

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Chadli Bendjedid El Tarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



THÈSE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTORAT EN 3^{ème} CYCLE LMD

Domaine : Sciences de la nature et de la vie.

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et valorisation des ressources naturelles

Intitulée

Valorisation des plantes à intérêts
Médicinales et aromatiques du Nord-Est Algérien
(Région de Séraïdi, Annaba)

Présenté par : Mme Djouamaa salima

Directrice de thèse :

Dr DJELLOUL Radia

Professeur

Université Chadli ben Djedid El-Tarf

Co-directrice de thèse :

Dr HACINI Nesrine

Professeur

Université Chadli ben Djedid El-Tarf

Membre de jury :

Président :

TIAR Ghoulem

Professeur

Université Chadli ben Djedid El-Tarf

Examineurs :

AZIZI Nadia Nawel

Maître de conférences A

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Dr MERZOUG Sameha

Maître de conférences A

Université Chadli ben Djedid El-Tarf

Mr BRINIS Amir

Maître de conférences A

Université Badji Mokhtar Annaba

2023/2024

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma respectueuse gratitude et mes vifs remerciements à Madame DJELLOUL Radia, directrice du laboratoire de recherche « Ecologie Fonctionnelle et Evolutive » et ma directrice de thèse, avec qui j'ai eu la chance de bénéficier de son profond savoir. Depuis l'attribution de mon sujet de thèse, elle n'a pas cessé un seul instant de suivre de très près mon travail. Je la remercie vivement pour ses encouragements, son aide si précieuse et son entière disponibilité.

Je veux remercier madame HACINI Nesrine, ma co-directrice de thèse, de la confiance qu'elle m'a accordée et pour son encadrement, sa sympathie, ses conseils et ses encouragements.

J'exprime mes plus sincères remerciements au Professeur TIAR Ghoulem, enseignant / chercheur, université Chadli Bendjedid El Tarf, pour avoir accepté de présider ce jury. Que vous ayez mon entière reconnaissance.

Mes plus profondes gratitude s'adressent à Madame AZIZI Nadia Nawel et à Madame MERZOUG Sameha, Maître de Conférence A, à l'Université Chadli Bendjedid El Tarf, d'avoir bien voulu participer à ce jury, en qualité d'examinatrice.

Mes plus vifs remerciements à Monsieur BRINIS Amir, Maître de Conférence A, à l'Université Badji Mokhtar, Annaba, pour l'immense privilège qu'elle me fait en acceptant d'examiner ce travail.

Au cours des travaux effectués, j'ai eu recours à plusieurs reprises aux services de Docteur MOKRANI Karima, de l'université d'El Tarf, qui n'a jamais cessé de m'aider et de m'orienter pour la réalisation de ce travail de recherche.

Un grand merci au Pr NEDJAI.Sabrina, médecin chef du laboratoire de microbiologie CHU Dorban Annaba, pour son accueil chaleureux et son précieuse collaboration durant mon stage, dans le cadre de la réalisation des analyses microbiologiques.

Finalement, Je souhaite remercier mes parents qui m'ont toujours permis de choisir mon chemin et qui m'ont encouragé à continuer dans la voie de la science et qui ont tant sacrifié pour moi. Merci à mes sœurs et mon frère pour leurs encouragements et leurs soutiens pendant toutes ces années d'études.

Sincères et grands remerciements à mon mari **Badri** qui m'a aidé à tous les niveaux moral et affectif afin de me permettre de travailler dans d'excellentes conditions.

Je remercie toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail de recherche.

RESUME

Le travail de la présente thèse porte sur deux volets, une étude ethnobotanique des plantes médicinales à intérêts antimicrobiens, ainsi que la caractérisation phytochimique de trois espèces sélectionnées et récoltées dans la région de Séraïdi, Wilaya d'Annaba. L'étude ethnobotanique a permis l'identification de 33 espèces végétales utilisées fréquemment par la population de Séraïdi pour le traitement des affections d'origine microbiennes. Ces espèces appartenant à 20 familles, dont la famille des Lamiaceae est la plus représentée. Les femmes âgées sont les plus concernées par l'utilisation des plantes ; les personnes n'ayant pas de niveau intellectuel supérieur ont le plus de connaissance sur l'usage des plantes à intérêt antimicrobien. La feuille est l'organe le plus utilisé, sous forme de décoction ou infusion, administré par voie orale. Nous avons sélectionné trois plantes spontanées au niveau de djbel Edough, à savoir, *Cytisus triflorus*, *Ziziphus lotus* et *Urtica dioica* pour étudier leurs propriétés thérapeutiques intéressantes. Les tests du criblage phytochimique révèlent l'existence de différents métabolites secondaires : alcaloïdes, flavonoïdes, tanins, anthocyanes, stéroïdes et triterpènes, quinones, cardénolides et les saponosides avec absence des huiles volatiles dans les espèces *Cytisus triflorus* et *Ziziphus lotus* ; présence des flavonoïdes, anthocyanes, saponines, tanins, stéroïdes et triterpènes, cardénolides, huiles volatiles et absence des quinones et alcaloïdes dans l'*Urtica dioica*. L'extraction des principes actifs a été effectuée sur les feuilles séchées des 3 plantes choisies, par macération dans une solution hydro-éthanolique à 80%. L'étude quantitative des extraits polyphénoliques a été réalisée au moyen des dosages spectrophotométriques, nous a permis la détermination de la teneur totale des polyphénols et des flavonoïdes avec des valeurs de 24.32µg EAG/mg et 3.267µg EQ/mg d'extrait de *Cytisus triflorus* ; 20.088µg EAG/mg et 4.396µg EQ/mg d'extrait de *Ziziphus lotus* ; 16.36µg EAG/mg et 5.945µg EQ/mg d'extrait d'*Urtica dioica*. Les analyses spectrales par GC/MS nous ont fait ressortir les composés contenus dans les extraits phénoliques étudiés. Les spectres ont recensé 09 composés pour *Cytisus triflorus* avec une molécule majoritaire Acide 4-hydroxy-3-méthoxybenzoïque; 17 composés pour *Urtica dioica*, avec la prédominance de l'Acide gallique et 11 composés pour *Ziziphus lotus* dont Hexahydroxydiphenoyl-glucose est majoritaire. L'évaluation in vitro de l'activité antioxydante des extraits polyphénoliques de trois plantes a été réalisée par la méthode de piégeage du radical DPPH. Ces extraits présentent des valeurs intéressantes d'IC50 avec 155.163µg/ml pour *Urtica dioica*, 70.684µg/ml pour *Cytisus triflorus* et 104.829µg/ml pour *Ziziphus lotus*. L'effet antibactérien des extraits polyphénoliques et d'alcaloïdes des trois plantes a été déterminé sur trois souches bactériennes de référence *Staphylococcus aureus* (ATCC25923), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853) et *E.coli* (ATCC25922) ; Les résultats ont montré que l'effet bactéricide des plantes étudiées varie selon la nature de la souche et de la substance testée, les alcaloïdes ont un effet bactériostatique notamment l'extrait alcaloïde de *Cytisus triflorus*, ainsi que les polyphénols des espèces étudiées qui présentent des effets remarquables sur les trois souches.

Mots clés : *Ziziphus lotus*, *Cytisus triflorus*, *Urtica dioica*, enquête ethnobotanique, GC/MS, activités biologiques, Région de Seraïdi.

ABSTRACT

The work of this thesis focuses on two parts, an ethnobotanical study of medicinal plants with antimicrobial interest, as well as the phytochemical characterization of three species selected and collected in the region of Séraïdi, Wilaya of Annaba. The ethnobotanical study has led to the identification of 33 plant species frequently used by the Seraïdi population for the treatment of diseases of microbial origin. These species belong to 20 families, of which the Lamiaceae family is the most represented. Older women are the most concerned by the use of plants; People with no higher intellectual level have the most knowledge about the use of plants with antimicrobial interest. The leaf is the most widely used organ, in the form of a decoction or infusion, administered orally. We selected three spontaneous plants at the level of Djbel Edough, namely, *Cytisus triflorus*, *Ziziphus lotus* and *Urtica dioica* to study their interesting therapeutic properties. Phytochemical screening tests reveal the existence of different secondary metabolites: alkaloids, flavonoids, tannins, anthocyanins, sterols and triterpenes, quinones, cardenolides and saponosides with absence of volatile oils in the species *Cytisus triflorus* and *Ziziphus lotus*; presence of flavonoids, anthocyanins, saponins, tannins, sterols and triterpenes, cardenolides, volatile oils and absence of quinones and alkaloids in *Urtica dioica*. The extraction of the active ingredients was carried out on the dried leaves of the 3 chosen plants, by maceration in an 80% hydro-ethanolic solution. The quantitative study of the polyphenolic extracts was carried out by means of spectrophotometric assays, allowing us to determine the total content of polyphenols and flavonoids with values of 24.32µg EAG/mg and 3.267µg EQ/mg of *Cytisus triflorus* extract; 20,088µg EAG/mg and 4,396µg EQ/mg of *Ziziphus lotus* extract; 16.36µg EAG/mg and 5.945µg EQ/mg of *Urtica dioica* extract. Spectral analyses by GC/MS revealed the compounds contained in the phenolic extracts studied. The spectra identified 09 compounds for *Cytisus triflorus* with a majority molecule 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid; 17 compounds for *Urtica dioica*, with the predominance of Gallic acid and 11 compounds for *Ziziphus lotus* of which Hexahydroxydiphenoyl-glucose is the majority. In vitro evaluation of the antioxidant activity of polyphenolic extracts of three plants was performed by the DPPH radical scavenging method. These extracts present interesting IC₅₀ values with 155.163µg/ml for *Urtica dioica*, 70.684µg/ml for *Cytisus triflorus* and 104.829µg/ml for *Ziziphus lotus*. The antibacterial effect of polyphenolic and alkaloid extracts of the three plants was determined on three reference bacterial strains *Staphylococcus aureus* (ATCC25923), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853) and *E. coli* (ATCC25922); The results showed that the bactericidal effect of the plants studied varies according to the nature of the strain and the substance tested, the alkaloids have a bacteriostatic effect, in particular the alkaloid extract of *Cytisus triflorus*, as well as the polyphenols of the species studied which show remarkable effects on the three strains.

Key words: *Ziziphus lotus*, *Cytisus triflorus*, *Urtica dioica*, ethnobotanical survey, GC/MS, biological activities.

الخلاصة

تركز هذه الأطروحة على جزأين، دراسة استنبائية للنباتات الطبية ذات الأهمية المضادة للميكروبات، بالإضافة إلى الوصف الكيميائي لثلاثة أنواع من النباتات تم اختيارها وجمعها من منطقة سرايدي بولاية عنابة. أدت الدراسة الاستنبائية إلى تحديد 33 نوع نباتي يستعمل لعلاج الأمراض ذات الأصل الميكروبي. تنتمي هاته الأنواع إلى 20 عائلة نباتية، منها عائلة الأكثر استخداما من طرف سكان بلدية سرايدي. بينت النتائج أن النساء هن الأكثر استخداما للنباتات الطبية، الأشخاص الذين لا يملكون مستوى تعليمي عالي لديهم أكبر قدر من المعرفة حول إستعمال النباتات المضادة للميكروبات. الورقة هي العضو الأكثر استخداما، في شكل مغلي أو بالتدخين. تؤخذ أغلب الأحيان عن طريق الفم. اخترنا ثلاثة نباتات عفوية موجودة على مستوى جبل الإيدوغ وهي: اللقاي، السدر ونبات القراص.

كشفت اختبارات الفحص الكيميائي النباتي عن وجود مستقبلات ثانوية مختلفة: القلويدات، الانثوسيانين، كاردينوليدات، العفص، الستيرول والترايبتيرين، الكينونات، الصابونين، الفلافونويدات مع غياب الزيوت الطيارة في كل من اللقاي والسدر. وجود الفلافونويدات، الصابونين، الانثوسيانين، الكاردينولات، العفص، الستيرول والترايبتيرين، الزيوت الطيارة مع غياب القلويدات والكينونات في نبات القراص.

لدراسة الخصائص العلاجية المثيرة للإهتمام للنباتات المدروسة، استخرجنا المكونات النشطة من الأوراق المجففة للنباتات الثلاثة المختارة عن طريق النقع في محلول ماء-إيثانول 80%. تم إجراء الدراسة الكمية لمستخلصات البوليفينول عن طريق المقاييس الطيفية، مما يسمح لنا بتحديد المحتوى الكلي للبوليفينول والفلافونويد بقيم تبلغ 24.32 ميكروغرام م ح غ/مغ و 3,267 ميكروغرام م ك/مغ بالنسبة لنبات اللقاي، 20,088 ميكروغرام م ح غ/مغ و 4,396 ميكروغرام م ك/مغ لنبات السدر، 16,36 ميكروغرام م ح غ/مغ و 5,945 ميكروغرام م ك/مغ لنبات القراص.

كشفت التحليلات الطيفية للمركبات الموجودة في المستخلصات الفينولية عن وجود 11 مركبا كيميائيا في نبات اللقاي منهم 2 غير مصنفا، 9 مركبات منهم 2 غير مصنفا في نبات القراص و 17 مركب كيميائي في نبات السدر.

تم اختبار النشاط المضاد للأكسدة بواسطة طريقة الكسح الجذري، كشفت هذه المستخلصات عن قيمة IC50 مثيرة للإهتمام والمقدرة ب 155,163 ميكروغرام /مل لنبات القراص، 70,684 ميكروغرام/مل لنبات اللقاي 104,829 ميكروغرام/مل بالنسبة للسدر. تم تحديد التأثير المضاد للبكتيريا لمستخلصات البوليفينول والقلويدات للنباتات الثلاثة على *pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853), *E.Coli* (ATCC25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC25923),

أظهرت النتائج أن التأثير المضاد للبكتيريا لمستخلصات النباتات المدروسة يتغير بتغير طبيعة السلالة البكتيرية وطبيعة المستخلص المدروس، القلويدات لهم تأثير مهم مضاد للبكتيريا خاصة قلويدات نبات اللقاي، كذلك فينولات النباتات الثلاثة التي لها تأثير كبير على جميع السلالات المدروسة

الكلمات المفتاحية: GC/MS، استنبان طبي، النشاطات البيولوجية، *Ziziphus lotus*, *Cytisus triflorus*, *Urtica dioica*

Liste des figures		
Numéros de la figure	Intitulé	Page
Figure 1	Localisation géographique de la zone d'étude (Séraïdi wilaya d'Annaba)	5
Figure 2	Questionnaire sur les plantes médicinales à intérêt antiviral adopté pour l'enquête ethnobotanique	7
Figure 3	Citrus triflorus	9
Figure 4	Ziziphus lotus	10
Figure 5	Urtica dioica	11
Figure 6	Etapes de l'extraction des alcaloïdes totaux	14
Figure 7	Evaporation des filtrats des trois plantes étudiées par Rôt-à-vapeur	15
Figure 8	Etapes de l'extraction des polyphénols totaux	15
Figure 9	Distribution des familles botaniques utilisées dans le traitement des maladies microbiennes dans la région de Seraïdi	26
Figure 10	Utilisation des plantes médicinales à intérêt antiviral selon le sexe	27
Figure 11	Utilisation des plantes médicinales à intérêt antiviral selon l'âge	28
Figure 12	Utilisation des plantes médicinales selon la situation familiale	29
Figure 13	Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude	30
Figure 14	Utilisation des plantes médicinales à intérêts antimicrobien selon les différentes parties de plantes	31
Figure 15	Utilisation des plantes médicinales à intérêts antimicrobien selon le mode de préparation	32
Figure 16	Utilisation des plantes médicinales à intérêts antimicrobien selon la fréquence d'administration	33
Figure 17	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	36
Figure 18	Dosage des polyphénols totaux	37
Figure 19	Teneur en composés phénoliques Courbe d'étalonnage de la quercétine	38
Figure 20	Dosage des flavonoides	38
Figure 21	Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique	42
Figure 22	Courbe d'étalonnage de l'U.D	42

Figure 23	Courbe d'étalonnage de C.T	43
Figure 24	Courbe d'étalonnage de Z.L	43
Figure 25	Courbe des pourcentages d'inhibition	44
Figure 26	Diamètres d'inhibition bactérienne des polyphénols de C.T	46
Figure 27	Diamètres d'inhibition bactérienne des alcaloïdes de C.T	47
Figure 28	Diamètres d'inhibition bactérienne des polyphénols de Z.L	47
Figure 29	Diamètres d'inhibition bactérienne des alcaloïdes de Z.L	48
Figure 30	Diamètres d'inhibition bactérienne des polyphénols d'U.D	48
Figure 31	Diamètres d'inhibition autour des disques	49

Liste des tableaux		
Numéros de tableau	Intitulé	Page
Tableau 1	Listes des plantes médicinales à intérêt antimicrobien recensees dans la région de Seraidi (Annaba)	22
Tableau 2	Résultats des tests phytochimiques réalisés sur les trois espèces étudiées	33
Tableau 3	Rendement en extraits d'alcaloïdes et de polyphénols	35
Tableau 4	Concentration des extraits/Absorbance	36
Tableau 5	Dosage des polyphénols totaux	36
Tableau 6	Concentration des extraits/Absorbance	37
Tableau 7	Teneurs en composés phénoliques	39
Tableau 8	Les composés phénoliques identifiés dans la C.T par GC/MS	39
Tableau 9	Les composés phénoliques identifiés dans l'U.D par GC/MS	40
Tableau 10	Les composés phénoliques identifiés dans la Z.L par GC/MS	40
Tableau 11	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH	41
Tableau 12	Valeurs IC50 des extraits polyphénoliques	44
Tableau 13	Les diamètres d'inhibition bactérienne observée	45

LISTE DES ABREVIATIONS

- C.T:** *Cytisus triflorus*
- U.D:** *Urtica dioica*
- Z.L:** *Ziziphus lotus*
- AT** : Alcaloïdes totaux.
- **C** : Concentration.
- **A** : Absorbance.
- °C** : degré Celsius.
- R** : Coefficient de détermination.
- ATCC** : American Type Culture Collection.
- DPPH** : 2,2 -diphényl -1- picrylhydrazyl.
- DMSO** : DiméthylSulfOxyde.
- IC50** : Concentration à 50% de DPPH perdu.
- OMS** : Organisation Mondial de la Santé.
- µg EAG/mg** : microgramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme.
- RE** : Rendement d'extraction.
- **HCl** : Acide chlorhydrique.
- **FeCl3** : Chlorure de fer.
- **CHCl3** : Trichlorométhane ou Chloroforme.
- **CH3COOH** : Acide acétique.
- **H2SO4** : Acide sulfurique.
- **NH4OH** : ammoniacque, ou hydroxyde d'ammonium.
- **MeOH** : Méthanol.
- **Na2CO3** : Carbonate Sodium.
- **NaNO2** : Nitrite de sodium.
- **AlCl3** : Chlorure d'aluminium.
- **NaOH** : Hydroxyde de sodium.

