides	Rouge brique	+++
Flavonoïdes	Rouge orangé	+++
Stéroïdes	Vert	+++

Légende : (-) : négatif ; (+) : faiblement positif ; (++) : Positif ; (+++) : Fortement positif

3. Résultats d'extraction et de dosage des Polyphénols totaux

3.1. Rendement des extraits méthanolique et aqueux

L'extraction des composés phénoliques à partir des feuilles et tiges d'*Artemisia arborescens* a été effectuée en utilisant deux solvants différents, il s'agit de l'eau distillée et de méthanol. Les rendements en extrait sec obtenus sont cités dans le tableau ci-dessous :

Tableau VI : Résultats de rendement en extraits secs méthanolique et aqueux d'*Artemisia arborescens*.

Extrait	Poids de l'extrait après évaporation(g)	Couleur	Rendement
Extrait méthanolique	01.1 g	Verte	11 %
Extrait aqueux	0.9 g	Brune	9 %

D'après ces résultats, nous avons constaté que l'extrait méthanolique a donné un rendement plus élevé (11 %) par rapport au rendement de l'extrait aqueux (9 %).

Selon Mouchem (2015), le rendement obtenu des huiles essentielles extraites de la plante *Artemisia herba-alba* dans les trois localités Ras Elma, El Aricha et Mécheria sont respectivement de l'ordre de 0.7 %, 1.2 % et 1 %.

Hamadache (2011), affirme que le rendement d'extraction dépend de la méthode d'extraction adoptée, nature et quantité de solvant utilisé, durée d'extraction, la matière végétale brute, température et du pH. La variation de ces facteurs donne naissance à une altération différentielle de la distribution des composés entre les deux phases solide et liquide.

D'autre part, la localisation géographique, l'environnement, la période de la récolte et la technique de séchage, la teneur en polyphénols, les caractéristiques physico-chimiques et la composition chimique de la plante, affectent le rendement d'extraction des métabolites secondaires (El Oualilalami et *al.*, 2013).

3.2. Dosage des polyphénols totaux

La méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu est utilisée pour estimer la teneur en polyphénols dans chaque extrait de la plante. L'apparition de la couleur bleu confirme la présence des polyphénols chez *A. arborescens*. La coloration obtenue varie selon la concentration des extraits en composés phénoliques.

La Concentration en polyphénols pour chaque extrait a été calculée en utilisant l'équation de régression linéaire de la courbe d'étalonnage établie grâce à des concentrations précises d'acide gallique comme standard ($y = 0.006x + 0,0097$) et coefficient de corrélation $R^2 = 0,9978$ (Figure 15).

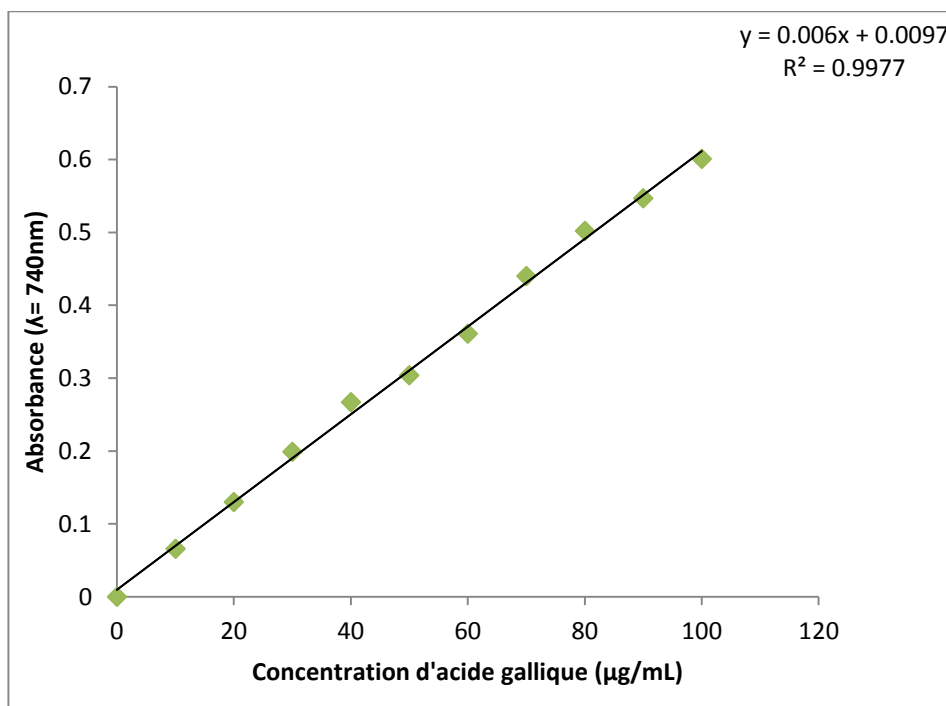


Figure 15 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS)

Les valeurs obtenues pour les deux extraits sont présentées dans le tableau VII.

Résultats et discussion

Tableau VII : Teneurs en polyphénols des extraits d'*Artemisia arborescens*.

Extrait	Teneur en polyphénols (mg EAG/g MS)
Extrait aqueux	71.75 ± 0.84
Extrait méthanolique	52.72 ± 1.09

D'après les résultats obtenus, on constate que la teneur en polyphénols varie selon le solvant utilisé pour l'extraction. Dans notre étude, on constate que les deux extraits de la plante présentent des teneurs plus ou moins élevées en polyphénols, sachant que la teneur en polyphénols de l'extrait aqueux égale à 71.75 ± 0.84 mg EAG/g MS ; valeur supérieure à celle obtenue pour l'extrait méthanolique (52.72 ± 1.09 mg EAG/g MS).

Ali-Rachedi et al. (2018) ont déduit que le contenu phénolique dans les extraits, dépend de la polarité du solvant utilisé pour l'extraction. Dans notre étude les solvants utilisés (eau distillée et méthanol) sont de nature polaire.

Selon l'étude de Boudjouref (2020), réalisée sur l'espèce *Artemisia campestris* des régions de Boussaâda et Oum El Bouaghi, les teneurs en polyphénols totaux des extraits méthanolique sont de 88.61 et 82.84 mg EAG/g d'extrait, ces résultats sont supérieurs à ceux que nous avons obtenus pour notre espèce (52.72 ± 1.09 mg AEG/g MS). En outre, nous avons obtenu 71.75 ± 0.84 mg EAG/g MS pour l'extrait aqueux, valeur qui est plus ou moins proche aux résultats obtenus par le même auteur (74.75 et 87.35 mg EAG/ g d'extrait).

La teneur en PPT de l'extrait aqueux obtenue par Seddik et al. (2010) est de 133.43 mg EAG/g MS pour l'espèce *Artemisia herba alba*, un taux qui est supérieur par rapport à nos résultats.

La teneur en polyphénols de l'extrait méthanolique de la partie aérienne de l'espèce *Artemisia absinthium* étudiée par Bouchenak et al. (2018) est de l'ordre de 24.8 mg EAG/ g MS, résultat qui est inférieur par rapport à ce que nous avons trouvé pour l'espèce de ce présent travail.

Ces résultats de recherches, ont une importance significative de fait qu'ils impliquent la diversité qui peut exister au sein des espèces de même genre.

Les conditions expérimentales, la période de récolte et le climat ainsi que les circonstances de stockage peuvent expliquer cette différence dans les teneurs en polyphénols.

En effet, la quantité des composés phénoliques chez la famille des astéracées varie selon l'espèce (Khadhri et al., 2012). Les travaux de Falleh et al. (2009) ; Tounsi et al. (2009) ; Saada et al. (2021) ont mis en évidence la variabilité endogène et interspécifique au sein de même genre au niveau des teneurs en polyphénols, ils affirment que cette différence est en relation avec les potentialités génotypiques responsables de la biosynthèse des composés phénoliques de chaque espèce. D'autre part, Saada et al. (2021) nous rappellent des résultats de Ksouri et al. (2008) qui montrent l'influence des facteurs exogènes édaphiques et abiotiques sur la variation quantitative et qualitative de la biosynthèse des composés phénoliques.