Table des matières

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : ETUDE ETHNOBOTANIQUE	4
1-Description de la zone d'étude	4
2-Enquête ethnobotanique	5
CHAPITRE II: ETUDE PHYTOCHIMIQUE	8
1-Matériels et methodes	8
1.1-Matériel végétal	8
1.2-Description et classification botanique des plantes étudiées	8
1.2.1-Description botanique de <i>Cytisus triflorus</i>	8
1.2.2- Description botanique de <i>Ziziphus lotus</i>	9
1.2.3- Description botanique d'<i>Urtica dioica</i>	10
1.3-Screening phytochimique	11
1.3.1-Détection des alcaloïdes	11
1.3.2-Détection des flavonoïdes	11
1.3.3-Détection des cardénolides	12
1.3.4-Détection des quinones	12
1.3.5-Détection des saponines	12
1.3.6-Détection des tanins	12
1.3.7-Détection des anthocyanes	12
1.3.8-Détection des huiles essentielles	12
1.3.9-Détection des stérols et triterpènes	12
1.4-Extraction des molécules bioactives	13

1.4.1-Extraction des alcaloïdes totaux	13
1.4.2-Extraction dpolyphénols totaux	14
1.5-Dosage des composés phénoliques	16
1.5.1-Dosage des polyphénols totaux	16
1.5.2-Dosage des flavonoïdes	16
1.6-Characterisation moléculaire des extraits par GC/MS	16-17
CHAPITRE III: ACTIVITES BIOLOGIQUES	18
1-Activités anti-oxydantes	18
2-Activités antibactérienne	19
2.1-Souches bactériennes	19
2.2-Réalisation de l'activité antibactérienne	19
2.2.1-Préparation des milieux de culture	19
2.2.2-Préparation de l'inoculum	19
2.2.3-Préparation des dilutions	19
2.2.4-Préparation des disques	20
2.2.5-Lecture	20
CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION	21
1-Enquête ethnobotanique	21
1.1-Recensement des plantes médicinales à intérêt antimicrobien	21
1.2-Utilisation des plantes médicinales selon le profil des enquêtés selon le sexe	27
1.3-Utilisation des plantes médicinales selon le profil des enquêtés selon l'âge	27
1.4-Utilisation des plantes médicinales selon le profil des enquêtés selon la situation familiale	28
1.5-Utilisation des plantes médicinales selon le profil des	29

enquêtés selon le niveau d'étude	
1.6-Utilisation des plantes médicinales selon la partie utilisée	31
1.7-Utilisation des plantes médicinales selon le mode de préparation	31
1.8-Utilisation des plantes médicinales selon la voie d'administration	32
2-Etude phytochimique	33
2.1-Screening phytochimique	33
2.2-Extraction des molécules bioactives	35
2.3-Dosage des composés phénoliques	35
2.3.1-Dosage des polyhénols totaux	35
2.3.2-Dosage des flavonoïdes	37
2.4-Characterisation moléculaire des extraits par GC/MS	39
2.5-Activités biologiques	41
2.5.1-Activité anti-oxydante	41
2.5.2-Activité antibactérienne	45
CONCLUSION GENERALE	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	53
ANNEXES	

INTRODUCTION

La présence des plantes à la surface du globe terrestre depuis le début de la vie, en a fait un rôle prépondérant dans l'évolution des sociétés humaines, elles constituent la base de la vie des êtres humains (**Daaboul, 2004**).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a estimé environ 65% de la population a recours à la médecine traditionnelle (**Nunes et al., 2020**) et utilisent 22000 plantes médicinales, dont 3000 seulement d'entre elles ont fait l'objet d'évaluations scientifiques (**Lehmann, 2013**) et 121 principes actifs provenant de 90 plantes entrent dans la composition des médicaments soit un pourcentage de 25% (**Sahoo et al., 2010**).

La résistance aux antibiotiques et les effets secondaires de certains médicaments autorisés qui sont utilisés pour le traitement des différentes maladies ont intrigué les chercheurs à exploiter encore plus des produits naturels bioactifs alternatifs plus sûrs (**Saleem et al., 2016**) et s'intéressent aux plantes médicinales en tant que sources naturelles aux activités biologiques avec peu d'effets secondaires (**Rinnerthaler et al., 2015**).

Cependant, l'évaluation des propriétés phytothérapeutiques comme antimicrobiennes, reste une tâche très intéressante et utile, notamment pour les plantes rarement utilisées. Ces plantes représentent une nouvelle source des composés actifs ; en effet, les métabolites secondaires ont fait et continuent de faire l'objet de nombreuses recherches *in-vivo* et *in-vitro*, notamment la recherche de nouveaux constituants naturels tels les composés phénoliques, les saponosides et les huiles essentielles. Les métabolites secondaires sont également importants pour notre alimentation et notre santé, parmi lesquels : les alcaloïdes, les anthocyanines, les flavonoïdes, les quinine, les stéroïdes et les terpenoïdes ont des applications commerciales dans les domaines pharmaceutiques et biomédicaux, ils sont utilisés comme des agents préventifs : anti-inflammatoires, antimicrobiens, antiseptiques, mais essentiellement antioxydants qui défendent contre le stress oxydatif et font partie des drogues, colorants, arômes parfums et insecticides (**Teixeira da Silva, 2004**).

L'intérêt pour les plantes médicinales est en plein essor grâce à l'intégration de techniques modernes permettant d'une part d'évaluer la qualité, la sécurité et l'efficacité des métabolites secondaires et d'autres parts ; le rôle potentiel des médicaments élaborés à partir de ces métabolites dans les soins de la santé. En effet, les plantes, avec leurs grandes variétés de composés phytochimiques ont un potentiel important dans le traitement de plusieurs maladies humaines et animales (**Agai et al., 2007 ; Da et al., 2015 ; Dongock et al., 2018 ; Ouedraogo et al., 2019**). Ces composés phytochimiques peuvent être dérivés de plusieurs parties de la plante avec une teneur différente, isolés par différentes méthodes traditionnelles ou par des techniques modernes physicochimiques et biologiques (**Da et al., 2015 ; Dongock et al., 2018 ; Ouedraogo et al., 2021**).

De ce fait, cette discipline interdisciplinaire combine les connaissances en botanique, en chimie, en pharmacologie, et en médecine pour identifier les composés actifs des plantes, évaluer leur efficacité pharmacologique, et développer des applications médicales pratiques. À l'heure où les défis liés à la résistance aux antimicrobiens et aux effets secondaires des médicaments modernes suscitent une préoccupation croissante, les plantes médicinales offrent un réservoir potentiel de nouvelles thérapies, souvent mieux tolérées et plus accessibles.

Outre leur potentiel thérapeutique, les plantes médicinales posent également des défis significatifs en termes de conservation de la biodiversité et de développement durable. La sur-exploitation et la perte d'habitats menacent de nombreuses espèces végétales, mettant en péril

non seulement leur survie mais aussi les savoirs ancestraux associés à leur utilisation. Ainsi, la recherche sur la valorisation des plantes médicinales nécessite une approche équilibrée qui préserve ces ressources naturelles tout en répondant aux besoins croissants de santé publique. La médecine traditionnelle africaine est l'une des systèmes de santé les plus anciens et plus diversifiés (**Mothiba et Sibanda, 2019**).

Pendant des siècles, les peuples d'Afrique ont exploité la biodiversité végétale unique et riche pour répondre à leurs besoins en matière de santé. La biodiversité végétale africaine, associée aux connaissances ethnobotaniques africaines profondément enracinées, a donné naissance à plusieurs nouveaux composés biologiques actifs qui sont maintenant des composants des médicaments modernes. Par conséquent, avec le grand intérêt pour les médicaments dérivés des plantes, Cela fait de l'Afrique une ressource prometteuse pour la récupération de nouvelles entités chimiques qui peuvent être exploitées pour le développement ultérieurs de nouveaux médicaments (**Nufiu et al., 2017**).

L'Algérie fait partie des pays africains importants en termes de richesses en plantes médicinales grâce à son climat varié et sa grande surface. Elle possède un patrimoine naturel exceptionnel caractérisé par une flore considérable avec plus de 3000 espèces végétales recensées dont 250 sont endémiques (**Khadraoui et al., 2015**). Cependant, ce potentiel floristique reste très peu exploré d'un point de vue phytochimique et biologique.

Ces dernières années, nous assistons à un regain d'intérêt des consommateurs pour les produits naturels. C'est pour cela que les industriels développent de plus en plus des procédés mettant en œuvre des extraits et des principes actifs d'origine végétale.

Pour mieux connaître les vertus thérapeutiques d'une plante, il est nécessaire d'analyser la composition chimique de ses principes actifs qui nous permettra de lutter contre les infections produites par les bactéries ou certains autres agents pathogènes (**Lehmann, 2013**).

Dans ce contexte et dans le cadre d'exploitation et de la valorisation des substances naturelles des plantes de la flore algérienne, nous nous sommes intéressés à l'étude phytochimique de trois plantes médicinales spontanées du Nord-Est Algérien, plus particulièrement la région de Séraïdi de la wilaya d'Annaba, en évaluant quelques activités biologiques en relation avec la composition chimique des extraits réalisés, à savoir *Ziziphus lotus*, *Cytisus triflorus* et *Urtica dioica*. Cela est fait pour identifier leurs intérêts biologiques, ainsi que leurs vertus pharmacothérapeutiques, en vue d'une meilleure valorisation pharmaceutique et biologique. Le choix des espèces s'est basé sur leur disponibilité sur le terrain et leurs intérêts antimicrobiens, ainsi que le peu d'études menées sur ces plantes dans la région de Séraïdi.

La zone d'étude (massif de l'Edough) est une péninsule située entre Annaba et El Marsa, localisé le point le plus au nord de la côte algérienne et est limitée au nord-est et nord-ouest par la mer Méditerranée (**Oularbi et Zeghiche, 2009 ; Hamel et Boulemtafes, 2017a**). La flore médicinale de l'Edough compte 80 taxons soit 12,59% de sa flore est évaluée à 635 espèces. La végétation de cette région est caractérisée par une mosaïque des biotopes (zénaie, subéraie, maquis, pinède, ripisylve, zone lacustre, falaise maritime) (**Hamel, 2013**). Le choix du massif de l'Edough a pour buts de contribuer à la connaissance des plantes médicinales et de réunir le maximum d'informations concernant les usages thérapeutiques pratiqués par la population locale de cette région et d'étudier le potentiel thérapeutique des espèces présentes sur le site.

A cet effet, nous avons tracé les objectifs suivants :

- Explorer les connaissances traditionnelles et ethnobotaniques sur l'utilisation des plantes médicinales, afin de comprendre leur utilisation historique et leur contexte culturel.
- Identifier et caractériser les composés chimiques présents dans les trois plantes sélectionnées, afin de comprendre leur efficacité et leur mécanisme d'action.
- Étudier les effets biologiques des extraits des trois plantes étudiées pour déterminer leur potentiel thérapeutique et leurs applications médicales spécifiques.

Dans l'optique de concrétiser les objectifs cités ci-dessus, nous avons structuré notre travail de recherche comme suit :

- Le premier chapitre se rapporte à une étude ethnobotanique auprès de la population locale et les personnes en contact avec les plantes dans la région d'Annaba – Seraidi, afin de connaître les pratiques traditionnelles ;
- Le deuxième chapitre a été consacré à l'étude phytochimique des trois espèces sélectionnées, à savoir *Cytisus triflorus*, *Ziziphus lotus* et *Urtica dioica*, comportant :
 - Screening phytochimique réalisé à partir des feuilles des trois plantes choisies ;
 - Extraction des polyphénols totaux et des alcaloïdes totaux des trois espèces étudiées et évaluation quantitative en polyphénols totaux et en flavonoïdes ;
 - Caractérisation moléculaire par chromatographie en phase gazeuse couplé à la spectroscopie de masse (GC/MS) des extraits obtenus
- Le troisième chapitre a fait l'objet des activités biologiques des extraits obtenus :
 - Evaluation de l'activité anti-oxydante par le test *in vitro* DPPH des extraits phénoliques.
 - Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits étudiés (polyphénols et alcaloïdes).
- . Le quatrième chapitre est une présentation détaillée des résultats obtenus et une discussion :
 - Enquête ethnobotanique
 - Etude phytochimique
 - Activités biologiques
- Le dernier chapitre renferme la conclusion et les perspectives.

En développant ces aspects, nous découvrirons comment cette recherche va permettre d'éclairer et de transformer notre compréhension des ressources naturelles précieuses qui peuvent façonner l'avenir des soins de santé, en qualité de ressources durables.

CHAPITRE I

ETUDE ETHNOBOTANIQUE



Pour éviter le risque de la perte des connaissances sur les plantes médicinales et leurs utilisations en médecine traditionnelle et dans le but de traduire le savoir-faire populaire en savoir scientifique, les enquêtes ethnobotaniques s'avèrent indispensables.

L'enquête ethnobotanique est une science qui définit l'interrelation entre le monde végétale et la population dans un contexte socioculturel (Rivière et al., 2005). Les études effectuées au Nord-Est Algérien ont révélé une richesse de la flore médicinale, mais reste encore des espèces qui sont très peu explorées et méconnues.

A cet effet, nous avons procédé, dans notre présent travail de recherche à une enquête ethnobotanique, auprès de la population locale de la région d'Annaba, représentée par la zone de Seraïdi (Djebel Edough), actuellement classée en tant que réserve naturelle, dans le but d'identifier les espèces médicinales à intérêts antimicrobiens (antibactériennes, antifongiques et antivirales). Cette étude a été initiée suite aux crises sanitaires vécues ses trois dernières années, avec l'apparition du virus émergents SARS-CoV-2 (Coronavirus, COVID-19).

De ce fait, notre étude est une contribution à la reconnaissance des plantes médicinales à intérêts antimicrobiens dans la réserve naturelle du mont de l'Edough (Wilaya de Annaba, Nord Est Algérien), dans le but d'une valorisation durable de ses ressources naturelles, d'une part. D'autre part, le choix d'une enquête ethnobotanique au sein d'une population riveraine est lié à leur faible revenu, engendrant un retour à la phytothérapie traditionnelle.

1- DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE :

La commune de Seraïdi, est un village colonial forestier, situé au Nord-Est du pays à 13km de la ville d'Annaba (chef-lieu de la wilaya), localisée en plein massif montagneux, à 850m d'altitude. Cette chaîne montagneuse s'étend sur une distance de 80km, allant de la presque île de Cap de Garde jusqu'à Cap de Fer ; et une superficie moyenne de 200Km². Le massif de l'Edough est caractérisé par des reliefs escarpés et accidentés, avec des altitudes variant entre 600 mètres et 1 018 mètres au sommet du Djebel Edough. Le point culminant s'élève à 1008m d'altitude et se trouve au lieu dit « Kef Esbâa » (Saadi, 2013) (Fig.01). Il fait partie de la chaîne de l'Atlas tellien, offrant des vues panoramiques sur la mer Méditerranée à l'est et sur les plaines et collines de la région de l'Est algérien à l'ouest.

La répartition de la végétation au niveau du massif de l'Edough se fait suivant les conditions écologiques locales : altitude, bioclimat, topographie, substrat, sol. La Forêt domaniale de l'Edough s'étend sur une superficie de 527402.45 ha répartis administrativement sur le territoire de la Wilaya d'Annaba. Par ailleurs, cette forêt est caractérisée par la présence des plus belles formations de chêne liège (*Quercus suber*) qui occupe 3419 ha, de chêne zen (*Quercus faginea*), qui couvre en massif compacts toutes les parties humides ou fraîches des versants Nord et Est. Avec leur cortège floristique, auxquelles s'ajoutent les groupements à pin maritime (*Pinus pinaster*) et à châtaignier (*Castanea sativa*). On trouve également une faune variée, comprenant des espèces telles que des rapaces, des mammifères comme le sanglier et le renard, ainsi que des reptiles et des insectes adaptés aux conditions locales.

La flore régionale de l'Edough se caractérise essentiellement par les légumineuses arbustives (*Cytisus*, *Calycotome*, *Genista*,...), les rosacées (*Cerasus*, *Rubus*, *Crataegus*), les éricacées et les cistacées. Les groupements végétaux se rangent dans 3 étages altinaux de végétation qui succèdent de bas en haut comme suit :

- L'étage thermo méditerranéen : Nettement thermophile , qui se caractérise par l'oléolentisque à caroubier (0 à 500 m) ,avec pour espèces principales : *Pistacia lentiscus* , *Olea europea* , *Nerium oleander* , *Ceratonia siliava* , *Chamaerops humilis* , *Porasium majus* .
- L'étage méso méditerranéen : Qui regroupe les chênaies persistantes à chêne-liège et les groupements climatique à pin maritime (500 à 800). Les espèces qui s'y distinguent sont : *Quercus suber* , *Pinus pinaster* , *Quercus faginea* , *Pteris aquilina* , *Cerasus avium* , *Cytisus criflorus* , *Ericaarborea* , *Lavandula stoechos* , *Arbutus unedo* , *Phillyrea media* , *Daphne gnidium* , *Myrtus communis*
- L'étage supra méditerranéen, domaine de la chênaie caducifoliée à chêne-zeen audessus de 800 m environ, on y trouve également : *Castanea sativa*, *Ilex aquifolium*, *Alnus glutinosa*, *Viburnum tinus*, *Ceataegus monogyba*, *Cyclamen africanum* (Toubal, 1989).

Le massif de l'Edough entre dans l'étage bioclimatique sub-humide, selon le quotient pluviothermique d'Emberger (1957), avec les températures les plus élevées sont observées le mois d'Août et les plus basses au mois de Janvier. Les précipitations sont principalement rencontrées pendant les saisons froides, dépassants les 900mm (Bouzi, 2019).

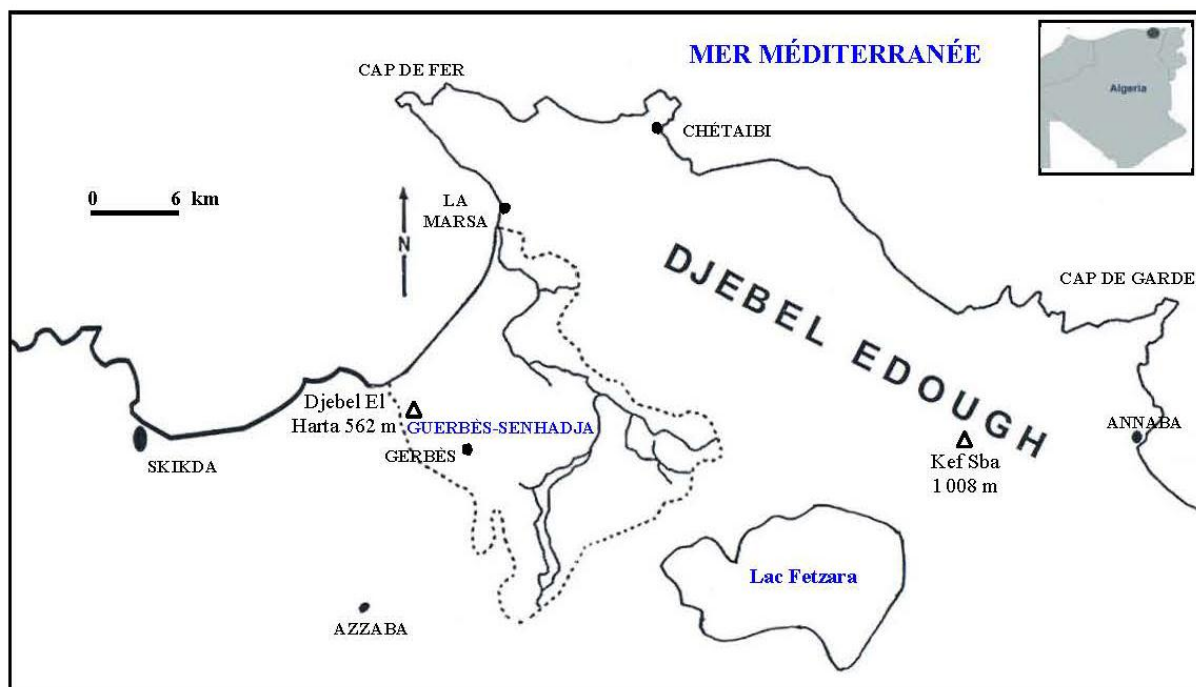


Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude (Séraïdi, wilaya d'Annaba) (Toubal et al., 2014)

2- ENQUÊTE ETHNOBOTANIQUE

Afin de rassembler et de constituer une source d'information prête à être exploitée sur le plan scientifique, dans le domaine de la valorisation des plantes médicinales à intérêt antimicrobien, une enquête ethnobotanique a été réalisée. Ces informations ont été collectées à l'aide d'un questionnaire. Les réponses aux questions élaborées, ont été effectuées à travers

des conversations avec des guérisseurs, des herboristes, des coopératives des femmes rurales installées à la région de Seraidi et la population locale.

Les personnes ayant accepté de partager avec nous leurs connaissances dans le domaine de la valorisation des plantes médicinales à intérêt antimicrobien nous ont permis d'élaborer une fiche technique (**Fig.02**), comportant les informations suivantes : le nom vernaculaire des plantes, le mode de préparation, la voie d'administration et les parties de la plante utilisée.

L'enquête s'est déroulée entre le mois de juillet 2020 et le mois de septembre 2021, en utilisant le questionnaire qui a été soumis aux personnes en contact direct avec les plantes médicinales citées ci-dessus, à travers toute la région de Seraidi. Le nombre de personnes interrogées est de 120, de différents âges, de différents niveaux intellectuels et réparties entre les deux sexes. Les informations collectées au niveau des fiches techniques ont été traitées et analysées par le logiciel Microsoft Excel.

En parallèle, une recherche bibliographique a été élaborée, pour une identification scientifique des taxons recensés, afin de pouvoir sélectionner les espèces ayant une activité antimicrobienne importante dans le but d'une valorisation durable, à travers une étude phytochimique approfondie. Pour se faire nous avons consulté une documentation en ligne en relation avec la systématique végétale et la taxonomie (**INPN, 2022 ; APGIII, 2009 ; APGIV, 2016**)



Plantes médicinales à intérêt antimicrobienne

Questionnaire

Date :

Wilaya : Commune :

❖ Information concernant l'informateur :

- Sexe : Masculin Féminin
- Age : ans
- Niveau académique : Néant Primaire Secondaire universitaire
- Situation familiale : célibataire Marié

❖ Matériel végétal :

- Nom vernaculaire :
- Nom scientifique :
- Saison de la récolte :
- Usage de plante : Thérapeutique Cosmétique Autres :
 - Plante seule Association possible (de plante)
- Etat de la plante : Fraiche Desséché Après traitement
 - Si desséché, méthode de séchage :
- Partie utilisée : Fleurs Fruits Graine Tige Ecorce Rhizome
Bulbe Feuilles
- Mode de préparation : Infusion Décoration Cataplasme Macération
Fumigation brut suc frais poudre Huile essentielle
-

❖ Dose utilisée :

- Dose non précise : Pincée poignée cuillerée Verre Bol
Dose précise : Quantité en g/verre :
Quantité en g/litre :
- Mode d'administration : Oral Application directe Inhalation
- Durée d'utilisation (durée de traitement) :
Un jour une semaine un mois jusqu'à la guérison
- Méthode de conservation :
A l'abri de la lumière Exposé à la lumière Autres :
- Durée de conservation :

Figure 2 : Questionnaire sur les plantes médicinales à intérêt antimicrobien adopté pour l'enquête ethnobotanique

CHAPITRE II

ETUDE PHYTOCHIMIQUE



Dans la logique stratégique des études des plantes médicinales, la valorisation dépend non seulement du niveau des connaissances ethnopharmacologiques et biologiques des plantes, mais aussi de l'étude phytochimique qui est obligatoire pour déterminer l'ensemble des informations nécessaires de cette valorisation. Cette approche permet de sélectionner des plantes potentiellement actives et d'augmenter significativement le nombre de découvertes de nouveaux composés (Svedstrom et al., 2002 ; Ramade, 2008 ; Harkati, 2011 ; Triplet, 2018).

Dans ce contexte, notre étude a pour objectif de déterminer les molécules bioactives existantes dans trois plantes médicinales à travers notre étude phytochimique, qui sont le *Ziziphus lotus*, *Cytisus triflorus*, *Urtica dioica*, très répandues dans le Nord-est algérien et très utilisées en médecine traditionnelle contre les infections.

Il est à préciser que la partie phytochimique a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche « Ecologie Fonctionnelle et Evolutive », Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Chadli Bendjedid El Tarf, ainsi que l'activité antioxydante.

Cependant, les activités antibactériennes ont été effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie, CHU Dorban Annaba.

I- MATERIELS ET METHODES

I-1- MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est constitué des feuilles de trois plantes médicinales sélectionnées à partir de l'étude ethnobotanique réalisées, à savoir, *Ziziphus lotus*, *Cytisus triflorus* et *Urtica dioica*, récoltées pendant le mois d'avril / mai des années 2021 et 2022. La récolte des espèces sélectionnées, a été réalisée dans leur habitat naturel situé au niveau du Djebel de l'Edough dans la région de Séraïdi, wilaya d'Annaba. L'identification botanique des espèces a été réalisée par Pr. Radia DJELLOUL.

Les feuilles récoltées ont été séchées pendant deux semaines à l'abri de la lumière et de l'humidité, et à une température ambiante. Après séchage, les feuilles ont été broyées, réduite en poudre et conservée soigneusement dans un flacon en verre bien fermé et à l'abri de l'air et de l'humidité pour les investigations phytochimiques et les activités biologiques.

I-2- DESCRIPTION BOTANIQUE DES PLANTES ETUDIEES

I-2-1- DESCRIPTION BOTANIQUE DE *Cytisus triflorus*

Cytisus triflorus L. ou Cytise à trois fleurs, connu dans le Nord-Est Algérien sous le nom de « Ilougui », appartenant à la famille des Fabaceae, est un arbuste à tige dressé de 1-2m de hauteur. Il s'étend à de nombreux rameaux allongés noirâtres, anguleux et couverts de long poils blancs, d'apparence grisâtre. Les feuilles sont pétiolées, de couleur verte foncée, caduques et composées de trois folioles ovales, densément hispides et soyeux des deux côtés. Les fleurs sont striées de jaune avec corolle papillonnée et pédonculée. Les fruits sont des gousses brunes, très hérissées, poilues et contiennent de 6-8 graines brunes (Delamarck et Decandolle, 1992 ; Spichiger et al., 2004 ; Pereira et al., 2013) (Fig.03).



Figure 3 : *Cytisus triflorus* (Djouamaa.S, 2024)

1-2-2- DESCRIPTION BOTANIQUE DE *Ziziphus lotus*

Le *Ziziphus lotus* (Jujubier) est un arbuste issu de la famille des Rhamnacées, appelé localement « Sedra ». Il a la forme de buisson qui ne dépasse pas le 2.5m à rameau flexueux, très épineux gris-blanc pissant en zigzag (Claudine, 2007). Ses feuilles sont courtement pétiolées et ovales à marges entiers (Bayer et Butter, 2000). Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable. Les fleurs sont visibles, de couleur jaune avec des sépales ouvertes en forme d'étoile (Baba aissa, 1999 ; Claudine, 2007). Ses fruits sont ovoïdes, ayant la forme et la grosseur d'un olive, de couleur rouge foncée à la maturité en mois d'octobre et sont appelés « Nbeg » (Bayer et Butter, 2000 ; Rsaissi et Bouhache, 2002 ; Rsaissi et bouhache, 2002 ; Borji et al., 2007 (a)) (Fig.04).



Figure 4 : *Ziziphus lotus* (Djouamaa.S, 2024)

1-2-3- DESCRIPTION BOTANIQUE DE L'*Urtica dioica*

Urtica dioica ou la grande ortie appartenant à la famille des Urticaceae, est une plante herbacée, vivace mesurant de 60 à 150cm de haut, de couleur vert sombre. Ses feuilles sont opposées, ovales à lancéolées, cordiforme et se termine en pointe, simple, charnues, à bord irrégulièrement dentelées, généralement longues de plus de 5cm et recouvertes de poils urticants et hérissés. La face inférieure de la feuille présente des nervures très proéminentes. Les tiges sont robustes, simples, dressées et comme les feuilles sont recouvertes de poils urticants. Les fleurs sont unisexuées (dioïques), verdâtre, portées des pieds différents, forment de longues grappes dressées et rameuses (Testai et al., 2003 ; Kavalali et al, 2003), elles sont apétales comprend quatre sépales, quatre étamines ou un pistil presque réduit à l'ovaire ovoïde et segmenté d'un stigmate en pinceau. Le fruit est présenté sous forme des Akènes ovales de couleur jaune-brun (Ghedira et al., 2009). Les racines sont des rhizomes-tiges souterraines jaunâtre, traçant et abondamment ramifiés (Draghi, 2005 ; Langlade, 2010 ; Delahaye, 2015) (Fig. 05).



Figure 5: *Urtica dioica* (Djouamaa.S, 2024)

I-3- SCREENING PHYTOCHIMIQUE :

Il s'agit d'une analyse qualitative basée sur des réactions de colorations et/ou précipitation des composés de famille chimique présente. Elle est réalisée sur des plantes sèches ou fraîches (Guenther, 1950 ; Boyle, 1955 in Ngakegni-Limbili, 2012).

Le screening phytochimique a été effectué sur des phases aqueuses et organiques par des réactions usuelles à l'aide des réactifs de caractérisation classiques Bruneton (2009). Parmi les groupes phytochimiques les plus importants nous pouvons citer : les alcaloïdes, les flavonoïdes, les anthocyanes, les tannins, les saponosides, les huiles volatiles, les quinones, les cardénolides, les stérols et triterpènes.

I-3-1- DETECTION DES ALCALOIDES

Pour se faire, nous avons pris 1g de poudre de chaque feuille des trois plantes choisies, qui a été mélangé à 10 ml d'HCL à 5%. Après une macération d'une demi-heure, le mélange a été filtré et quelques gouttes du réactif de Mayer ont été additionnées au filtrat. L'apparition d'un précipité orange indique la présence des alcaloïdes (Harborne, 1998).

I-3-2- DETECTION DES FLAVONOIDES

10g de poudre ont été macérées dans 15ml d'HCL à 1% pendant 24 heures. Après filtration, 10ml du filtrat a été mélangé à du NH₄OH. L'apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube après 3h, indique la présence des flavonoïdes (Harborne, 1984).

I-3-3- DETECTION DES CARDENOLIDES

1g de poudre a été macérée dans 20ml d'eau distillé pendant 3 heures. Après filtration, 10ml du filtrat ont été mélangés à 10ml de chloroforme et d'éthanol. Ensuite, la phase organique a été évaporée et le précipité obtenu a été dissous dans 3ml de CH₃COOH glacial avec l'ajout de quelques gouttes de FeCl₃ et 1ml d'H₂SO₄ concentré. L'apparition d'une couleur verte bleu dans la phase acide indique la présence des cardénolides (**Harborne, 1984**).

I-3-4- DETECTION DES QUINONES

1g de poudre a été macérée dans 15 à 30ml d'éther de pétrole. Après agitation et un repos de 24 heures, l'extrait a été filtré puis concentré au rota vapeur. Quelques gouttes de NaOH ont été ajoutées au filtrat. L'apparition d'une couleur virant au jaune rouge ou violet dans la phase aqueuse indique la présence des quinones (**Dohou, 2004**).

I-3-5- DETECTION DES SAPONOSIDES

1g de poudre a été mélangé avec 10ml d'eau distillé et bouillis pendant 5 minutes. Après filtration, 2.5ml du filtrat ont été ajoutés à 10ml d'eau distillée dans un tube à essai. Le tube a été secoué vigoureusement pendant 30 secondes puis a été laissé reposer une demi-heure. L'apparition d'une mousse persistante indique la présence des saponosides (**Sofowora, 1994**).

I-3-6- DETECTION DES TANINS

10g de poudre ont été macérées avec 10ml de MeOH à 80%. Après 15 minutes d'agitation, les extraits ont été filtrés et quelques gouttes d'une solution de FeCl₃ à 1% ont été ajoutées au filtrat. La présence d'une couleur bleu ou vert indique la présence des tanins (**Sofowora, 1994**).