4. Activités biologiques

4.1. Test de l'activité antibactérienne

4.1.1. Vérification de la pureté des souches

➤ Coloration de Gram

Les caractéristiques morphologiques que nous avons observées sous microscope optique au cours de l'identification bactérienne sont résumées dans le tableau suivant et (Annexe 05) :

Tableau VIII : Caractéristiques morphologiques observées chez les bactéries testées.

Espèce bactérienne	Gram	Aspect morphologique
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Négatif	Bacille en rose
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Négatif	Bacille en rose
<i>Staphylococcus aureus</i> MU 50	Positif	Cocci en grappe en violet

4.1.2. Résultats d'évaluation de l'activité antibactérienne

➤ Evaluation du pouvoir antibactérien

Le test d'évaluation de l'activité antibactérienne des différents extraits, contre les bactéries : *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* MU 50 et *P. aeruginosa* ATCC 27853 est estimé par la mesure des zones d'inhibition autour des disques. La Gentamicine est utilisée comme témoin

Résultats et discussion

positif et le DMSO comme témoin négatif sur les différentes souches étudiées. Cette méthode a permis d'obtenir les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessous et en (Annexe 06).

Tableau IX : Résultats de l'activité antibactérienne des différents extraits :

Souche étudiée Extrait testé	Diamètres des zones d'inhibition en (mm)					
	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922		<i>Staphylococcus aureus</i> MU 50		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	
Extrait aqueux	07 ± 00	(-)	06 ± 00	(-)	06 ± 00	(-)
Extrait méthanolique	06 ± 00	(-)	10 ± 2.12	(+)	13 ± 1.41	(+)
Témoin négatif DMSO	06 ± 00	(-)	06 ± 00	(-)	06 ± 00	(-)
Témoin positif Disque d'ATB Gentamicine	27 ± 00	(+++)	25 ± 00	(+++)	23 ± 00	(+++)

Résistante (-) ; sensible (+) ; Très sensible (++) ; Extrêmement sensible (+++)

D'après ces résultats, nous avons constaté que le diamètre des zones d'inhibition diffère d'un échantillon à un autre et d'une souche bactérienne à une autre. Cette variation de l'activité antibactérienne explique la diversité en compositions chimiques des différents échantillons testés.

L'extrait aqueux de la plante *A. arborescens* n'a aucun effet vis-à-vis des souches bactériennes testées.

Concernant l'extrait méthanolique, nous avons remarqué qu'il y a une action inhibitrice sur la croissance des deux souches *P. aeruginosa* ATCC 27853 et *S. aureus* MU 50. Ce qui implique que l'extrait a un effet inhibiteur vis-à-vis de ces deux souches. De même, il apparaît qu'aucune zone d'inhibition n'a été observée vis-à-vis de la souche *E. coli* ATCC 25922.

Ces résultats sont proches à ceux acquis par l'étude de Younes (2015), dans lesquels l'analyse a montré que les huiles essentielles d'*Artemisia arborescens* provenant de trois

Résultats et discussion

régions Bidar, Beni Snous et Chetouane où les diamètres des zones d'inhibition sont respectivement comme suit : *P. aeruginosa* (8 mm-10.5 mm-13.5 mm) *S. aureus* (8 mm-14 mm-15 mm), tandis que pour *E. coli* aucune zone d'inhibition n'a été observée.

Alors que, les résultats de Saihi (2011), qui a signalé que l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* a un effet sur *E. coli* et que le diamètre de la zone d'inhibition est de l'ordre de 15 mm, ne concordent pas avec nos résultats. Sachant que les huiles essentielles sont très riches en composés volatiles chimiques variés par rapport aux extraits phénoliques.

Les travaux de Raho (2015), révèlent que les résultats ont montré les zones d'inhibition suivantes : *S. aureus* (00-18 mm), *E. coli* (00-16 mm) et (08-14 mm) pour *P. aeruginosa*. Cependant leurs activités antibactériennes étaient inférieures à celles de la Gentamicine.

Erel et al. (2012) ont obtenu une zone d'inhibition de 22 mm pour l'extrait méthanolique d'*Artemisia arborescens* vis-à-vis de *P. aeruginosa*.

4.2. Résultats de l'évaluation de l'activité antifongique

Après l'incubation des boîtes à 25 °C pendant 5 jours, une lecture a été réalisée afin de mettre en évidence l'activité antifongique des deux extraits (méthanolique et aqueux) vis-à-vis de champignon *Penicillium* sp.

Les résultats obtenus pour les deux extraits sont résumés dans le tableau ci-dessous et (Annexe 07).

Tableau X : Activité antifongique des extraits (méthanolique et aqueux) vis-à-vis de *Penicillium* sp.

Extrait testé	Diamètre de la colonie (cm)	La croissance mycélienne I %
Extrait méthanolique	3.8 cm	33.3 %
Extrait aqueux	4 cm	36.6 %
Témoin négatif	6 cm	

Au niveau de témoin négatif, nous avons observé un développement normal de l'espèce *Penicillium* sp.

Nous avons observé qu'autour des disques imprégnés d'extrait méthanolique et d'extrait aqueux, une action positive inhibant le développement de champignon *Penicillium* sp. Les zones d'inhibition sont respectivement comme suit : 3.8 cm et 4 cm. De ce fait nous avons constaté que les deux extraits ont une action inhibitrice sur la croissance de ce champignon.

Selon Touil (2012), l'activité antifongique des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* ASSO et d'*Artemisia campestris* L. vis-à-vis de l'espèce *Penicillium expansum* a permis de révéler que les diamètres des colonies sont respectivement comme suit : 64 mm- 68 mm, et pour les pourcentages d'inhibition sont de l'ordre de 28.89 % et 24.44 % respectivement.

Janackovic et al. (2015) ont enregistré un effet inhibiteur de l'huile essentielle d'*Artemisia arborescens* vis-à-vis de deux espèces de *Penicillium* : *Penicillium funiculosum* et *Penicillium ochrochlaron* avec une CMI égale à 0.06 mg /mL.

4.3. Activité insecticide

L'évaluation de l'activité insecticide des extraits méthanolique et aqueux de la poudre de la partie aérienne d'*Artemisia arborescens* vis-à-vis de *Sitophilus oryzae*, a été mise en évidence par les tests d'inhalation et de répulsion.

4.3.1. Test d'inhalation

Les différentes concentrations de l'extrait aqueux et méthanolique d'*Artemisia arborescens* n'avaient aucun effet sur l'espèce *Sitophilus oryzae*.

Idouaaramé et al. (2018) ont signalé un effet insecticide par inhalation de l'huile essentielle d'*A. arborescens* pour (*S. oryzae*) et cela ne concorde pas avec nos résultats.

Les résultats obtenus par Derradji-Heffaf (2013), montrent que l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* a une activité insecticide sur les adultes de *Sitophilus oryzae* par inhalation. En effet, les fortes doses provoquent 100 % de mortalité au bout de 48 h.

Ces résultats sont appréciables et signifient que les huiles essentielles du genre *Artemisia* peuvent être efficaces envers cette espèce d'insecte, cette activité est peut-être due à la présence de certains composés bioactifs dans les huiles essentielles qui ne sont pas trouvés au niveau des extraits.

4.3.2. Test de répulsion

Le pourcentage de répulsion (PR) de l'extrait aqueux et méthanolique est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives, selon le classement de Mc Donald (1970).

D'après Mc Donald (1970), les résultats d'effet répulsif de l'extrait aqueux et méthanolique d'*Artemisia arborescens* sont respectivement de faiblement répulsif avec un pourcentage de 11.11 % (Classe I) et très faiblement répulsif avec un taux de 0 % (Classe 0).

Selon Brown et Herbert (1997), les huiles essentielles des plantes agissent par répulsion en émettant des substances volatiles (terpènes) et empêchant ainsi les insectes et les autres arthropodes de se mettre en contact avec la surface de la plante.

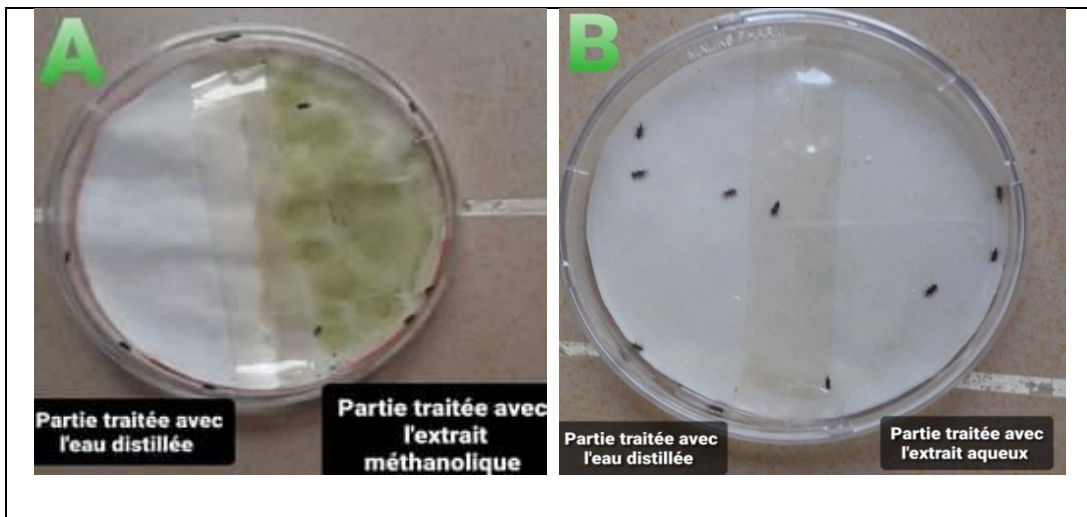


Figure 16 : Résultats de l'effet répulsif des deux extraits (A : extrait méthanolique ; B : extrait aqueux) sur les adultes de (*S. oryzae*).



Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Les plantes médicinales occupent une place importante en médecine traditionnelle et moderne grâce à leurs vertus thérapeutiques. La richesse de ces plantes en substances bioactives a été mise en valeur, notamment avec l'émergence de la résistance des bactéries face aux antibiotiques, les champignons envers les fongicides et les insectes vis-à-vis des insecticides. *Artemisia arborescens* est une plante médicinale très utilisée dans les pays Nord-africains.

Dans ce présent travail, plusieurs aspects de cette plante ont été étudiés :

L'étude physico-chimique, a révélé que la partie aérienne de la plante *Artemisia arborescens* possède un pH légèrement acide, une teneur en eau et en cendres élevée, matière sèche moyenne, matière organique et acidité titrable faible.

Le screening phytochimique, a montré la présence des molécules bioactives à savoir les tannins, les tannins galliques, les glucosides, les flavonoïdes, les Saponosides et les stéroïdes. Ces biomolécules jouent un rôle essentiel pour la survie de la plante.

D'un point de vue quantitatif, nos résultats montrent que l'extrait aqueux présente une teneur élevée en polyphénols avec 71.75 ± 0.84 mg EAG/g MS par rapport à l'extrait méthanolique 52.72 ± 1.09 mg EAG /g MS.

L'évaluation de l'activité antibactérienne par diffusion sur milieu gélosé, effectuée sur les trois souches *S. aureus* MU 50 ; *P. aeruginosa* ATCC 27853 et *E. coli* ATCC 25922 a montré que l'extrait aqueux ne présente aucune activité envers les trois souches, contrairement à l'extrait méthanolique qui a montré une action positive sur les souches *S. aureus* et *P. aeruginosa* avec des diamètres qui sont respectivement de : 10 et 13 mm à l'exception d'*E. coli* qui était résistante. Les résultats de l'activité antifongique, montrent une activité inhibitrice des deux extraits sur le champignon *Penicillium* sp.

Le test de l'activité insecticide des extraits d'*Artemisia arborescens* sur *Sitophilus oryzae* montre un taux de répulsion de l'ordre 0 % pour l'extrait méthanolique, et 11.11 % pour l'extrait aqueux. Par contre, aucun effet n'a été constaté pour le test d'inhalation.

Artemisia arborescens est une source considérable de bioactifs, dotée d'activités biologiques très importantes, riche en substances antibactériennes, antifongiques et insecticides importantes à isoler et à exploiter. Dans ce contexte, nous proposons comme perspectives :

Conclusion et perspectives

- Déterminer la concentration minimale inhibitrice et élargir le test sur d'autres microorganismes pathogènes.
- Identifier les composés actifs des extraits par CG/MS.
- Réaliser des études approfondies sur les huiles essentielles de cette plante.
- Etudier la toxicité de cette plante envers l'Homme.
- Etudier la partie racinaire, fleurs et fruits de cette plante.
- Etudier l'effet antioxydant, antivirale, antipaludique et anti-inflammatoire.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

1. **AFNOR (1986)**. Association française de normalisation Recueil de norme française des fruits et produits dérivés AFNOR 3 ED, Paris.
2. **Abbot W.S. (1925)**. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Ent.*, 18, pp 265-267.
3. **Ait Youssef M. (2006)**. Plantes médicinales de Kabylie. Ed. Ibis Press. Paris, France. 350p.
4. **Alasalvar C., Grigor J.M., Zhang D., Quantick P.C. et Shahidi F. (2001)**. Comparison of Volatiles, Phenolics, Sugars, Antioxidant Vitamins, and Sensory Quality of Different Colored Carrot Varieties. *J. Agric. Food Chem*, **49**, 1410–1416.
5. **Ali-Rachedi F., Meraghni S., Touaibia N. et Mesbah S. (2018)**. Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atropurpurea sub. Maritima* L. Bulletin de la société royale des sciences de liège, Vol. 87, articles, p. 13 -21.
6. **Aloui Z., Messaoud C., Haoues M., Neffati N., Bassoumi Jamoussi I., Essafi-Benkhadir K., Boussaid M., Guizani I. et Karoui H. (2016)**. Asteraceae *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba* Essential Oils Trigger Apoptosis and Cell Cycle Arrest in *Leishmania infantum* Promastigotes. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 1-15.
7. **Amari N. (2014)**. Etude du choix de ponte de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cèdre, Ciste, Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte. mémoire de magistère.
8. **Ames H.Jr. (2013)**. Insects: Stored-grain Insect Pest Management, field crops: 4-119-122.

Références bibliographiques

B

9. **Badiaga M. (2011).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Th. Doc. Université de Bamako, Mali et Université Blaise Pascal – Clermont Ferrand II, France.137p.
10. **Behl C. (1999).** Alzheimer's disease and oxidative stress: implications for novel therapeutic approaches. *Progress in Neurobiology*, **57**(3) : 301-323.
11. **Bekon K. et Fleurat-Lessard F. (1989).** Évolution des pertes en matière sèche des grains dus aux ravageurs secondaires *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera : Tenebrionidae), lors de la conservation des céréales». In Céréales en régions chaudes. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 97-104.
12. **Belhamel K., Chalchat J-C., Figuérédo G. (2010).** Chemical composition of the essential oil rom *Artemisia arborecens* L. growing wild in Algeria, *Records of natural products*, **4**:1, pp. 87-90.
13. **Bellakhdar J. (1997).** Contribution à l'étude de la pharmacopée traditionnelle au Maroc : la situation actuelle, les produits' les sources du savoir enquête ethnopharmacologique de terrain réalisée de 1969 à 1992. Th. Doc. Université de Metz. France.
14. **Benyahia A. (2014).** Contribution à l'étude phytochimique et activité biologiques de deux plantes médicinales *Inula viscosa* et *Inula montana*. Mémoire de Master. Université Aboubekr Belkaid. Tlemcen. Algérie.
15. **Benyamina A. (2019).** Etude ethnopharmacologique et caractérisation des composés phénoliques des organes aériens du *Titraclinis articulata* (VAHL) Masters de l'ouest Algérien. Th. Doc. Université de Sidi Bel Abbes. Algérie.
16. **Bergheul S. (2018).** Etude de l'activité antimicrobienne et bioinsecticide de *Rutacha lepensis* L., *R. angustifolia* Pers. et *Haplophyllum tuberculatum* (Forsk.) A. Juss. *vis-à-vis*

Références bibliographiques

de quelques bioagresseurs de la culture de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).Th. Doc. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem. Algérie.