I-3-7- DETECTION DES ANTHOCYANES

Après préparation de l'infusé à 10% à partir des feuilles des plantes étudiées, quelques gouttes d'HCl pur ont été ajoutées à l'infusé, suivi de quelques gouttes de NH₄OH. Le changement de la couleur indique la présence des anthocyanes (**Razafindrambao, 1973**).

I-3-8- DETECTION DES HUILES VOLATILES

10g de poudre est macérée dans 40ml d'eau distillée avec agitation constante pendant 30 minutes. Après filtration de l'extrait, 2ml du filtrat sont secoués avec 0.1ml de NaOH dilué et une petite quantité de HCl dilué. La présence d'un précipité blanc indique la présence des huiles volatiles.

I-3-9- DETECTION DES STEROLS ET TRITERPENES

1g de poudre a été macérées dans 20ml d'éther pendant 24 heures. Après filtration puis évaporation au rota vapor, le résidu obtenu a été dissous dans l'anhydride acétique, suivi d'un rajout de l'acide sulfurique pur. La présence d'une couleur mauve vire au vert indique la présence des stérols (**Bouquet, 1972**).

I-4- EXTRACTION DES MOLECULES BIOACTIVES :

Les plantes ont des métabolites recombinaés par opposition aux métabolites primaires. Les métabolites secondaires sont classés en deux grands groupes, comprenant les composés phénoliques et les alcaloïdes (Ali et al., 2001 ; Lim et al., 2007). L'extraction des principes actifs à partir de matières végétales présente actuellement un grand intérêt en raison de leurs effets bénéfiques pour la santé humaine, constituant ainsi une étape importante dans l'isolement et l'identification de ces composés (Bounnaillie et al., 2012).

I-4-1- EXTRACTION DES ALCALOÏDES

L'extraction des alcaloïdes est basée sur leurs solubilités en milieu acide et en milieu alcalin. L'extraction a été réalisée sur les feuilles de *Cytisus triflorus* et *Ziziphus lotus* selon la méthode de Dehmlow et al., 1999 avec des modifications mineures. *Urtica dioica* n'est pas concernée par cette analyse, suite aux résultats du screening phytochimique, qui a révélé une absence totale des alcaloïdes.

La technique consiste à macérer 30g de la poudre végétale dans 300ml d'une solution d'éthanol/eau (80/20, V/V) pendant 24h à une température ambiante. L'opération a été répétée trois fois avec renouvellement du solvant après chaque filtration. Le filtrat obtenu a subi d'une concentration par un évaporateur rotatif à une température de 70°C.

Après l'évaporation, la phase organique obtenue a été acidifiée par du HCl à 2%, permettant ainsi le passage à la phase aqueuse des impuretés soluble dans l'éthanol et leur élimination.

Une alcalinisation de ce milieu acide a été effectuée par l'ajout de NH₄OH (pH=10) qui permet le passage à la phase basique et l'élimination des impuretés hydrosolubles.

Les alcaloïdes contenus dans la solution ont été purifiés par plusieurs passages à l'éther de pétrole, puis ont été décantés et évaporés sous pression réduite.

La petite quantité d'eau qui reste dans les extraits a été évaporé, en plaçant les extraits dans des boîtes de Pétri en verre et placés dans un étuve à 37°C pendant 24h. Le résidu sec obtenu correspond aux alcaloïdes totaux (AT) (Fig.06).

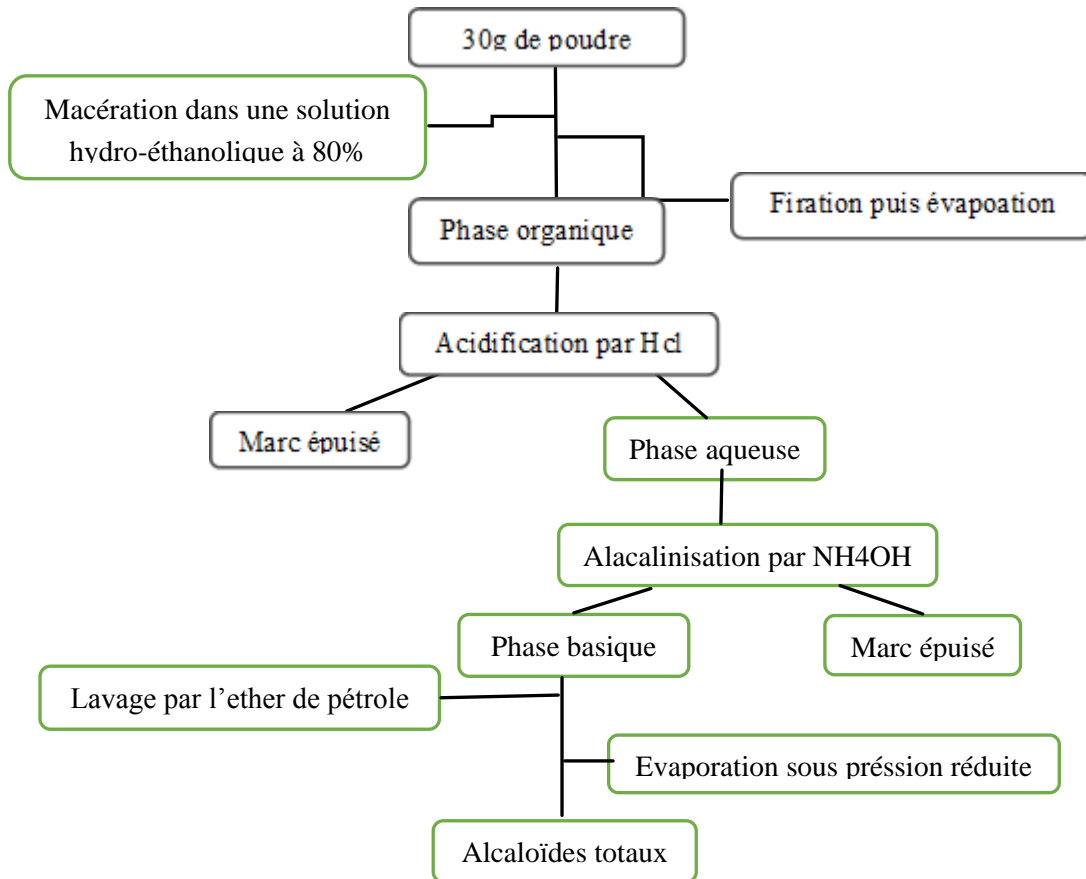


Figure 6: Etapes de l'extraction des alcaloïdes totaux

I-4-2- EXTRACTION DES POLYPHENOLS

L'extraction des polyphénols des trois plantes étudiées a été effectuée selon la méthode décrite par (Benhammou *et al.*, 2007) et (Marston et Hotsmann, 2006).

La technique consiste à mélanger 20g de la poudre de chaque plante avec 200ml d'une solution hydro-éthanolique à 80% [éthanol/eau, 80/20, V/V]. Cette macération d'une durée de 24h et suivie d'une filtration à l'aide du papier filtre. Cette opération a été répétée trois fois. Les trois filtrats de chaque espèce sont récupérés et évaporés à une température de 70°C à l'aide d'un rota vapeur pour éliminer le solvant et concentrer les extraits (Fig.8).



Figure 7 : Evaporation des filtrats des trois plantes étudiées par Rota vapeur

Après l'évaporation, les extraits concentrés ont été conservés au réfrigérateur pendant 24h, puis lavés trois fois par l'éther de pétrole pour la dégression et l'élimination des pigments. Les extraits lavés subissent une nouvelle évaporation au Rota vapeur à 65°C et une évaporation dans l'étuve à 37°C pour l'élimination du reste d'eau.

Les extraits polyphénoliques obtenus ont été pesés pour déterminer le rendement et conservés dans des boîtes de Pétri à 4°C (**Fig.08**).

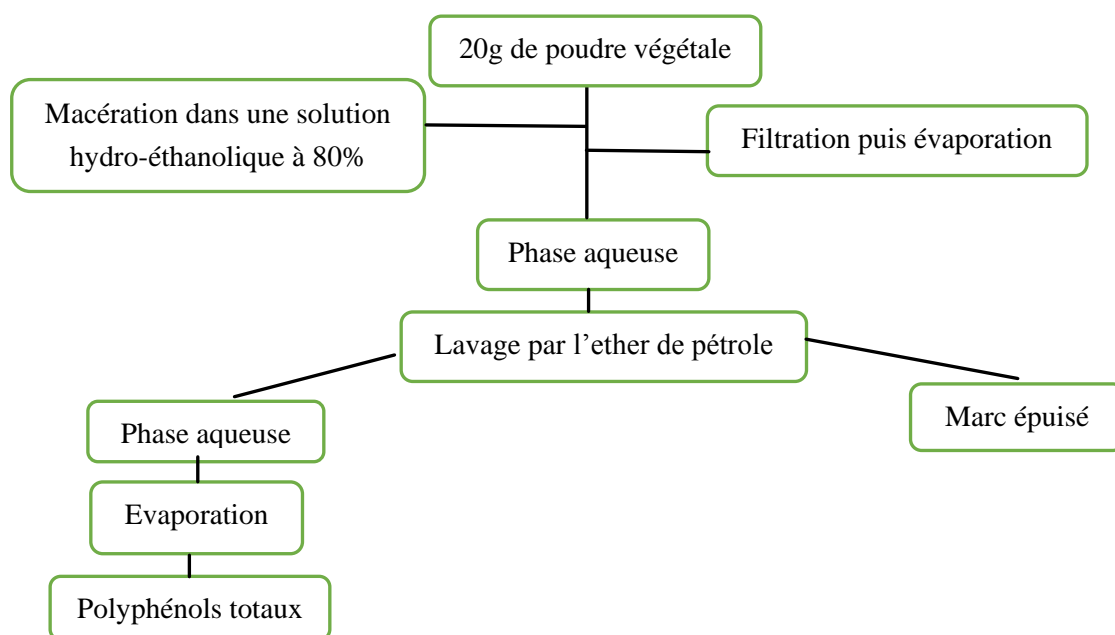


Figure 8 : Etapes de l'extraction des polyphénols totaux

Après l'opération des extractions des composés phénoliques et des alcaloïdes, nous avons procédé à l'estimation du pourcentage du rendement, en prenant en considération la formule suivante :

$$\text{RE (\%)} = (m_E/m_0) \times 100$$

RE = Le rendement d'extraction (%)

m_E = la masse d'Extrait récupérée (g)

m_0 = la masse de la matière végétale initiale (g)

I-5- DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUES

I-5-1- DOSAGE DES POLYPHENOLS TOTAUX

Le dosage des polyphénols totaux des extraits des plantes *Urtica dioica*, *Cytisus triflorus* et *Ziziphus lotus* est réalisé selon la méthode de **Singleton (1999)**, modifiée par **Dewanto et al., 2002** et reprise par **Medjeldi et al., 2018**.

100 μ l de chaque extrait a été mélangé à 400 μ l du Réactif Folin Ciocalteu (dilué 10 fois dans de l'eau distillée). Après agitation vigoureuse et un repos de 5 min, 500 μ l de Na_2CO_3 à 7.5% a été ajouté au mélange puis subit d'une incubation d'une heure à une température ambiante et à l'abri de la lumière.

Après l'incubation, les absorbances ont été mesurées à 725nm à partir d'un spectrophotomètre UV-visible à double faisceau, de marque SPECORD 200 Analytica Jena.

La quantification des polyphénols est estimée à l'aide d'une droite d'étalonnage établie avec l'acide gallique à une concentration finale variant de 0.031 à 0.5 μ g/ml et exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAE/g E).

I-5-2- DOSAGE DES FLAVONOIDES

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans chaque extrait des plantes étudiées est réalisée selon la méthode de **Kumaran (2006)** et **Medjeldi et al., 2018**. Le protocole consiste à mélanger 100 μ l d'extrait à 400 μ l d'eau distillée et 30 μ l de NaNO_2 à 5%. Après un repos de 5 minutes, 60 μ l de la solution AlCl_3 fraîchement préparée à 10% ont été ajoutés. L'ensemble a été incubés pendant 6 minutes, puis 200 μ l de NaOH (1M) ont été additionnés au mélange. Après une deuxième incubation d'une heure à une température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été lue à 510nm.

La quantification de la teneur en flavonoïdes a été réalisée à partir d'une gamme de standard de quercétine à des concentrations finales de 0 à 60 μ l/ml et exprimé en mg d'équivalent quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g) (**Kouamé et al., 2021; Boulanouar and Gherib, 2014**).

I-6- CARACTERISATION MOLECULAIRE DES EXTRAITS PAR GC/MS

La diversité de la complexité des extraits végétaux nécessite des techniques de séparation efficaces pour l'identification et la quantification des molécules d'intérêts biologiques. Le principe de base repose sur les équilibres de concentration qui apparaissent lorsqu'un composé est mis en présence de deux phases non miscibles (**Rouessac et Rouessac, 2004**). La chromatographie en phase gazeuse (CG) est l'une des techniques d'analyse physicochimiques

les plus largement utilisées. Le couplage de cette technique à d'autres systèmes de détection permettant de regrouper toutes les données structurales des fractions similaires.

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) est une technique d'analyse qui combine les performances de chromatographie en phase gazeuse pour la séparation des constituants présents dans des mélanges variés et de la spectrométrie de masse, pour la détection et l'identification des composés en fonction de leurs rapport masse sur charge.

L'analyse chromatographique des extraits (polyphénols et alcaloïdes) a été réalisée sur un chromatographe couplé à la spectrométrie de masse (GC/MS), de marque BRUKER SCION 436, équipé d'un passeur manuel d'échantillon et de HP-5ms colonne capillaire apolaire de 25m de longueur et de 0.25mm de diamètre interne, épaisseur du film est de 0.25µm, programmé à une température du four de 120°C à 240°C à 4°C/min. Le gaz vecteur utilisé est l'hélium, à un débit de 1ml/min. La température de l'injecteur et la ligne de transfert ont été portées à 250°C, avec une température initiale qui a été maintenue de 60°C pendant une minute, puis augmentée de 4°C/min pour atteindre 250°C.

Les polyphénols ainsi que les alcaloïdes extraits ne sont pas considérés comme des produits volatiles. A cet effet, il est primordial de passer par l'étape de la dérivation afin de les transformer en composés volatiles, injectables à l'appareil GC/MS.

Pour se faire, nous avons pris en considération la technique adoptée par (**Zakari Seybou et al., 2021**), qui consiste à solubiliser 5mg des extraits des trois plantes choisies dans 1ml de tétrahydrofurane. Par la suite, nous avons additionné 150µL de N, O-bis (triméthylsilyl) trifluoroacétamide (MSTFA) et 1,5µL de chlorotriméthylsilane à la solution initiale. Chaque mélange a été agité vigoureusement, puis concentré par évaporation à l'aide d'un rota-vapeur et séché à l'aide de l'azote pendant quelques secondes. Le concentré obtenu est incubé à 40°C pendant 15mn. Le volume injecté manuellement au niveau de la colonne est de 1µl.

L'identification des composés a été effectuée par comparaison des spectres obtenus à une base de données interne, traitée par un logiciel.

CHAPITRE III

ACTIVITES BIOLOGIQUES



I- ACTIVITES ANTI-OXYDANTES

Les antioxydants font l'objet de nombreuses recherches scientifiques dans diverses spécialités dans le but de l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés à partir de plusieurs substances naturelles à savoir les plantes médicinales et les produits agroalimentaires. Ces recherches sont un nouveau haleine vers l'exploitation des métabolites secondaires en général et les polyphénols en particulier tant dans la santé que dans l'industrie agroalimentaire (**Rice-Evants et al., 1996 ; Kolesnikov et Gins, 2001; Sanchez-Moreno, 2002 ; marc et al., 2004 ; Huang et al., 2005**).

En raison des propriétés redox les plus élevés, les polyphénols agissent comme réducteurs et donneurs d'hydrogènes en piégeant les radicaux libres (**Rice-Evants et al., 1995 ; Cook et Shamman, 1996 ; Valko et al., 2006**). Vue ce pouvoir antioxydant majeur des polyphénols, nous nous sommes intéressés dans cette partie à l'évaluation de l'activité antioxydante *in vitro* des composés phénoliques extraits des plantes de *Cytisus triflorus*, *Urtica dioica* et *Ziziphs lotus* en utilisant la méthode de piégeage du radical libre du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH).

Le composé chimique DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre relativement stable, il se caractérise par sa capacité de former des radicaux libres et possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. La piégeage de ces radicaux DPPH provoque un changement de couleur de la solution initiale du violet foncé au jaune suite à la réaction de sa réduction (**Villano et al., 2007 ; Popivici et al., 2009**).

La préparation de la solution DPPH utilisée pour le pouvoir antioxydant des différents concentrations des extraits a été réalisée par solubilisation de 4mg de DPPH dans 100ml du méthanol (**Zerargui et al., 2015**).

Selon les méthodes décrites par **Brand-williams et al., 1995; Kulsic et al., 2004; Que et al., 2005 ; Boulila et al., 2015**, 1µl de chaque extrait à différentes concentrations a été mélangé avec 1ml de la solution méthanolique de DPPH à 0.04%. Le mélange est vigoureusement agité, puis incubé à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes. Après l'incubation, la disparition du radical DPPH a été suivie par spectrophotométrie à 517nm contre un blanc qui est le méthanol et la solution DPPH. L'acide ascorbique a été utilisé comme standard (témoin +).