17. **Bergman M.E., Davis B. et Phillips M.A. (2019).**Medically Useful Plant terpenoides: Biosynthesis, Occurrence, and Mechanism of actions. *Molecules*, **24** (21), 3961.
18. **Berrouane N.E.H. (2014).** Etude de l'effet protecteur de l'extrait d'*Artemisia campestris* sur le stress oxydant induit chez le rat par le tétrachlorure de carbone (CCl₄). Mémoire de Magister. Ecole Nationale Supérieure El-Harrach- Alger, Algérie.
19. **Bnouham M., Mekhfi H., Legssyer A., Ziyat A. (2002).** Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco. *Int J Diabetes & Metabolism*, **10**:33-50.
20. **Boizot N. et Charpentier J.P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composé phénolique des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra, P79.82p. (cited in Djemai zoueglach S, 2008).
21. **Boudjouref M. (2020).** Activité antioxydante et anti-inflammatoire des extraits d'*Artemisia campestris* .Th. Doc. Université Ferhat Abbes Sétif 1.Algérie.
22. **Bouchenak F., Degaichia H., Lamgharbi A. et Benrebiha F. (2018).** Evaluation in vitro du potentiel antifongique de l'huile essentielle et des extraits méthanoliques d'une Asteraceae (*Artemisia absinthium* L.). *Revue Agrobiologia*, **8**(1) : 886-895.
23. **Bouyahya A., Bakri Y., Et-Touys A., Talbaoui A., Khouchlaa A., Charfi S., Abrini J. et Dakka N. (2017).** Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. *Phytothérapie*, 1-11.
24. **Brianceau S. (2015).** Vers une amélioration quantitative et qualitative de l'extraction des composés phénoliques du marc de raisin rouge à l'aide d'électrotechnologies. Th. Doc. université de technologie Compiègne. France.

Références bibliographiques

- 25. Brown M., Herbert A.A. (1997).** Insect repellents: an overview. *J. Am. Acad. Dermatol.* **36**:243-249.
- 26. Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 3ème Ed. Technique et Documentation Lavoisier et éditions médicales internationales. Paris, France. 1120p.
- 27. Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 4ème Ed. Technique et Documentation Lavoisier. Paris, France. 1269p.

C

- 28. Camara A. (2009).** Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : curculionidae) et *Tribolium castaneum herbst* (Coleoptera : tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Th. Doc. Université du Québec à Montréal. Canada.
- 29. Carvalho O., Botelho C., Ferreira C., Ferreira H., Santos M., Diaz M., Oliveira T., Soares- Martins J., Almeida M., et Júnior A.S. (2013).** "In vitro inhibition of canine distemper virus by flavonoids and phenolic acids: implications of structural differences for antiviral design." *Research in veterinary science*, **95** : 2 : 717-724.
- 30. Carroll J.F., Tabanca N., Kramer M., Elejalde N.M., Wedge D.E., Bernier U.R., Coy M., Becnel J.J., Demirci B., Baser K.H., Zhang J. et Zhang S. (2011).** Essential oils of *Cupressus funebris*, *Juniperus communis*, and *Juniperus chinensis* (Cupressaceae) as repellents against ticks (Acari: Ixodidae) and mosquitoes (Diptera: Culicidae) and as toxicants against mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*, **36**: 258-268.
- 31. Catier O. et Roux D. (2007).** Botanique. Pharmacognosie. Phytothérapie, édition., Wolters Kluwer, Paris.

Références bibliographiques

- 32. Chabrier J.Y. (2010).** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Sciences pharmaceutiques. fihal-01739123f.
- 33. Chehama A., Faye B. et Bastianelli D. (2010).** Valeurs nutritionnelles de plantes vivaces des parcours sahariens algériens pour dromadaires. Fourrages, 204 :263-268. Chemistry, 99:191–203.
- 34. Crosier A., Clifford M.N. et Ashihara H. (2006).** Plant secondary Metabolites: occurrence, structure and role in the human Diet. Ed Blackwell publishing Ltd.
- 35. Cushnie T.P. et Lamb J. (2005).** Antimicrobial activity of flavonoids: International Journal of Antimicrobial Agents. Vol 26, pp 343–356.

D

- 36. Daouda T. (2015).** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Cote d' Ivoire. Th.Doc. Université de Bobigny. Côte d'Ivoire.
- 37. Delarras C. (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Technique et documentation. Lavoisier, Paris.
- 38. Derradji-Heffaf F. (2013).** Composition chimique et activité insecticide de trois extraits végétaux à l'égard de *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera : Curculionidae). Thèse de Magister. Ecole nationale supérieure agronomique – El Harrach. Algérie.
- 39. Dhibi S., Bouzenna H., Samout N., Tlili Z., Elfeki A. et Hfaiedh N. (2016).** Nephroprotective and antioxidant properties of *Artemisia arborescens* hydroalcoholic extract against oestrogen-induced kidney damages in rats. Biomedicine & Pharmacotherapy, **82**, 520-527.

Références bibliographiques

40. Djeneb C., Kouadio B., Goueh G., N'guessanbra Y. et Guede Noël Z. (2016). Etude ethnobotanique, évaluation de l'activité antifongique sur *Candida albicans* et de la toxicité sur des cellules HFF de *Bersama abyssinica* (Fresen.), une plante de la pharmacopée ivoirienne. *European Scientific Journal*, **12** (3) :171-185.
41. Dohou N., Yamnik K. et Tahrouch S. (2003). Ibéro-Marocain *Thymelaea lythroides*. *Bulletin de la société de pharmacie de Bordeaux*, 142,61-78p.
42. Dunet J. (2009). Réactions de Michael et de Mannich appliquées à des arylcyclohexa-2,5-dienes en vue de la synthèse d'alcaloïdes de type aspidosperma et morphinanes. Th. Doc. Université Bordeaux I, France. pp 263.

E

43. Elbeyrouthy M., Nelly Arnold A., Labaki M., Cazier F., Najm S., Aboukais A. (2011). Chemical composition of the essential oil of the *Artemisia arborescens* growing in Lebanon, *Lebanese science journal*, V12, N1, 71-78.
44. Elbidi A. (2016). Screening phytochimique de quelques plantes steppiques *Artemisia campestris* et *Teucrium polium* de la région d'El Hamel wilaya de M'Sila. Mémoire de magister. Université de Ziane Achour. Djelfa. Algérie.
45. El oualilalami A., El-Akhal F., Ouedrhiri W., Ouazzani Chahid F., Guemmouh R., Greche H. (2013). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : *Thymus vulgaris* et *Thymus satureioidis*. *Les technologies de laboratoire*, Volume 8, N°31.
46. Emerenciano V.P., Barbosa K.O., Sootti M.T. et Ferrero M.J.P. (2007). Self organising mops in chemotaxonomie studie of asterracea classification of tribes using flavonoid data. *Journal of Brazilian chemical society*, **18** (5): 891-899
47. Erel Ş.B., Reznicek G., Şenol S.G., YAVAŞOĞLU N.Ü.K., Konyalıoğlu S. et Zeybek A.U. (2012). Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia* L. species from western Anatolia. *Turkish Journal of Biology*, **36** (1), 75-84.

Références bibliographiques

F

- 48. Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M. et Abdelly C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C. R. Biologies*, 331: 372-9.
- 49. Falleh H., Ksouri R., Oueslati S., Guyot S., Magné C. et Abdelly C. (2009).** Interspecific variability of antioxidant activities and phenolic composition in *Mesembryanthemum* genus. *Food Chem Toxicol*, **47**: 2308-2313.
- 50. Faustin M. (2013).** Etude de l'effet des alcaloïdes sur la corrosion de l'acier C38 en milieu acide chlorhydrique 1M : Application à *Aspidosperma album* et *Geissospermum laeve* (Apocynacées). Th. Doc. Université des Antilles et de la Guyane. 186p.

G

- 51. Ghedira K. (2005).** Les flavonoïdes : Structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, **3** (4) : 162-169.
- 52. Guignard J.L. (1994).** Abrégé Botanique. 9^{ème} édition: 204.
- 53. Guignard J.L. (1998).** Abrégé botanique. 11^{ème} édition. Edition Masson, pp.49-205.

H

- 54. Hamadache N. (2011).** Criblage des extraits phénoliques d'origine végétale doués d'activité antibactérienne : recherche des inhibiteurs naturels de β -lactamases. Mémoire de magistère. Université Abderrahmane Mira de Bejaïa. Algérie.
- 55. Havsteen B.H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology and Therapeutics*, **96** (2-3): 67–202.

Références bibliographiques

56. Houmènou V., Adjatin A., Assogba F., Gbénou J. et Akoègninou A. (2018). Etude phytochimique et de cytotoxicité de quelques plantes utilisées dans le traitement de la stérilité féminine au Sud-Benin. *Eur Sci J*, **14** (6), 1857-7881.

I

57. Idouaaram S., Abed-Alhamid A., Elfarnini M., Filali O. et Blaghen M. (2018). Insecticidal activity of essential oils from five Moroccan plants on three insect pests of stored cereals. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, **04** (02), 052–057.

58. Iserin P., Masson M., Restellini Jp., Ybert E., Moulard F., Zha E., De La Roque R., De La Roque O., Vican P., Deesalle-Feat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloch J et Botrel A. (2001). Larousse des Plantes Médicinales : Identification, Préparation et Soins. 2^{ème} Ed. Larousse, Londres. 335p.

J

59. Janacković P., Novaković J., Soković M., Vujisić L., Giweli A.A., Dajić-Stevanović Z. et Marin P.D. (2015). Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Artemisia judaica*, *A. herba-alba* and *A. arborescens* from Libya. *Archives of biological sciences*, **67**(2), 455-466.

K

60. Kabran G.R., Mamyrbekova-Bekro J.A., Pirat J.L., Bekro Y.A., Sommerer N., Verbaere A. et Meudec E. (2014). Identification de composés phénoliques extraits de deux plantes de la pharmacopée ivoirienne. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie J. Soc. Ouest-Afr. Chim*, vol 038 : 57 – 63.

61. Kamra D., Agarwal N. et Chaudhary L. (2006). Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. Elsevier. pp 156-163.

62. Kanoun K. (2011). Contribution à l'étude phytochimique et activités antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine). Magister en Biologie. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen. Algérie. P110.

Références bibliographiques

- 63. Khadhri A., El Mokni R. et Simiti S. (2012).** Composés phénoliques et activités antioxydantes de deux extraits de Chardon a glu : *Atractylis gummifera*. Revue Soc. Sci. Nat. de Tunisie 2012 - 2013 T : 39 pp 44-52.
- 64. Kouwelton P.F.O.K. (2018).** Application des techniques de chromatographie et de spectroscopie dans l'identification des métabolites secondaires de trois plantes antidiabétiques et antihypertensives de la pharmacopée ivoirienne, Th. Doc. Institut national polytechnique Felix Houphoët Boigny – Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.
- 65. Krief S. (2003).** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Sciences du Vivant [q-bio]. Muséum national d'histoire naturelle - MNHN Paris.
- 66. Kshirsagar S.G. et Rao R.V. (2021).** Antiviral and immuno-modulation effects of *Artemisia*. *Medicina*, 57, 217. <https://doi.org/10.3390/medicina57030217>.
- 67. Ksouri R., Megdiche W., Falleh H., Trabelsi N., Boulaaba M., Smaoui A. et Abdelly C. (2008).** Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. *C R Biol* 331: 865-873.
- 68. Kumar U., Kumar B., Bhandari A. et Kumar Y. (2010).** Phytochemical investigation and comparison of antimicrobial screening of clove and cardamom. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 1, 138- 147.

L

- 69. Laguna O. (2019).** Valorisation des composés phénoliques des tourteaux de colza et tournesol : du fractionnement des matières premières vers la synthèse de molécules multifonctionnelles. Sciences agricoles. Université Montpellier. France. ffNNT : 2019MONTG007ff. fftel-02142245.

Références bibliographiques

- 70. Lamharrar A., Idlimam A., Ethmane Kane C.S., Jamali A., Abdenouri N. et Kouhila M. (2007).** Sorption isotherms and drying characteristics of *Artemisia arborescens* leaves, *Journal of Agronomy*, **6**:488-498.
- 71. Lamy E., Rawel H., Schweigert F.J., Silva F.C., Ferreira A., Costa A.R., Antunes C., Almeida A.M., Coelho A.V. et Sales-Baptista E. (2011).** The effect of tannins on mediterranean ruminant ingestive behavior : The role of the oral cavity. *Molecules*. **16**(4) : 2766-2784.
- 72. Lardry J.M. et Haberkom V. (2007).** L’Aromathérapie et les huiles essentielles. *Kinesither Rev*, **61** : 7-14.
- 73. Laurent E. (2017).** L’aromathérapie, la phytothérapie et les médicaments homéopathiques pour la prise en charge thérapeutique du sportif amateur : conseils à l’officine. *Sciences pharmaceutiques*. fihal-01931846.
- 74. Lepesme P. (1944).** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. P. Le chevalier, Paris, pp.61-67.
- 75. Lopez-Giraldo L.J. (2008).** Lipophilisation enzymatique des composés phénoliques et évaluation de leurs propriétés antioxydantes. Th. Doc. École Doctorale : Sciences des Procédés–Sciences des Aliments. Montpellier. France. 216p.
- 76. Lugasi A., Hovari J., Sagi K., et Biro L. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis*, **47** (1-4) :119-125.

M

- 77. Macheix J.J., Fleuriet A. et Jay-Allemand C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux un exemple de métabolites secondaires d’importance économiques, 1ère édition., Press polytechnologique ds et universitaires romandes : 4-5.

Références bibliographiques

- 78. Madene N. (2014).** Activité biologique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). Mémoire de magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harach -Alger, Algérie.
- 79. Malešev D. et Kuntić V. (2007).** "Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions." Journal of the Serbian chemical society, **72**: 10: 921-939.
- 80. Mangambu M., Mushagalusa K., et Kadima N. (2014).** "Contribution à l'étude photochimique de quelques plantes médicinales antidiabétiques de la ville de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, RD Congo)." Journal of Applied Biosciences, **75** : 1 :62116220.
- 81. Mansour A. (2009).** Investigation photochimique de l'extrait n-butanol de l'espèce *Centaurea africanai*.
- 82. Mc Donald L.L., Guy R.H. et Speirs, R.D. (1970).** Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insects. Marketing Research Report Number882 (Washington: Agricultural Research, Service, US Department of Agriculture pp. 8.
- 83. Merzougui I., et Tadj H. (2015).** Etude de l'effet antibactérien et antioxydant d'*Ammoides verticillata* de la région de Tlemcen. Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Université Abou-Bakr Belkaïd. Tlemcen. Algérie. 60p.
- 84. Miceli N., Buongiorno L.P., Celi M.G., Cacciola F., Dugo P., Mondello L., BonaccorsiI. et Taviano M.F. (2016).** Role of the flavonoid- rich fraction in the antioxidant and cytotoxic activities of *bauhinia forficata* Link. (Fabaceae) leaves extract. Nat. prod. Res. 30, 1229-1239. [CrossRef] [PubMed].
- 85. Mole S., Rogler J.C., et Butler L.G. (1993).** "Growth reduction by dietary tannins: different effects due to different tannins." Biochemical systematics and ecology. 21 :67 : 667-677.