Les résultats de l'activité anti-radicalaire sont exprimés en pourcentage d'inhibition, en utilisant la formule suivante :

$$I\% = [(A \text{ blanc} - A \text{ échantillon}) / A \text{ blanc}] \times 100$$

Où :

A blanc : absorbance de la réaction contrôle contenant tous les réactifs sauf l'extrait ;

A échantillon : absorption de l'échantillon contenant une dose d'extrait testé.

La valeur de la concentration inhibitrice IC₅₀ représente la dose de l'extrait responsable de la neutralisation de 50% des radicaux DPPH. l'IC₅₀ est une estimation de l'activité anti-

oxydante en traçant une courbe des concentration d'inhibition (I%) en fonction des concentrations (**Djenane et al., 2019 a, b**).

II- ACTIVITES ANTIBACTERIENNES

L'activité antibactérienne des extraits étudiés a été évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélosé, en utilisant des disques stériles en cellulose : appelée aromatogramme. C'est une méthode de mesure *in vitro* du pouvoir inhibiteurs des extraits végétaux et c'est l'équivalent d'un antibiogramme où les antibiotiques sont remplacés par le principe actif utilisé (**Belaïche, 1979 ; Girault et Bourgeon, 1971**).

Le principe de la méthode repose sur la diffusion de l'extrait à partir des disques déposés sur un milieu solide. L'apparition d'une zone d'inhibition autour des disques révèle la sensibilité de la souche bactérienne vis-à-vis de l'extrait utilisé, plus la zone d'inhibition est grande plus la sensibilité de la souche est grande (**Belaïche, 1979**).

Cette partie de notre travail de recherche a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie, CHU Dorban –Annaba-, sous la responsabilité du Pr NEDJAI.Sabrina, médecin chef du laboratoire.

II-1- SOUCHES BACTERIENNES :

Les souches bactériennes qui ont été mises à notre disposition sont *Escherichia Coli* (ATCC 25922) Gram (-), *Staphylococcus aureus* (ATCC25923) Gram (+) et *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC24853) Gram (-), provenant du laboratoire de bactériologie, Hôpital Dorban – Annaba-.

II-2- REALISATION DE L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE

II-2-1- PREPARATION DES MILIEUX DE CULTURE :

Muller Hinton est le milieu utilisé pour étudier la sensibilité des souches bactériennes aux différents extraits des trois espèces étudiées. Le bouillon Muller Hinton a été préparé par la dissolution de 38g de gélose Muller Hinton dans un litre d'eau distillée. Le mélange a été portée à ébullition jusqu'à dissolution complète de la gélose (**Harrar, 2012**). Le milieu a été versé dans des boîtes de Pétri de 90mm de diamètre, à raison de 10ml/boîte, avec une épaisseur du milieu de 4mm (**Velickovic et al., 2003**). Il a été laissé solidifier à température ambiante.

II-2-2- PREPARATION DE L'INOCULUM :

Après repiquage des espèces bactériennes par la méthode des stries et l'incubation à 37°C, les colonies isolées obtenues vont servir à la préparation de l'inoculum.

La préparation de la suspension bactérienne (inoculum) a été effectuée par un prélèvement de 3 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques à partir d'une culture jeune de 18 heures et qui ont été introduit dans de l'eau physiologique stérile (0.9%). La suspension bactérienne est ensuite homogénéisée à l'aide d'un vortex et sa turbidité est ajustée à 0.5Mc Ferland, soit une densité optique égale à 0.08 à 0.10 ; lue à une longueur d'onde de 625nm correspondant à 10⁸ UFC/ml (**Malki, 2017**). L'inoculum ainsi préparé doit êtreensemencé dans les 15min qui suivent sa préparation.

II-2-3- PREPARATION DES DILUTIONS :

Selon la méthode de **Zellaguiet *al.*, 2012**, les concentrations ont été préparés en diluant les différents extraits progressivement dans le diméthyl sulfoxyde (DMSO) à 2%, afin de préparer pour chaque extrait une gamme de solution ayant des concentrations différentes. Ces dilutions seront conservées par la suite dans des tubes à essai stériles.

II-2-4- PREPARATION DES DISQUES :

Des disques en papier Wattman n°1 de 6mm de diamètre sont placés dans une boîte de Pétri contenant 10ml d'eau distillée, qui seront autoclavés pendant 20min à 120°C (**Adesokan et *al.*, 2007**). Ces disques sont imprégnés par la suite de 15ul des extraits à tester et déposés dans les milieux préalablement préparés et ensemencés dans les boîtes de Pétri.

Les boîtes de Pétri ensemencées sont ensuite fermées et laissées diffuser à température ambiante pendant quelques temps et mise à l'étuve pendant 24h. Des témoins négatifs contenant l'eau distillée stérile et les témoins positifs contenant les solutions d'antibiotiques sont placés également pour incubation.

II-2-5- LECTURE :

La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre de la zone d'inhibition formée autour du disque. Cette distance millimétrique est ensuite reportée sur l'échèle de concordance afin que la souche soit interprétée résistante, sensible, très sensible ou extrêmement sensible vis-à-vis du principe actif étudié (**Henry N, 2001**). La sensibilité des souches est classée selon le diamètre d'inhibition (**Ponce et *al.*, 2003 ; Derwich et *al.*, 2010**) :

Résistant (-) : diamètre < 8mm ;

Sensible (+) : diamètre de 9 à 14mm ;

Très sensible (++) : diamètre de 15 à 20mm ;

Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20mm.

CHAPITRE IV
RESULTATS ET
DUSICUSSION

I- ENQUETE ETHNOBOTANIQUE

I-1- RECENSEMENT DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN :

Notre étude ethnobotanique a permis d'identifier 33 plantes médicinales à intérêt antimicrobien, utilisées par la population de la région de Seraidi.

Les données recueillis sur les fiches d'enquête ont été saisies en utilisant le logiciel Microsoft Excel qui a également servi pour le tracé des graphes et le calcul de la fréquence de citation déterminée par la formule suivante :

$$\text{FC} = (\text{nombre de citations pour la plante considérée} / \text{nombre total de citations pour toutes les plantes}) \times 100$$

Le **tableau 01**, nous renseigne sur les espèces répertoriées, en précisant le nom scientifique, les noms vernaculaires en français et en arabe, la famille botanique, la partie de la plante utilisée, le mode de préparation, la voie d'administration ainsi que la fréquence de citation.

Tableau 1 : Listes des plantes médicinales à intérêt antimicrobien recensées dans la région de Seraidi (Annaba)

N°	Nom scientifique	Famille	Nom vernaculaire	Partie utilisée	Mode de préparation	Voie d'administration	Fc
01	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Myrtaceae	Eucalyptus الكاليتوس	Feuilles	Décoction	Orale / Inhalation	83.6%
02	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	Gingembre زنجبيل	Rhizomes	Décoction / Infusion / Macération / Brut	Orale	82.69%
03	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill. <i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	Huile de lentisque الضرور	Feuilles / Fleurs / Fruits	Huile essentielle / Macération / Poudre / Infusion	Orale / Application directe	79.5%
04	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	Myrtaceae	Giroflier قرنفل	Fleurs / Fruits	Huile essentielle / Infusion / Poudre	Orale / Application directe	77.11%
05	<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae	Origan الزعتر	Feuilles	Décoction / Infusion/ Cataplasme	Orale / Inhalation	71.20%
06	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f.	Rutaceae	Limon ليمون	Fruits / Feuilles	Décoction / Brut / Suc frais	Orale	68.7%
07	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Orange شينة	Feuilles / Ecorces / Fruits	Décoction / Brut / Suc frais	Décoction / Suc frais / Brut	62.25%
08	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Lamiaceae	Lavande الخزامى	Feuilles/ Fleures	Décoction / Cataplasme / Brut	Orale / Application directe	58.12%
09	<i>Allium cepa</i> L.	Amaryllidaceae	Oignon بصل	Bulbes	Décoction / Cataplasme / Brut / Suc frais	Orale / Application directe	55.03%

10	<i>Allium sativum</i> L.	Amaryllidaceae	Ail ثوم	Bulbes	Brut / Suc frais / Cataplasme / Macération	Orale / Application directe	54.10%
11	<i>Verbena officinalis</i> L.	Verbenaceae	Louiza لويزة	Feuilles	Décoction / Infusion	Orale	49.08%
12	<i>Curcuma longa</i> L.	Zingiberaceae	Curcuma كركم	Rhizomes	Décoction / Application directe	Orale	47.14%
13	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Lamiaceae	Tym زعيترة	Feuilles	Infusion / Décoction	Orale	44.35%
14	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume	Lauraceae	Cannelier de Ceylan قرفة	Rhizomes	Décoction	Orale	43%
15	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	Asteraceae	Armoise herbe blanche الشيح	Feuilles	Décoction / Infusion / Macération	Orale	41%
16	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Fabaceae	Réglisse عرق السوس	Rhizomes	Application directe / Infusion / Décoction	Orale	39.54%
17	<i>Thymus capitatus</i> (L.) Hoffmanns. & Link	Lamiaceae	Tym الزعتر الجبلي	Feuilles	Décoction / infusion	Orale / Inhalation	35%
18	<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	Huile d'olive زيت زيتون	Feuilles / Fruits/ Graines	Huile essentielle / Brut / Décoction	Orale / Application directe	33.33%
19	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	Ortie القراص	Feuilles / Racines	Décoction / Cataplasme / Poudre	Orale / Application directe	29.9%

20	<i>Mentha spicata</i> L.	Lamiaceae	Menthe نعناع	Feuilles	Décoction / Brut	Orale	26%
21	<i>Nigella sativa</i> L.	Ranunculaceae	Nigelle الحبة السوداء	Graines	Brut / Décoction / Huile essentielle	Orale / Application directe	10%
22	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	Rhamnaceae	Jujubier السدر	Feuilles / Racines	Décoction	Orale	09.98%
23	<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Cupressaceae	Cyprès السرو	Feuilles / Tiges / Fleurs	Décoction	Orale	09.02%
24	<i>Origanum majorana</i> L.	Lamiaceae	Marjolaine بردقوش	Feuilles	Décoction	Orale	07.85%
25	<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae	Sauge ميرمية	Feuilles	Décoction / Infusion	Orale	04.91%
26	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pinaceae	Pin صنوبر	Feuilles	Décoction	Orale	4.5%
27	<i>Cytisus triflorus</i>	Fabaceae	Cytise à trois fleure لقاي	Feuilles	Cataplasme/ Décoction	Orale/Application directe	03.23%
28	<i>Melissa officinalis</i> L.	Lamiaceae	Mélisse ترنجان	Feuilles	Infusion	Orale	03.21%
29	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	Myristicaceae	Noix de muscade جوزة الطيب	Fruits	Décoction / Poudre	Orale	02.78%
30	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	Boraginaceae	Pulmonaire حشيشة الرئة	Feuilles	Infusion	Orale	02%

31	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Asteraceae	Absinthe شجرة مريم	Feuilles	Décoction / Suc frais	Orale	01.89%
32	<i>Brassica rapa</i> L.	Brassicaceae	Navet اللفت	Tiges	Suc frais / Brut	Orale	01.69%
33	<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz.	Araceae	Gouet بقوقة	Feuilles	Cataplasme	Application directe	00.98%

Les 33 espèces recensées sont regroupées en 20 familles dont la plus représentées est la famille des Lamiaceae, avec 08 espèces (24.24%) ; le reste des familles sont représentées par 01 à 02 espèces (un pourcentage variant de 3,03% à 6,06%) (Fig.09).

Ces résultats sont conformes aux travaux ethnobotaniques réalisés en Algérie, en Afrique et dans le bassin méditerranéen, où nous avons constaté la dominance de la famille des Lamiaceae (Benlamdini et al., 2014 ; Hseini et Kahouadji, 2007 ; Lahsissene et al., 2009 ; Boutabbia et al., 2011 ; Brahmi et al., 2022 ; Dieye et Sarr, 2021 ; Kouame et al., 2021 ; Koudouvo, 2009).

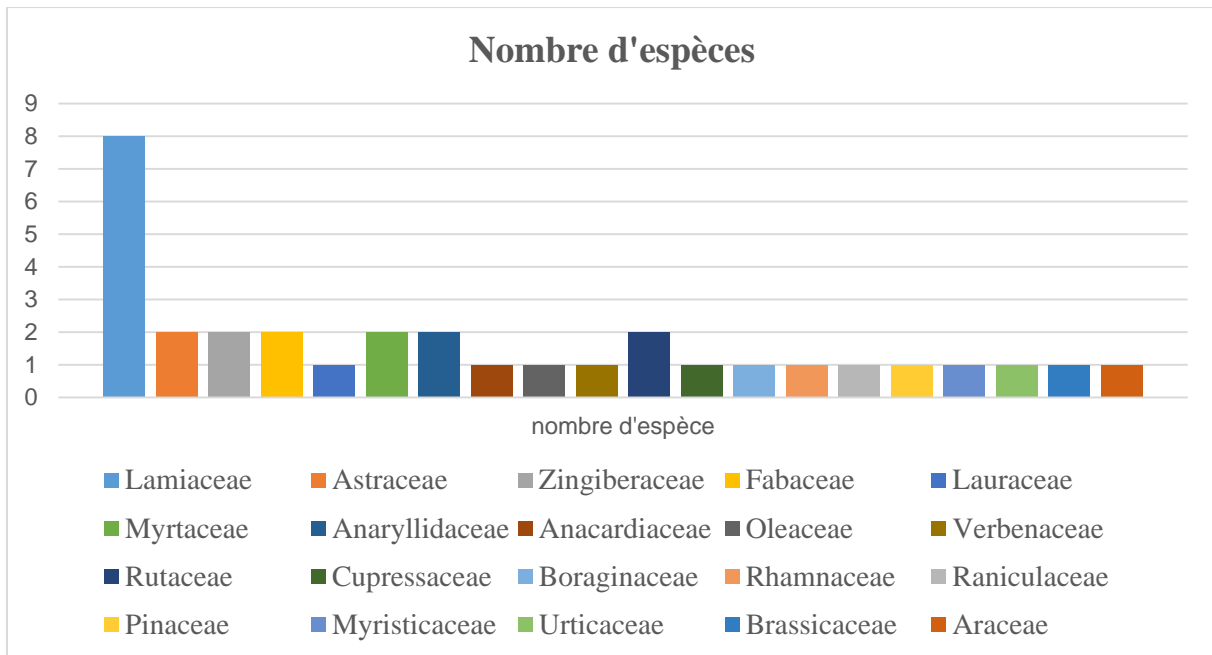


Figure 9 : Distribution des familles botaniques utilisées dans le traitement des maladies microbiennes dans la région de Seraidi.

Nous pouvons noter également, que toutes les espèces recensées dans la région de Séraïdi, ont été évoquées, dans l'enquête en ligne menée par Hamdani et Houari (2020), réalisée sur 500 personnes, dont 49% atteintes de la Covid-19, dans différentes régions du Nord Algérien.

A cet effet, les plantes médicinales à intérêt antimicrobien les plus recommandées, pour le traitement et la prévention contre les infections, principalement le cas de la Covid-19, recensées par la population de Séraïdi et citées dans la majorité des travaux de recherche réalisés en Algérie (Helali et al., 2020 ; Haoud et Mellali, 2021 ; Brahmi et al., 2022 ; Boutabbia et al., 2011 ; Bouafia et al., 2021) et au Maroc (Benlamdini et al., 2014 ; Hseini et Kahouadji, 2007 ; Lahsissene et al., 2009 ; Belhaj et Zidane, 2021 ; Najem et al., 2022 ; Boughendjioua et al., 2022) sont *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Zingiber officinale*, *Eucalyptus globulus*, *Artemisia herba-alba*, *Syzygium aromaticum*, *Allium sativum*, *Citrus limon*, *Melissa officinalis*, *Pulmonaria officinalis*, *Ziziphus lotus*, *Urtica dioica* et *Pistacia lentiscus*.

Des études récentes (Sehailia et Chemat, 2021 ; Tshibangu et al., 2020 ; Tahrioui et al., 2020 ; Asdadi et al., 2020 ; Boughendjioua et al., 2022 ; Belhaj et Zidan, 2021 ;

Fouedjou et al., 2021) ont permis de confirmer l'efficacité des molécules extraites à partir des plantes antimicrobiennes citées ci-dessus, ainsi que la recommandation de leur utilisation pour le traitement des patients atteints du SRAS-CoV-2.

I.2- ENQUETE ETHNOBOTANIQUE :

Les informations récoltées à travers les réponses au questionnaire ont été analysées et discutées en utilisant des graphiques illustrés ci-dessous :

I-2-1- UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN EN FONCTION DU SEXE :

L'analyse des données a permis de montrer que le savoir médical est partagé entre l'homme et la femme avec un léger avantage allant à cette dernière, avec des pourcentages de 57.5% pour le sexe féminin et 42.5% pour le sexe masculin (**Fig.10**).