Références bibliographiques

- 86. Morot -Gaudry J.F. et Prat R. (2012).** Biologie végétale. Croissance et développement, 2^{ème} édition. DUNOD, Paris : 224-225.
- 87. Mouchem Metahri F.Z. (2015).** Contribution à l'étude des huiles essentielles de l'armoise blanche de trois localités de l'ouest algérien (Ras Elma, El Aricha et Mécheria) et leurs effets antimicrobiens. Th. Doc. Université de Sidi Bel Abbes. Algérie.
- 88. Mucciarelli M. and Maffei M. (2002).** *Artemisia*: Introduction to the Genus, vol. 18. In Taylor & Francis.

N

- 89. Nadour M. (2010).** Mise en évidence de quelques propriétés antioxydantes des polyphénols extraits de l'olive, variété Chamlal. Mémoire de magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Algérie.
- 90. Nair R, Chanda S. (2005).** Antibacterial activity of *Punica granatum* exhibited in different solvents. Ind. J. Pharm, Sci, **67**: 239-243.
- 91. Ncibi S. (2020).** Potentiel bioinsecticide des huiles essentielles sur deux ravageurs des céréales stockées *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) et *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) et identification de leurs ennemis naturels. Th. Doc. Institut National Agronomique de Tunisie. Tunisie.
- 92. NFV 05-101., (1974).** Produit dérivent des fruits et légumes. Détermination de l'acidité titrable.
- 93. NFV 05-108., (1970).** Produit de l'agriculture. Produit dérivés des fruits et légumes. Détermination conventionnelle du potentiel hydrogène.
- 94. NFV 05-113., (1972).** Détermination des cendres totales, Vol 49, n°4,0289-0298.

Références bibliographiques

95. N'Guessan A., Chougouo-Nkuotchou R.D.K., Any-Grah S. A., Dally I.L., Tuo A., Lia A.G., N'guessan C. et Koffi A.A. (2019). Formulation de comprimés à base de feuilles et de tiges d'*Artemisia annua*. Cah. Santé Publique, Vol. 18, n°1.

O

96. Ovaskainen M.L., Torronen R., Koponen J.M., Sinkkoh., Hellstro J., Reinivuo H. et Mattila P. (2008). Dietary intake and major food sources of polyphenols in finish adults. The Journal of nutrition : 562-566.

97. Ozcan T., Akpinar-Bayizit A., Yilmaz-Ersan L. et Delikanli B. (2014). Phenolics in human health. International Journal of Chemical Engineering and Applications, 5 (5): 393-396.

P

98. Panche A.N., Diwan A.D. et Chandra S.R. (2016). Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science, vol. 5, e47, page 1 of 15.

99. Paolini V., Bergeaud J.P., Grisez C., Prevot F., Dorchie Ph. et Hoste H. (2003). Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. Veterinary Parasitology, 113 (2003): 253–261.

100. Papachristos D.P. et Stamopoulos D.C. (2002). Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 38:117-128.

101. Perez C., Paul M., Bazerque P. (1990). An antibiotic assay by the agar well diffusion method. Acta Biol. Med. Exp, 15: 113-115.

Références bibliographiques

Q

- 102. Quezel P. et Santa S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Centre national de la recherche scientifique, Tome 2 : 218-940.

R

- 103. Raho B. (2015).** Effect of essential oils of *Artemisia arborescens* on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. Journal of plant sciences, Vol. 2, No.6-1, pp1-4.
- 104. Rameau J-C., Dume G. (2008).** Flore française : guide écologique illustré, région méditerranéenne, Edition institut pour le développement forestier, p. 2426.
- 105. Randhawa M.A. et Alghamdi M.S. (2011).** Activité anticancéreuse de *Nigella sativa* (graine noire). Le Journal Américaine de Médecine Chinoise, **39** (6) : 1075-1091
- 106. Renouf A. (2019).** L'Absinthe (*Artemisia absinthium* L.) : approche ethnobotanique. Sciences pharmaceutiques. ffdumas-02459122.
- 107. Rezaie A., Parker R.D. et Abdollahi M. (2007).** Oxidative stress and pathogenesis of inflammatory bowel disease: an epiphenomenon or the cause. Digestive Diseases and Sciences, **5** (29): 2015- 2021.
- 108. Ribereau-Gayon P. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod. Paris, France. 254p.
- 109. Rouani M. (2015).** Contribution à la valorisation de potentiel aromatique et médicinale des plantes marocaines : Genre *Artemisia*. Valorisation par combinaison des méthodes phytochimiques, de synthèse organique et d'activité é biologique. Th. Doc. Université Mohammed V. Maroc.

Références bibliographiques

- 110. Royer M. (2013).** Etude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs. Agronomie. Université de Lorraine. Français. ffNNT : 2013LORR0058.
- 111. Russo A., Bruno M., Avola R., Cardile V., Rigano D. (2020).** Chamazulene-rich *Artemisia arborescens* essential Oils affect the cell growth of human melanoma cells. *Plants*, 9, 1000. <https://doi.org/10.3390/plants9081000>.

S

- 112. Saada M., Khemakhem M. et Ksouri R. (2021).** Variabilité des teneurs en composés phénoliques et des activités biologiques chez six espèces médicinales. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, **82** (5), 4791-4800.
- 113. Saddi M., Sanna A., Cottiglia F., Chisu L., Casu L., Bonsignore L. et De Logu A. (2007).** Antiherpes activity of *Artemisia arborescens* essential oil and inhibition of lateral diffusion in Verocells. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, **6** :1–10.
- 114. Saihi R. (2011).** Etude phytochimique, extraction des produits actifs de la plante *Artemisia campestris* de la région de Djelfa. Mise en évidence de l'activité biologique. Magister en chimie. Université d'Oran. Algérie.
- 115. Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire, 1^{ère} édition. TEC et DOC, Paris : 1.
- 116. Seddik K., Nadjat I., Abderrahmane B., Daoud H. et Lekhmici A. (2010).** Antioxidant and antibacterial activities of extracts from *Artemisia herba alba* Asso. leaves and some phenolic compounds. *Journal of Medicinal Plant Research*, **4** (13): 1273-1280.
- 117. Singleton V.L. et Rossi J.A (1965).** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Technology and Viticulture*, **16**, 144-153.

Références bibliographiques

- 118. Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L. et Zhang Y. (2011).** Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. Food and Chemical Toxicology, **49** (10): 2689-2696.
- 119. Svoboda P. et Hampson J.B. (1999).** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxydant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant biology department, Vol. 65,17p.

T

- 120. Tiwari S. (2008).** Plants: A rich source of herbal medicine. Journal of Natural Products, **1**:27-35.
- 121. Touil S. (2012).** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* ASSO et *Artemisia campestris* L de la région aride de Djelfa .Mémoire de magister. Université Saad Dehlab de Blida. Algérie.
- 122. Tounsi M.S., Ouerghemmi I., Wannas W.A., Ksouri R., Zemni H., Marzouk B. et Kchouk M.E. (2009).** Valorisation of three varieties of grape. J ind crops prod, **30**: 292-296.

V

- 123. Vitti D.M.S.S., Abdalla A.L., Bueno I C.S., Silva-Filho J.C., Costa C. et Bueno M.S. (2005).** Do all tannins have similar nutritional effects, a comparison of three Brazilian fodder legumes. Animal Feed Science and Technology, **119**: 345–361.
- 124. Vu T.D. (2008).** Effet de l'environnement sur la croissance et l'accumulation de métabolites secondaires chez *Datura innoxia* Mill. cultivé en condition hors sol ; impact des facteurs biotiques et abiotiques. Th. Doc. Université de Lorraine. France.

Références bibliographiques

Y

- 125. Younes k. (2015).** Contribution à l'étude chimique et biologique des deux plantes médicinales de la région ouest d'Algérie : *Artemisia arborescens* L. et *Cardaria daraba* (L.) Desv. Th. Doc. Université Tlemcen. Algérie.