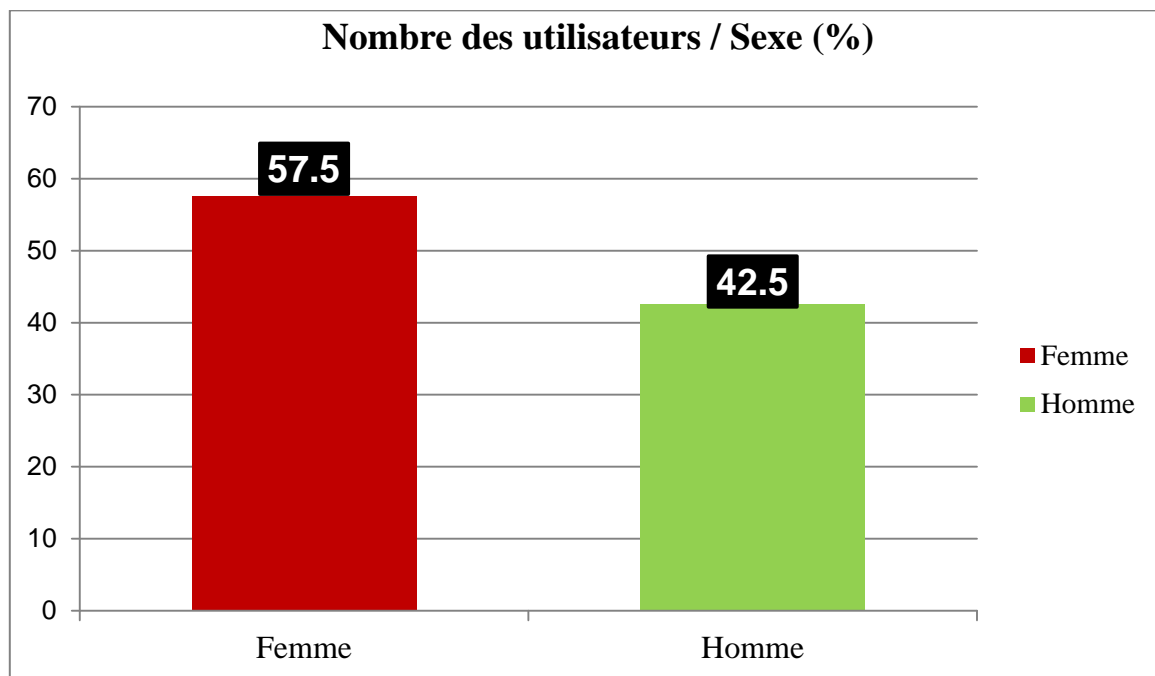


Figure 10 : Utilisation des plantes médicinales à intérêt antimicrobien selon le sexe

Ces résultats concordent la règle générale de **Mehdioui et Kahouadji., 2007**, qui affirment que les femmes sont détentrices d'un grand savoir phytothérapeutique traditionnel, hérité de mère en fille.

Plusieurs travaux ethnobotaniques confirment aussi les résultats de notre étude, soit à l'échelle nationale (**Aribi, 2013 ; Boutabia et al. 2011 ; Chermat et Gharzouli, 2015 ; Hamel et al. 2018 ; Helali et al., 2020 ; Hamdani et Houari, 2020 ; Brahmi et al., 2022**), soit à l'échelle internationale (**Koudouv, 2009 ; Benkhniqne et al., 2010-2011 ; Dougnon et al., 2018 ; Rhattas et al., 2016 ; Kouame et al., 2021**).

I-2-2- UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN EN FONCTION DE L'AGE :

L'utilisation des plantes médicinales à intérêt antimicrobien est représentée chez toutes les tranches d'âge, avec une prédominance pour les personnes âgées de plus de 60 ans (33,33%), viennent par la suite les tranches d'âge [50 – 60 ans] et [40 – 50 ans] avec des pourcentages de 23.33% et 20.83% respectivement. La tranche d'âge [30 – 40 ans] correspond à une fréquence d'utilisation de 14.16%. Chez les informateurs âgés de moins de 30ans, le pourcentage d'utilisation des plantes est moins important avec 8.33% (**Fig.11**).

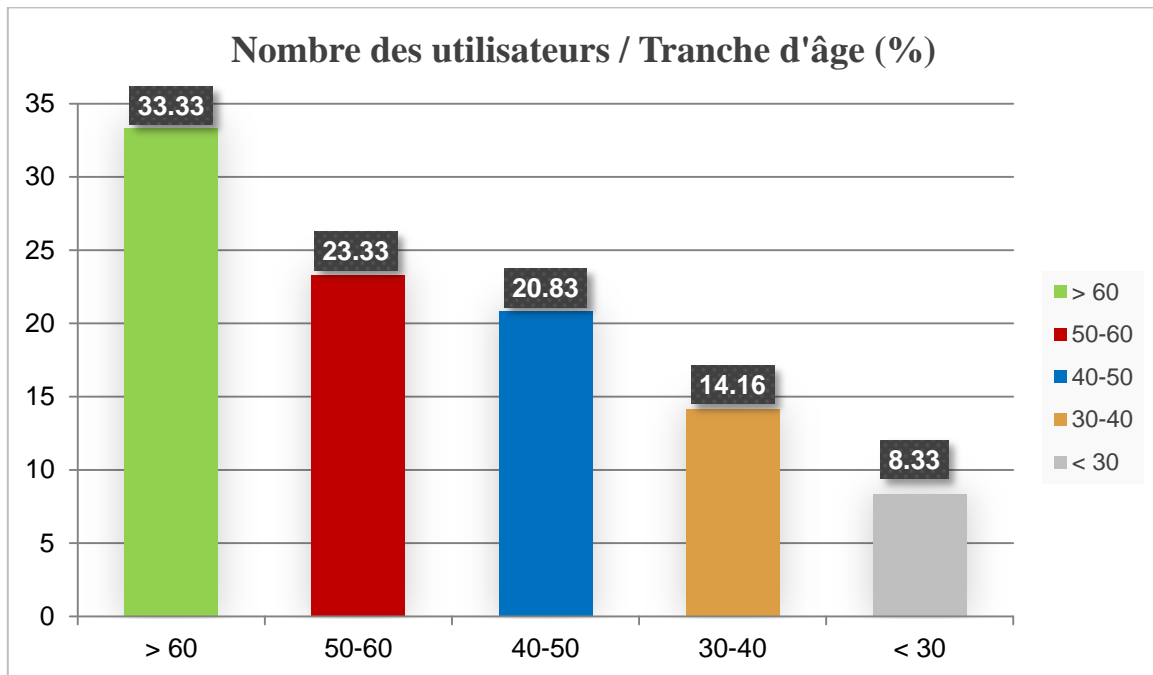


Figure 11 : Utilisation des plantes médicinales à intérêt antimicrobien selon l'âge

Il est à souligner que les personnes âgées ont une grande connaissance des plantes médicinales d'une manière générale (noms vernaculaires locaux, mode d'utilisation, les parties utilisées), conservant ainsi un héritage de leurs parents.

Ces résultats indiquent, également, l'existence d'un lien étroit entre l'âge et le degré de connaissance, confirmant la fiabilité des informations des personnes âgées, car elles détiennent une bonne partie du savoir ancestral qui fait partie de la tradition locale (**Anyinam, 1995 ; Tamboura et al., 1998 ; Hseini et Kahouadji, 2007 ; Benkhniqne et al., 2010-2011 ; Mahdioui et al., 2007 ; Benlamdini et al., 2014 ; Kouame et al., 2021**).

Cependant, **Helali et al. (2020)** ont signalé que les personnes âgées de 18 à 30ans sont les utilisateurs les plus fréquents de plantes médicinales (38%), tandis que le taux le plus faible est noté chez les personnes âgées de plus 60 ans, avec un pourcentage de seulement 6,5 %. Les mêmes résultats ont été observés à l'Ouest Algérien par **Brahmi et al. (2022)**. Les personnes interrogées, dans les deux travaux cités ci-dessus, habitent en zones urbaines ; contrairement aux personnes questionnées au présent travail, habitant une zone montagneuse et riveraine.

I-2-3- UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN EN FONCTION DE LA SITUATION FAMILIALE

Selon les personnes interrogées, les plantes médicinales à intérêt antimicrobien sont beaucoup plus utilisées par les personnes mariées (79.16%) que les célibataires (20.84%) (**Fig.12**). Les utilisateurs en couples sont plus intéressés par le domaine de la phytothérapie (**Bouhrara, 2016**).

En effet, les personnes mariées sont concernées par la minimisation des dépenses, exigées par les médecins et les pharmaciens ; principalement, les familles ayant des enfants à leur charge (**Bakiri et al., 2016**). Ces familles utilisent les plantes médicinales d'une manière générale et à intérêt antibactérien, comme premier secours contre les infections virales, afin de baisser la fièvre et éviter les convulsions. Ceci a été confirmé, à travers, les résultats obtenus des études ethnobotaniques menées par **Boutabbia et al. (2011)**, **El Hafian et al. (2014)**, **El Hilah et al. (2015)**, **Jdaidi et Hasnaoui (2016)**, **Bouhrara (2016)** et **Hamel et al. (2018)**.

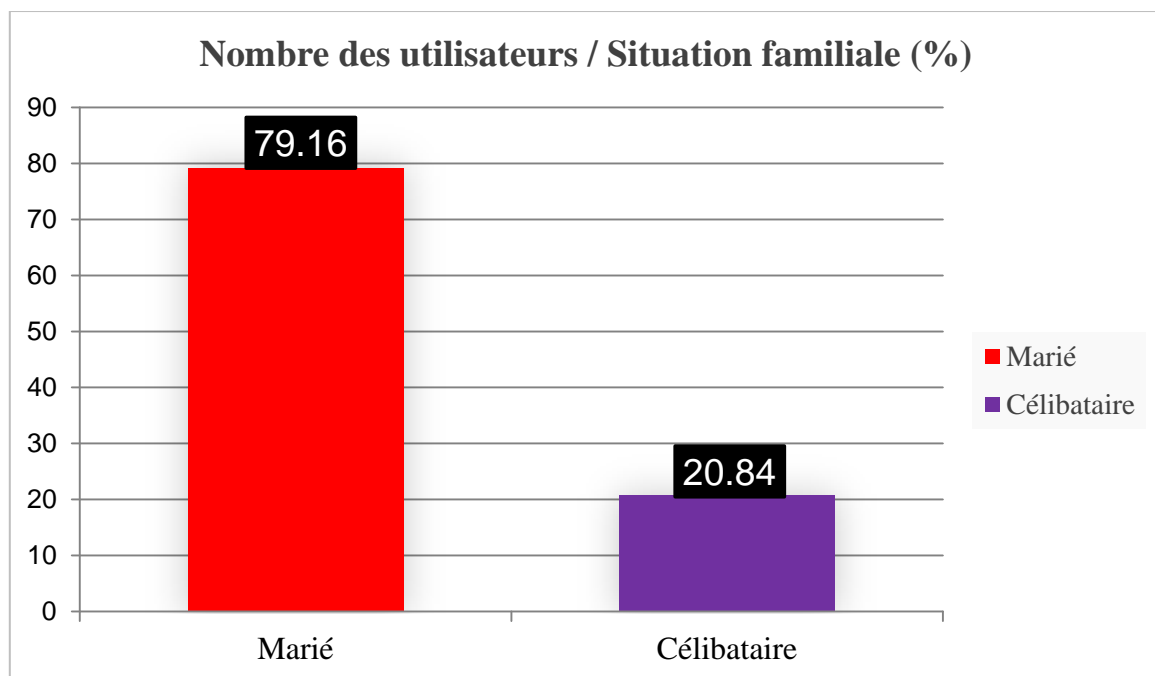


Figure 12 : Utilisation des plantes médicinales à intérêt antimicrobien selon la situation familiale des personnes questionnées

I-2-4- UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN SELON LE NIVEAU D'ETUDE

Le pourcentage le plus élevé des utilisateurs des plantes médicinales à intérêt antimicrobien a été observé dans la catégorie des illetrés, avec un taux de 33.66%, suivi de ceux ayant un niveau moyen, avec un pourcentage de 30%. Les personnes ayant un niveau primaire représentent 15.83%. Cependant, nous avons constaté à travers les réponses obtenues, que les lycéens et les universitaires représentent un pourcentage d'utilisation des plantes médicinales

à intérêt antimicrobien moindre, mais non négligeable, avec respectivement 11,66% et 10,83% (Fig.13).

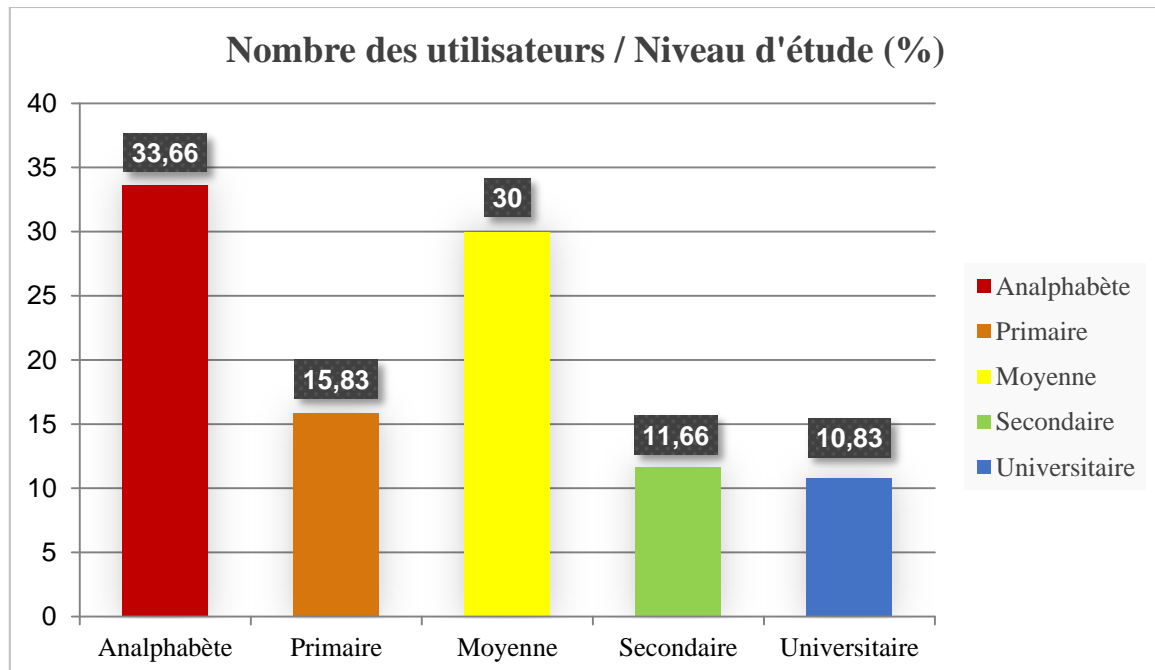


Figure 13 : Utilisation des plantes médicinales à intérêt antimicrobien selon le niveau d'étude

Par ailleurs, les pourcentages observés des utilisateurs des plantes médicinales à intérêt antimicrobien selon le niveau d'étude corrélaient parfaitement avec les pourcentages en relation avec l'âge, où les tranches d'âge [$>$ à 60ans] et [50 – 60ans] correspondent aux personnes n'ayant pas bénéficié des études de haut niveau (maximum le collège). Cependant les lycéens et les universitaires dont leurs tranches d'âge est inférieure à 30ans, correspondent à la catégorie des personnes dont l'utilisation des plantes est moins importante ($<$ 9%).

Ces résultats reflètent le niveau socioculturel de la population riveraine de la région de Seraidi, qui possède une vocation agricole, favorisant ainsi le développement des produits du terroir (apiculture, valorisation des Plantes Aromatiques et Médicinales, élevage des bovins et caprins, les cultures maraichères, ... etc.), d'une part. D'autre part, nous pouvons constater que la population a conservé son savoir-faire vis-à-vis de l'utilisation des plantes médicinales comme remède aux différentes pathologies rencontrées, à travers les personnes âgées.

Ces résultats sont rencontrés dans les travaux de **Benlamdini et al. (2014)**, au Maroc, dans le Haut Atlas oriental (Haute Moulouya), avec un pourcentage important des utilisateurs illetrés des plantes médicinales à intérêt antimicrobien. Les universitaires par contre, se méfient de la consommation des plantes médicinales, par peur de confusion, vu qu'ils n'ont pas des connaissances sur leurs identifications, leurs vertus et surtout leurs toxicités.

Cependant, nos résultats sont en contradiction avec ceux déclarés par **Helali et al. (2020)**, **Hamdani et Nouari (2020)** et **Brahmi et al. (2022)**, où la majorité des utilisateurs de la phytothérapie ont un niveau universitaire, avec des pourcentages variant de 60 à 90%, tandis que les personnes ayant un niveau moyen, primaire ou illetrés représentent des taux inférieurs

à 20%. Cela peut s'expliquer par le fait que les personnes questionnées se trouvent dans des zones urbaines, loin de tout contact avec la nature (Brahmi et al. 2022).