Z

- 126. Zaibet W. (2016).** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de *Daucus aureus* (Desf) et *Reutera lutea* (Desf.) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD). Th. Doc. Université Ferhat Abbas-Setif 1. Algérie.
- 127. Zakkad F. (2017).** Etude Phytochimique et Evaluation de quelques propriétés biologiques de trois Espèces d'*Euphorbia*. Th. Doc. Université Badji Mokhtar, Annaba. Algérie.
- 128. Zarga M., Qauasmeh R., Sabri S., Munsoor M., Abdalla S. (1995).** Chemical Constituents of *Artemisia arborescens* and the effect of the aqueous extract on at isolated smooth muscle. *Planta Medica*, **61**(3), 242-2.



Annexes

Annexes

Annexe 01 : Matériels utilisés : appareillages, solvants, réactifs chimiques et milieux de cultures.

Appareillage	Verreries et autres matériels	Solvants	Colorants et réactifs
<ul style="list-style-type: none"> • Etuve • Spectrophotomètre • pH-mètre • Bain-marie • Autoclave • four pasteur • Four a moufle • Dessiccateur • Broyeur • Loupe binoculaire • microscope optique • Agitateur magnétique • Hôte • Plaque chauffante. • Balance • Balance de précision (0.0001) • Bec bunsen 	<ul style="list-style-type: none"> • Béchers • Erlenmeyer • Fiole conique • Fiole jaugé • Entonnoirs • Cristallisoirs • Burette de graduation • Boîtes pétri 90 mm. • Pipettes Pasteur • Lames • Ense à boucle • Micropipette de : 10 μL, 50 μL, 100 μL, 1000 μL. • Ecouvillons. • Papiers Wattman. • Papiers filtre • Compresses (pour filtration) • Seringues de 	<ul style="list-style-type: none"> • Méthanol • Eau distillée • DMSO 	<ul style="list-style-type: none"> • Fushine • Alcool 70° • FeCl₃ • Acétate de sodium • Magnésium • Ammoniaque • Chloroforme • NaOH • Alcool isobutanol • H₂SO₄ • Lugol • HCl • Huile d'immersion • Réactif de Folin-Ciocalteu • Acide gallique • Carbonate de sodium Na₂CO₃ • Eau physiologique

Annexes

	5 mL et de 10mL		
	<ul style="list-style-type: none">• Tubes a essaie à vis stérile• Passoir• Spatule.• Verre de montre.• Capsule en porcelaine.• Barreau magnétique.• Pince stérile.		

➤ Milieux de cultures solides

- Gélose nutritive
- Gélose Mueller Hinton.
- Gélose Sabouraud.

➤ Milieu liquide

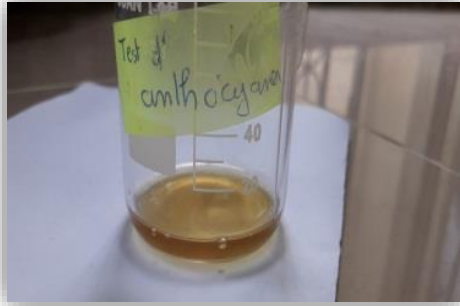


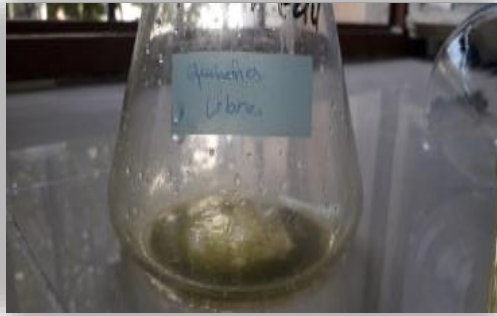
- Bouillon BHIB

➤ L'antibiotique utilisé

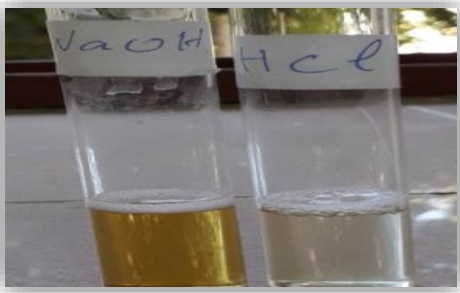

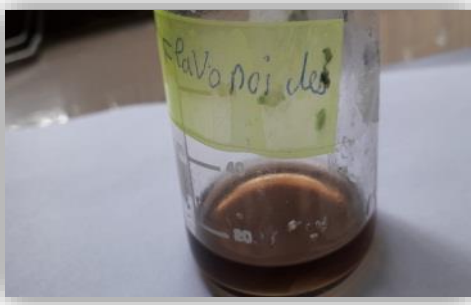

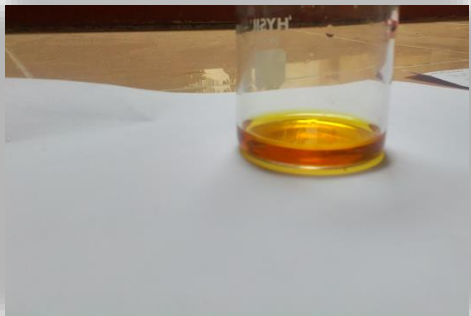
- Disque d'antibiotique en cartouche : Gentamicine.

Antibiotique	Abréviation	Famille	Dose
Gentamicine	GM / GEN	Aminosides	10 µg /disque

Annexe 02 : Résultats de l'analyse phytochimique.

Tests	Observation	Résultats
Anthocyanes		-
Tannins		+++
Tannins galliques		+++
Quinones libres		-

Annexes

Saponosides		+
Glucosides		+++
Flavonoïdes		+++
Stéroïdes		+++
Coumarines		+++

Annexe 03 : Gamme d'étalonnage de l'acide gallique.



Annexe 04 : Repiquage des souches bactériennes sur gélose nutritive



Escherichia coli ATCC 25922

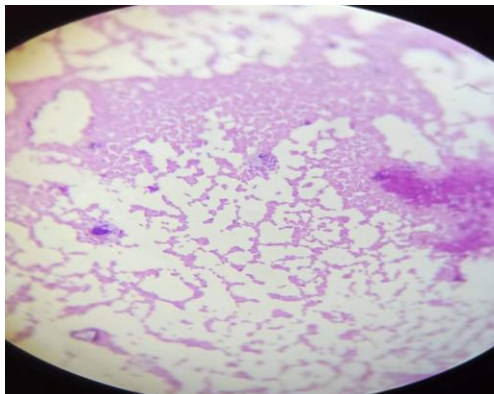


Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853

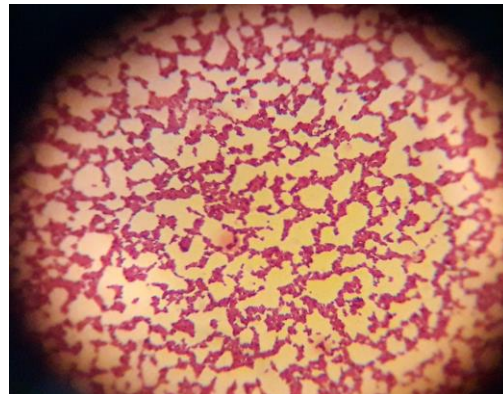


Staphylococcus aureus MU 50

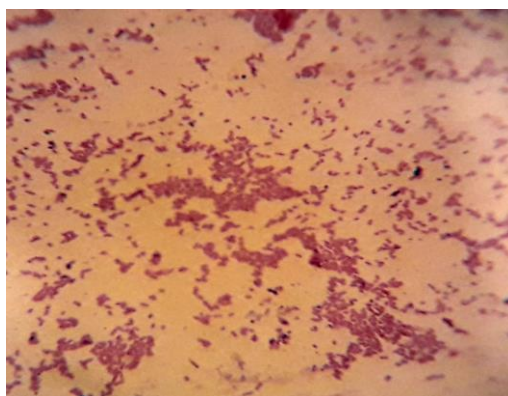
Annexe 05 : Résultats de la coloration de Gram, observation sous microscope photonique au grossissement $\times 100$.