I-2-5- UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN SELON LES DIFFERENTES PARTIES DE LA PLANTE

Notre enquête menée sur les plantes médicinales ayant une activité antimicrobienne, montre que la feuille est l'organe le plus utilisé (48.88%), suivi par les fruits qui représentent 13.34%, les fleurs et le rhizome avec 8.88% chacun. Les autres parties, à savoir les tiges, les racines, les graines et les bulbes occupent un taux qui est de 3.84%. L'écorce est la partie la moins utilisée avec 2.22% (Fig.14).

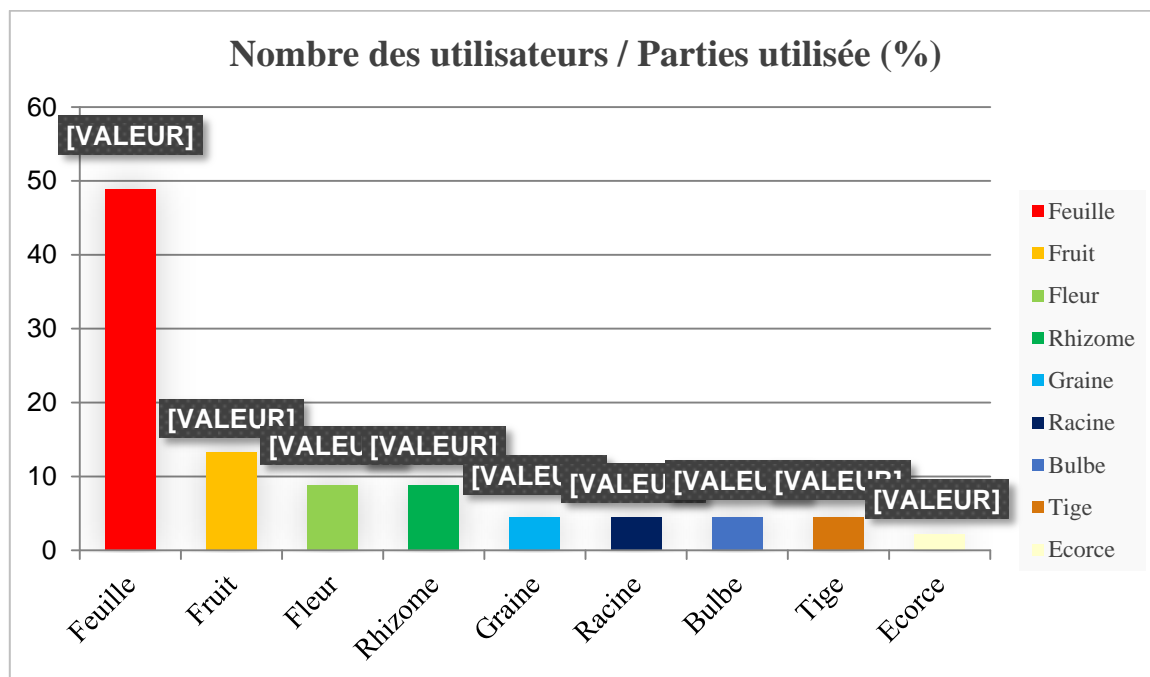


Figure 14 : Distribution des plantes selon la partie utilisée

La grande utilisation des feuilles est expliquée par l'aisance et la rapidité de la récolte, mais aussi par le fait qu'elles sont le siège de la photosynthèse et le stockage des métabolites secondaires responsables des activités biologiques des plantes chez certaines espèces (Bigendako-polygenis et Lejoly, 1990). Ceci est rapporté aussi dans d'autres travaux tels que Benkhniq et al. (2010-2011), Boutabia et al. (2011), Tahri et al. (2012), Diatta et al. (2013), Chermat et Gharzouli (2015), Jdaidi Hasnaoui (2016) et Kouame et al. (2021).

La racine est parmi les parties de la plante les moins utilisées dans les préparations des remèdes thérapeutiques, car l'enlèvement de la racine, contribue activement dans la destruction de l'espèce (Koné, 2009 ; Bouayyadi, 2015 ; El Amrani, 2010 ; Slimani et al., 2016), sachant que les récoltes sont effectuées à l'état spontané et non cultivé. Cependant, nous avons observé une consommation des racines pour *Ziziphus lotus* et *Urtica dioica*. L'utilisation des bulbes est rencontrée chez le genre *Allium*, *Allium cepa* et *Allium sativum*.

I-2-6- UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN SELON LE MODE DE PREPARATION

Les utilisateurs préparent les phytomédicaments avec plusieurs modes. La décoction est le mode le plus fréquent avec 26.59%, suivi de l'infusion avec 21.52%, la poudre avec un pourcentage de 15.19%, la macération 10.12%, le cataplasme 8,86%, le suc frais 6.33% et la forme brut 6.33%. Tandis que la forme la moins employée est l'utilisation des huiles essentielles représentant 5.06% (**Fig.15**).

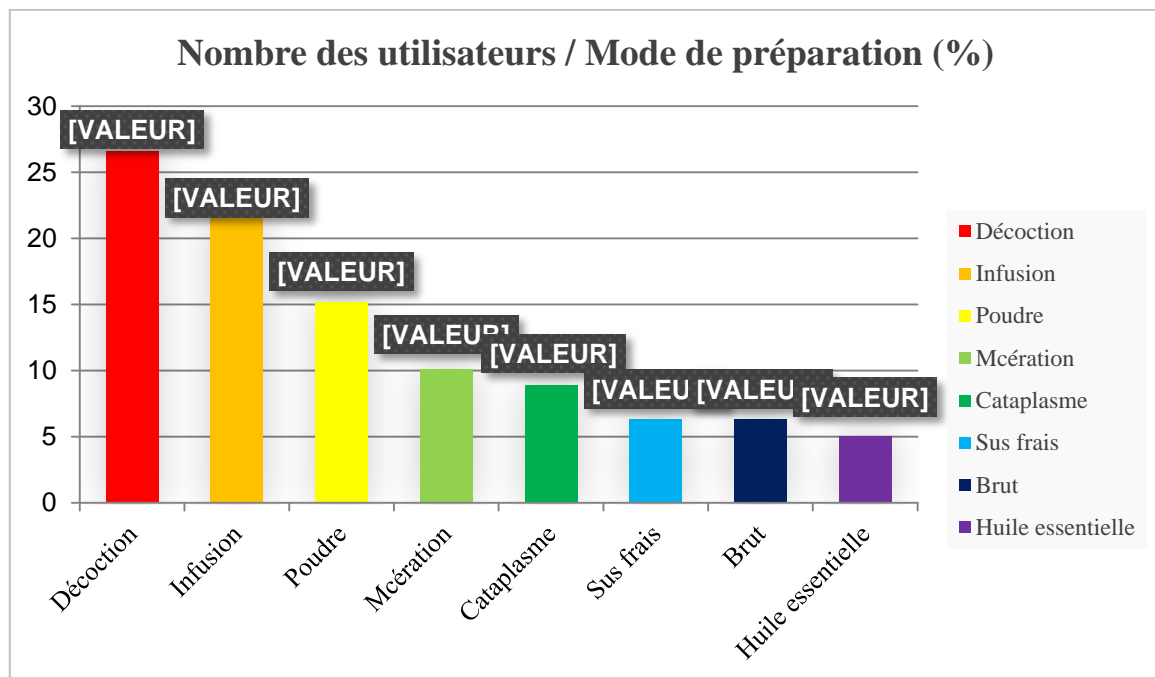


Figure 15 : Distribution des plantes selon le mode de préparation

Les informations sur le mode d'utilisation des plantes médicinales et leurs propriétés thérapeutiques peuvent être différentes d'une personne à une autre (**Boutabia et al., 2011**). La préparation des plantes médicinales par le mode de la décoction permet de réchauffer le corps et le désinfecter (**Tahri et al., 2012**), mais aussi permet de réduire la toxicité lors du mélange avec d'autres plantes, voire même l'annuler tout en gardant une grande partie des métabolites secondaires (**Salhi et al., 2010**). L'utilisation des huiles essentielles directement provoque généralement des allergies graves. A cet effet, elles sont généralement diluées et/ou mélangées avec d'autres ingrédients. Egalement, les huiles essentielles sont généralement connues dans la fabrication des parfums et comme des conservateurs naturels. Nous pouvons rajouter à cela, que le rendement des huiles essentielles est très faible.

I-2-7- UTILISATION DES PLANTES MEDICINALES A INTERET ANTIMICROBIEN SELON LA VOIE D'ADMINISTRATION

Les préparations végétales utilisées pour le traitement d'une manière traditionnelle sont souvent administrées par voie orale, inhalation ou par une application directe. La voie orale est la plus utilisée avec une fréquence de 71.56%, l'application directe représente 23.33% et 5.11% des plantes sont utilisées sous forme d'inhalation (**Fig.16**).

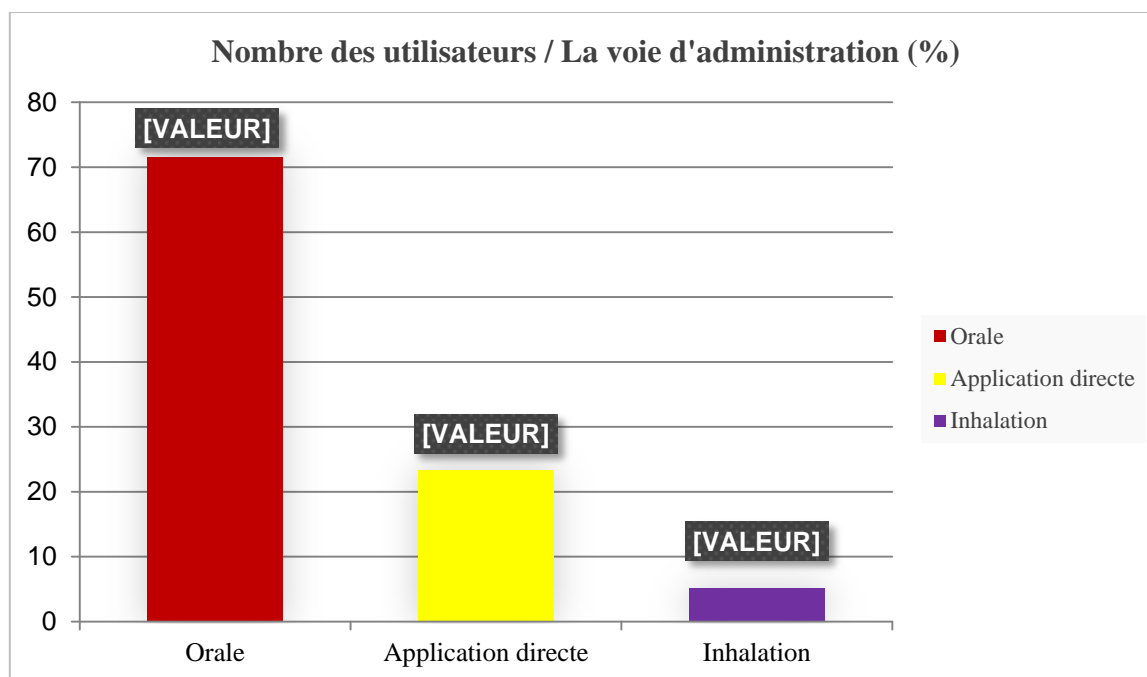


Figure 16 : Distribution des plantes selon la voie d'administration

L'administration par voie orale est en corrélation avec le mode de préparation, par décoction, infusion ou macération. Ces modes de préparation ne peuvent être administrés que oralement. Ceci explique le pourcentage élevée des utilisateurs des plantes médicinales à intérêt antimicrobien par administration orale (Helali et al., 2020, Hamdani et Nouari, 2020 ; Brahmi et al., 2022 ; Boutabia et al., 2011 ; Kouame et al., 2021 ; Chraibi et al., 2018).

Les applications directes des plantes médicinales à intérêt antimicrobien sont rencontrées chez le curcuma qui est considérées également, comme un condiment, très apprécié dans les cuisines algériennes et la reglisse recommandé comme soin dentaire naturel.

II- ETUDE PHYTOCHIMIQUE

II-1- SCREENING PHYTOCHIMIQUE

Les résultats du screening phytochimique réalisé sur les feuilles des trois espèces sélectionnées ont été enregistrés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Résultats des tests phytochimiques réalisés sur les trois espèces étudiées

Métabolites recherchés	<i>Cytisus triflorus</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Ziziphus lotus</i>
Alcaloïdes	+++	-	++
Flavonoïdes	+++	++	+++
Anthocyanes	+++	+++	+++
Quinones	++	-	++
Saponosides	+++	+++	+++
Huiles volatiles	-	+	-

Tanins	+++	+++	+++
Stérols et triterpènes	+++	+++	+++
Cardénolides	++	+	++

Signification des symboles : +++ très abondant, ++ abondant, + présent, - absent

Les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus, montrent la présence et l'absence des métabolites secondaires au niveau des tissus végétaux des feuilles des trois espèces choisies (*Cytisus triflorus*, *Ziziphus lotus* et *Urtica dioica*), ce qui nous a permis d'avoir une bonne idée sur leurs activités pharmacologiques.

Nous avons noté que les feuilles de *Cytisus triflorus*, sont très riches en alcaloïdes, flavonoïdes, anthocyanes, saponosides, tanins, stérols et triterpènes. Les quinones et les cardénolides sont présents en concentration moyenne, par contre les huiles volatiles sont absentes.

Les résultats du screening phytochimique réalisé sur la poudre des feuilles d'*Urtica dioica* ont révélé la présence des anthocyanes, des saponines, des tanins et des stérols en forte teneur avec une présence moyenne en flavonoïdes et faible concentration en cardénolides et en huile essentielles. Les alcaloïdes et les quinones sont absents.

Concernant les feuilles de *Ziziphus lotus*, les résultats montrent leur richesse en flavonoïdes, anthocyanes, saponines, les tanins, les stérols et triterpènes. Les alcaloïdes, les quinones et les cardénolides sont présents en concentration moyenne ; les huiles volatiles sont absentes.

Les résultats obtenus des tests phytochimiques réalisés sur les poudres des feuilles des trois espèces concordent parfaitement avec les travaux de **Boughrara, 2016 ; Amit and Suman, 2021 ; Laoufi, 2017** ; à travers la présence ou l'absence, ainsi que la concentration des familles chimiques citées dans le tableau ci-dessus, par rapport aux mêmes espèces récoltées dans la région d'El Tarf. Par contre, on constate une inadéquation par rapport aux mêmes familles chimiques et aux mêmes espèces rencontrées, récoltées dans les régions de Souk Ahras, Tebessa et El Oued, dans les travaux de **Toubal, 2018 ; Kadri, 2019 ; Rajan et al., 2020 ; Athanasia et al., 2021**. Ceci s'explique par le fait, que l'estimation qualitative et quantitative des métabolites secondaires contenus dans ces espèces diffère d'une région à une autre, avec l'intervention des facteurs abiotiques des milieux (la lumière, la température, l'ensoleillement, la nature du sol, ... etc) (**Malik et al., 2012 ; Sujana et al., 2013 ; Akhtar et al., 2015**).

La richesse des trois espèces en polyphénols indique leurs effets thérapeutiques contre plusieurs maladies infectieuses, l'hypertension artérielle (**Benarba et al., 2015**), des propriétés cardioprotectrices, anti-oxydantes et antidiabétiques (**Martinez-Fernandez et al., 2015 ; Yeon et al., 2015 ; Togola et al., 2019**).

La présence des tanins indique des propriétés anti-inflammatoires, anti-hypertensives, antiparasitaires et antalgiques (**Gandonou et al., 2017 ; Mpondo et al., 2017**).

Bruneton (1999) et **Bediaga (2011)** ont déterminé leurs propriétés antibactériennes, antiseptiques et antifongiques, ainsi que les effets antiviraux (**Kang et al., 2008 ; Kumar et al., 2013**).

Les plantes riches en alcaloïdes seraient utilisées comme antibactériennes, anti-hypertensives, anti-inflammatoires, antifongiques, analgésiques et cardiotoniques (**Randriamboavonjy et al., 2016 ; Marella et al., 2013**).

Kasolo et al., 2010 ; Raush et al., 2006 ont rapporté que les saponines possèdent des activités anti-oxydantes, anti-inflammatoires et jouent un rôle très important contre les troubles neurodégénératifs et retarde le vieillissement neural. Ce sont des antiviraux, hypo-coléstérolémants, hépatoprotecteurs, antitumoraux et anticancérigènes (**Hayashi et al., 1997 ; Kuzuhara et al., 2000 ; Kerwin, 2004**).

les stérols et triterpénoïdes possèdent également des propriétés antimicrobiennes, antifongiques, antiparasitaires, antivirales, antispasmodiques, anti-hypoglycémiques, anti-inflammatoires et immunomodulatrices (**Rabi et Bishayee, 2009 ; Shah et al., 2009**).

II-2- EXTRACTION DES MOLECULES BIOACTIVES

L'extraction par macération des feuilles de *Cytisus triflorus*, *Urtica dioica* et *Ziziphus lotus* dans un mélange hydro-éthanolique (80%) a permis d'obtenir un résidu sec d'extrait des alcaloïdes totaux et des polyphénols totaux. Le rendement des extraits est exprimé dans le tableau 3.