Escherichia coli ATCC 25922

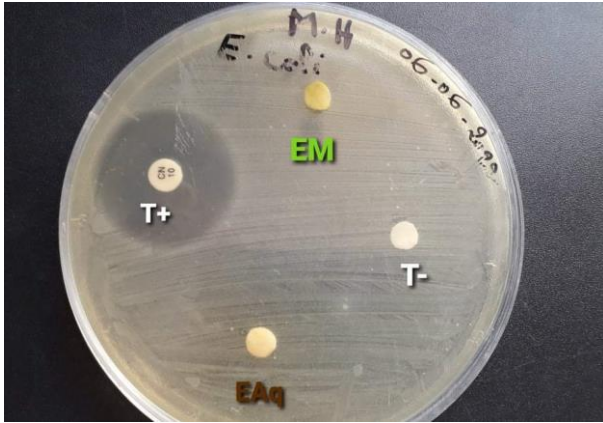


Staphylococcus aureus MU 50



Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853

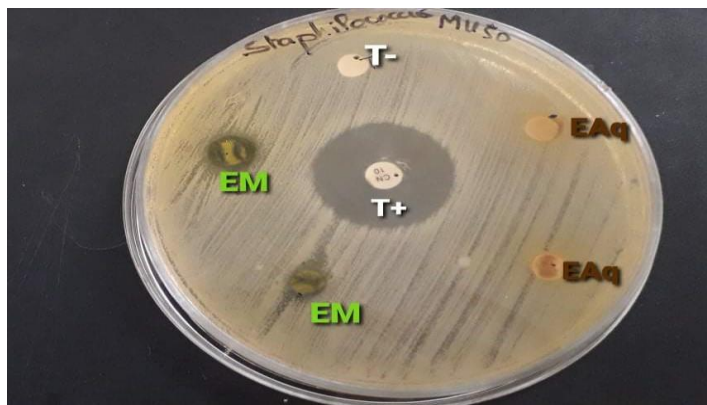
Annexe 06 : Résultats de l'activité antibactérienne des deux extraits de la plante.



Escherichia coli ATCC 25922



Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853



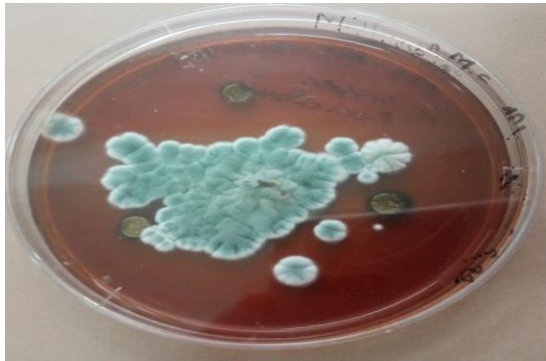
Staphylococcus aureus MU 50

T⁻ : Témoin négatif ; T⁺ : Témoin positif (Gentamicine) ; EM : Extrait méthanolique

EAq : Extrait aqueux.

Annexes

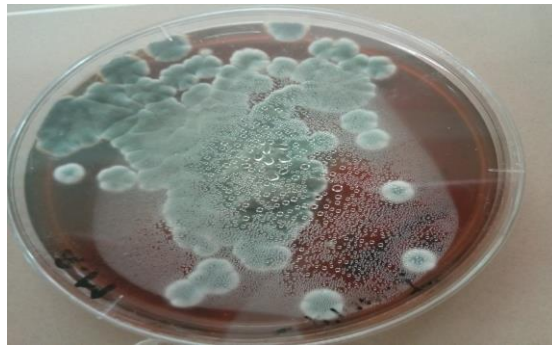
Annexe 07 : Résultats de l'activité antifongique des extraits de la plante vis-à-vis *Penicillium* sp.



Extrait méthanolique



Extrait aqueux



Témoin négatif

Résumé

Les extraits végétaux se caractérisent par la présence de biomolécules qui ont des activités biologiques importantes. Le présent travail s'intéresse à l'étude physico-chimique, phytochimique ainsi qu'à l'évaluation des activités biologiques de la plante *Artemisia arborescens* de la famille des *Asteraceae*. Cette espèce est connue localement sous le nom « Chedjret Meriem », elle très répandue dans le bassin méditerranéen.

C'est une plante riche en eau (71.6 %) avec un pH de 6.08. Le screening phytochimique a révélé la présence de composés secondaires actifs tels que les flavonoïdes, les tanins, les coumarines et les glucosides.

Le rendement des extraits méthanolique et aqueux d'*Artemisia arborescens* était de 11 % et 9 % respectivement. Quant aux résultats du dosage, ils montrent que l'extrait aqueux présente les meilleures teneurs avec 71.75 ± 0.84 mg EAG/g MS par rapport à l'extrait méthanolique 52.72 ± 1.09 mg EAG/g MS.

L'activité antibactérienne a montré que l'extrait aqueux n'a aucun effet inhibiteur sur la croissance de *Staphylococcus aureus* MU 50, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Escherichia coli* ATCC 25922. Par contre, *Staphylococcus aureus* MU 50 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 étaient sensibles à l'extrait méthanolique avec des zones d'inhibition de 10 ± 2.12 mm et 13 ± 1.41 mm respectivement. Cependant, *Escherichia coli* ATCC 25922 était résistante a cet extrait.

La mise en évidence de l'activité antifongique a révélé que la plante présente un effet antifongique vis-à-vis de *Penicillium* sp. où les diamètres des colonies pour l'extrait méthanolique et aqueux étaient respectivement de l'ordre 3.8 cm et 3.4 cm. Par contre, un développement normal de l'espèce a été observé au niveau de témoin négatif.

L'évaluation de l'activité insecticide des extraits de la plante par le test de répulsion a montré un effet faiblement répulsif contre *Sitophilus oryzae*. En revanche, le test d'inhalation a montré que les deux extraits n'ont aucun effet sur l'insecte.

Mots clés : *Artemisia arborescens* ; screening phytochimique ; activité antibactérienne ; activité antifongique ; activité insecticide ; *Sitophilus oryzae*.

Abstract

Plant extracts are characterized by the presence of biomolecules that have important biological activities. This work focuses on the physicochemical and phytochemical study as well as the evaluation of the biological activities of the plant *Artemisia arborescens* of the Astraceae family, this species is known locally under the name “Chedjret Meriem”, it is very widespread in the Mediterranean basin.

It is a plant rich in water (71.6 %) with a pH of 6.08. The phytochemical screening revealed the presence of active secondary compounds such as flavonoides, tannins, coumarins and glycosides.

The yield of methanolic and aqueous extracts of *Artemisia arborescens* was 11 % and 9 % respectively. As for the assay results, they show that the aqueous has the best levels with 71.75 ± 0.84 mg EAG/g DM compared to the methanolic extract 52.72 ± 1.09 mg EAG/g DM.

The antibacterial activity showed that the aqueous extract has no inhibitory effect on the growth of *Staphylococcus aureus* MU 50, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 and *Escherichia coli* ATCC 25922. On the other hand, *Staphylococcus aureus* MU 50 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 were sensitive to the methanolic extract with zones of inhibition of 10 ± 2.12 mm et 13 ± 1.41 mm respectively. However, *Escherichia coli* ATCC 25922 was resistant to this extract.

The demonstration of antifungal activity revealed that the plant has an antifungal effect against *Penicillium* sp. where the diameters of colonies for the methanolic and aqueous extract were respectively of the order of 3.8 cm and 3.4 cm. On the other hand, a normal development of the specie was observed at the negative control.

The evaluation of insecticidal activity of the plant extracts by the repulsion test showed a weak repellent effect against *Sitophilus oryzae*. On the other hand, the inhalation test showed that the two extracts have no effect on the insect.

Key words: *Artemisia arborescens*, phytochemical screening, antibacterial activity, antifungal activity, insecticidal activity, *Sitophilus oryzae*.