Tableau 3 : Rendement en extraits d'alcaloïdes et de polyphénols

Espèce	Rendement en alcaloïdes	Rendement en composés polyphénoliques
<i>Urtica dioica</i>	/	26.66%
<i>Cytisus triflorus</i>	35%	15%
<i>Ziziphus lotus</i>	10%	30%

D'après les résultats, on constate que les extraits des trois plantes sont riches en composés phénoliques et un rendement remarquable des alcaloïdes dans la *Cytisus triflorus*. *Ziziphus lotus* présente un rendement de 10% en alcaloïdes totaux.

La présence des alcaloïdes est portée sur ses activités biologiques, qui forcément dépend de leur composition chimique en raison du rôle qu'elle joue dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'Alzheimer (**Erdemoglu, Ozkan, & Tosun, 2007 ; Bourgou, Beji, Medini, & Ksouri, 2016**).

Les composés phénoliques agissent comme des agents réducteurs, donneur d'hydrogène en piégeant les radicaux libres et en chélatant les ions (**Rice-Evans et al., 1995; Cook et Samman, 1996; Valko et al., 2006**). Notant que l'efficacité puissante de ces substances est le responsable de l'activité antioxydante qui due principalement à leurs structures phénoliques. Ces composés possèdent aussi diverses activités biologiques telles que les activités anti-inflammatoire, antibactérienne, antivirale, antiallergique et antithrombotique (**Gulcin et al., 2010**).

II-3- DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUES

II-3-1- DOSAGE DES POLYPHENOLS TOTAUX

La teneur en polyphénols est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (**Fig. 17**), présentant un coefficient de régression de la droite proche de 1 ($R^2 = 0,996$), prouvant la fiabilité de cette courbe dans la détermination des polyphénols. Comme indiqué dans la partie matériel et méthodes, section dosage des

polyphénols totaux, des dilutions à l'eau distillée ont été effectuées afin d'obtenir différentes concentrations des extraits et déterminer par la suite la concentration la plus fiable (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Concentration des extraits / Absorbance

Concentration des extraits (µg/ml)	0	5	10	20	30	40
Absorbance	0,004	0,12	0,225	0,52	0,69	0,95

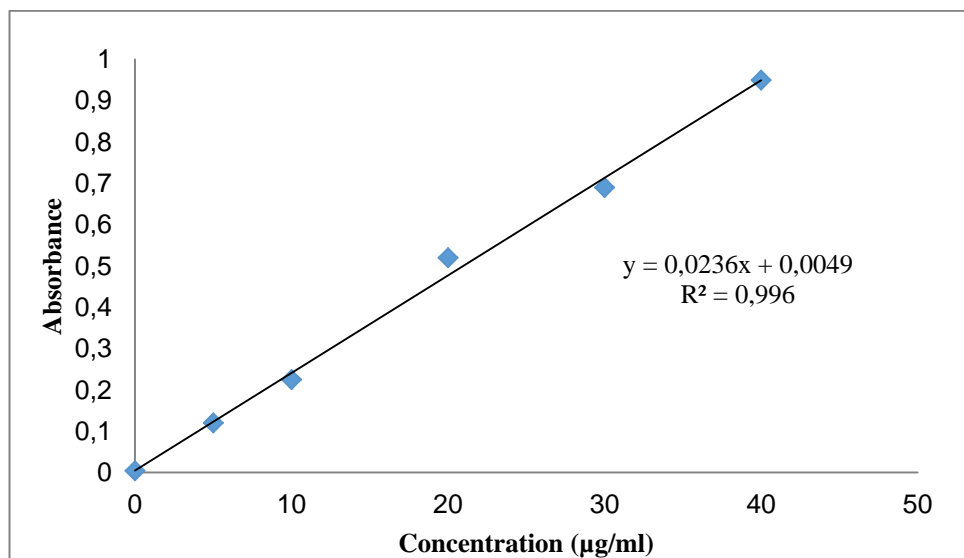


Figure 17 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Selon les résultats obtenus (**Tableau 5**), nous avons noté la richesse des plantes en polyphénols, avec des valeurs de 16.38, 24.32, 20.08mg EAG/g pour *Urtica dioica*, *Cytisus triflorus* et *Ziziphus lotus* respectivement (**Fig. 18**).

Tableau 5 : Dosage des polyphénols totaux

Espèces	Teneur en polyphénols
<i>Urtica dioica</i>	16.36 mg EAG/g
<i>Cytisus triflorus</i>	24.32 mg EAG/g
<i>Ziziphus lotus</i>	20.08 mg EAG/g

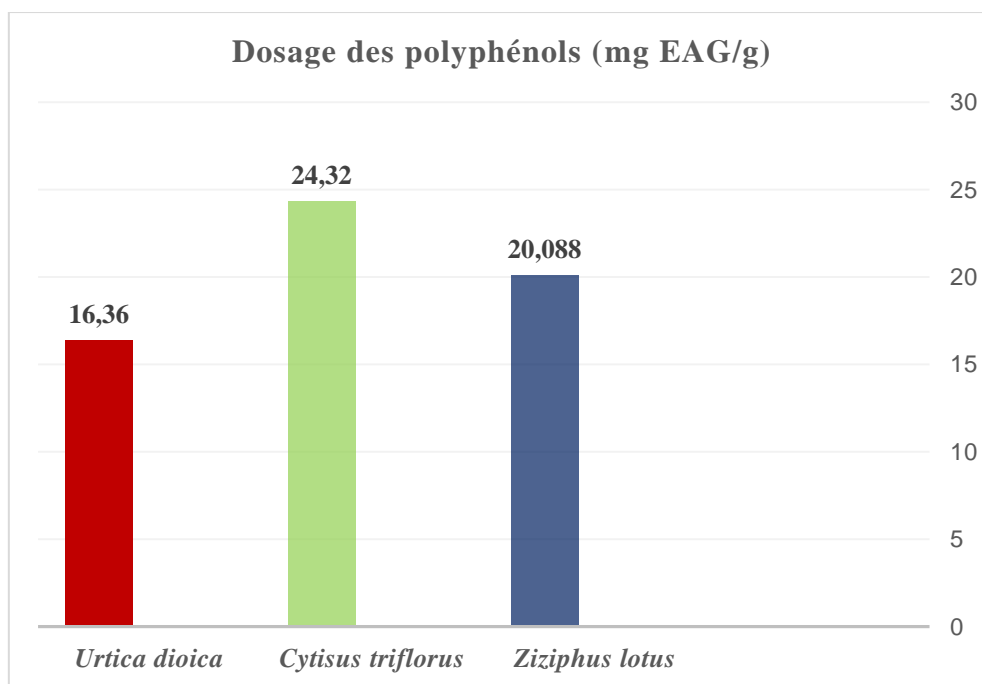


Figure 18 : Dosage des polyphénols totaux

II-3-2- DOSAGE DES FLAVONOÏDES

La teneur en flavonoïdes est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de la quercétine (**Fig. 19**), à différentes concentrations des extraits obtenus, qui sont dilués à l'eau distillée (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Concentration des extraits / Absorbance

Concentration des extraits (µg/ml)	0	2	5	10	20	30
Absorbance	0,05	0,15	0,24	0,38	0,74	0,98

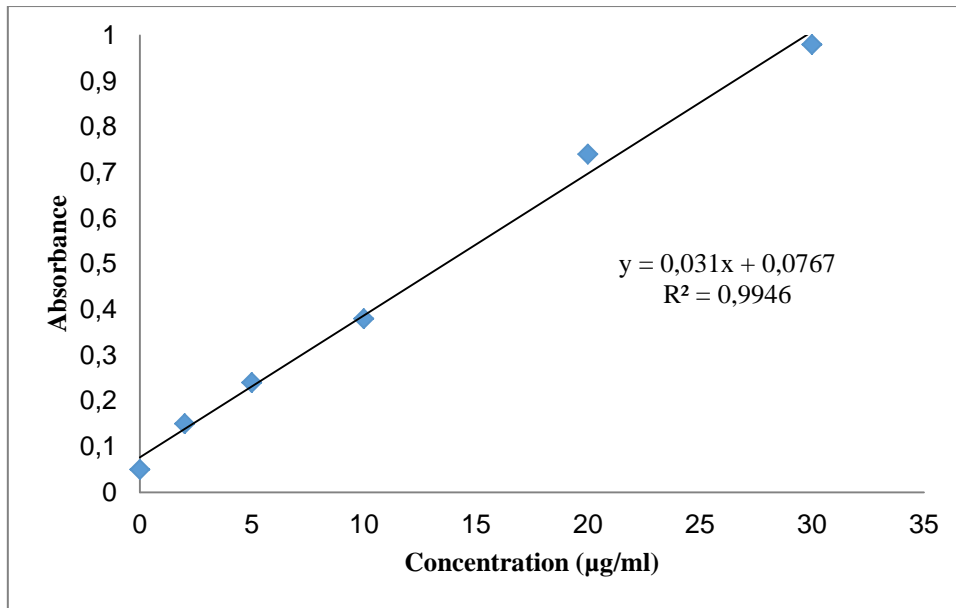


Figure 19 : Courbe d'étalonnage de la quercétine

Le **Tableau 7** présente les résultats du dosage des flavonoïdes exprimés en milligramme équivalent de quercétine par gramme de l'extrait des plantes étudiées (mg EQ/g). D'après ces résultats nous avons remarqué que les flavonoïdes sont présents dans les feuilles des trois plantes avec des valeurs respectives de 5.945, 3.267 et 4.396 mg EQ/g pour les espèces *Urtica dioica*, *Cytisus triflorus* et *Ziziphus lotus* (**Fig. 20**).

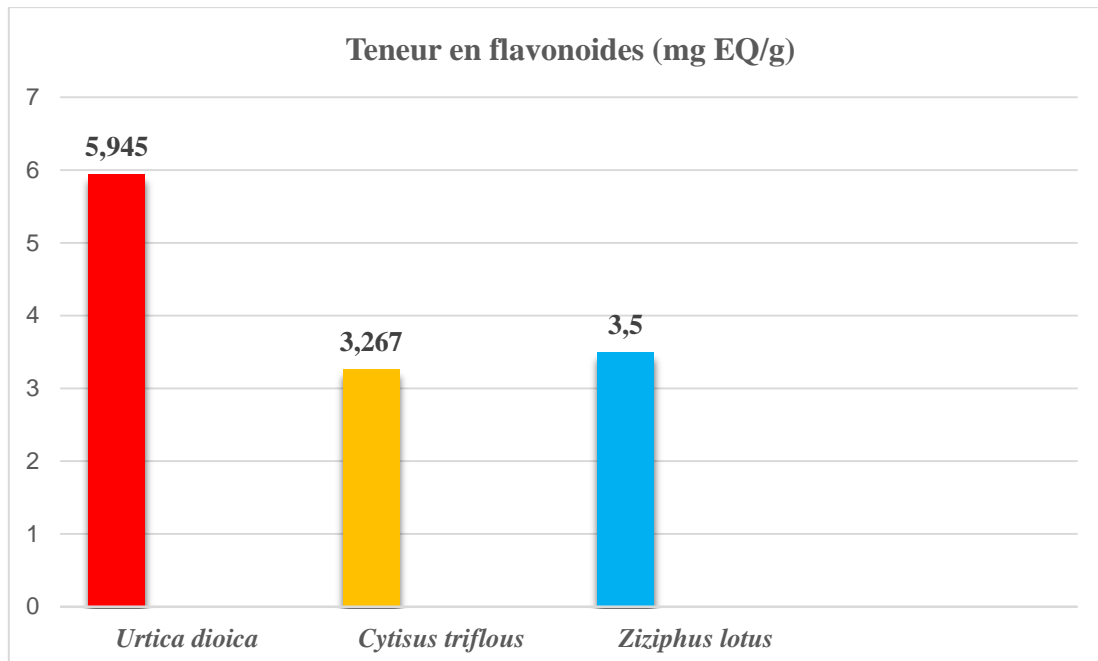


Figure 20 : Dosage des flavonoides

Tableau 7 : Teneur en composés phénoliques.

Espèces	Teneurs en flavonoïdes
<i>Urtica dioica</i>	5.945 mg EQ/g
<i>Cytisus triflorus</i>	3.267 mg EQ/g
<i>Ziziphus lotus</i>	4.396 mg EQ/g

Des études effectuées sur les feuilles de la plantes de cytise à trois fleurs au niveau d'autres régions (la kabylie, Souk Ahras, Tebessa et Skikda) ont révélé des teneurs en valeurs importantes en polyphénols et en flavonoïdes (Ait-Kaci et al., 2015 ; Madoui, 2019 ; Benabderrahmane, 2019 ; Khadri, 2019), avec des légères différences qui est probablement due aux facteurs de l'état physiologique de la plante au moment de la récolte, la région d'étude et la méthode d'extraction (Ryan et al., 1999 ; Anusuya et Manian, 2013 ; Bentabet et al., 2014).

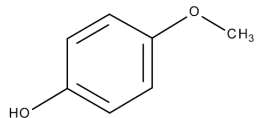
Cependant, très peu de travaux sont réalisés sur les feuilles de l'Ortie et du jujubier. Mokrani et al. (2022) ont révélé une forte présence des polyphénols et des flavonoïdes chez l'espèce *Urtica dioica*, avec des valeurs de 26.02 mg EAG/g d'extrait et 10.26 mg EC/g d'extrait respectivement. Amany et al., 2013 ont déterminé le dosage des composés phénoliques des feuilles de *Ziziphus spina christi* par la même méthode utilisée dans notre travail de thèse et ont montré leurs richesse en polyphénols, ce qui confirme que le genre *Ziziphus* est caractérisé par la forte présence des polyphénols.

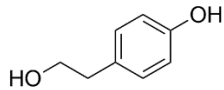
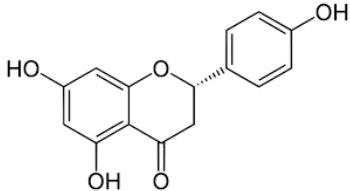
II-4- CARACTERISATION MOLECULAIRE DES EXTRAITS PAR GC/MS

Les chromatogrammes des extraits phénoliques des feuilles des trois espèces choisies ont révélé la présence de plusieurs composés, qui ont pu être identifiés qualitativement et quantitativement à partir de la révélation du temps de rétention (TR), le pourcentage de l'aire des pics (aire %) et la masse molaire (M : g/mol). Les résultats sont indiqués dans les **tableau 8, 9 et 10**.

Extrait phénolique de *Cytisus triflorus*

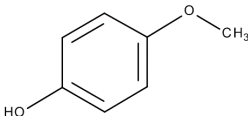
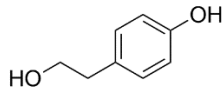
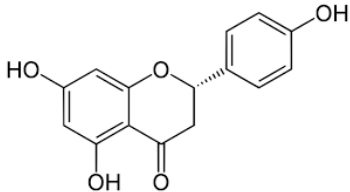
Tableau 8 : Les composés phénoliques identifiés par GC/MS

Noms	TR (mn)	Aire (%)	M (g/mol)	Structure
4-methoxyphénol	8,22 ^d	0,58	136	

4-(2-Hydroxyethyl) ethanol	8,60 ^d	0,10	234	
Naringenine	18,68 ^d	0,34	325	

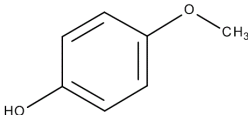
Extrait phénolique d'*Urtica dioica*

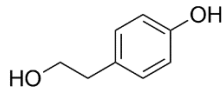
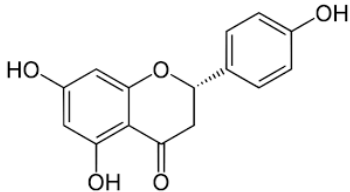
Tableau 9: Les composés phénoliques identifiés par GC/MS

Noms	TR (mn)	Aire (%)	M (g/mol)	Structure
4-methoxyphénol	8,22 ^d	0,58	136	
4-(2-Hydroxyethyl) ethanol	8,60 ^d	0,10	234	
Naringenine	18,68 ^d	0,34	325	

Extrait phénolique de *Ziziphus lotus*

Tableau 10 : Les composés phénoliques identifiés par GC/MS

Noms	TR (mn)	Aire (%)	M (g/mol)	Structure
4-methoxyphénol	8,22 ^d	0,58	136	

4-(2-Hydroxyethyl) ethanol	8,60 ^d	0,10	234	
Naringenine	18,68 ^d	0,34	325	

II-5- ACTIVITES BIOLOGIQUES :

II-5-1- ACTIVITES ANTI-OXYDANTES

La capacité anti-radicalaire des extraits polyphénoliques de *Cytisus triflorus*, *Urtica dioica* et *Ziziphus lotus* a été évaluée comme cela a été décrit dans la partie matériel et méthodes (**Fig. 21, 22, 23, 24,25**). Les résultats de cinétique d'inhibition du DPPH sont illustrés dans le **tableau 11**.

Tableau 11 : Poucentage d'inhibition du radical DPPH

[C] µg/ml	0	50	100	200	250
% Inhibition Acide ascorbique	25	30,12	45,82	64,23	73,15
% Inhibition <i>Urtica dioica</i>	20	45	50	55	58
% Inhibition <i>Cytisus triflorus</i>	20	60	65	75	75
% Inhibition <i>Ziziphus lotus</i>	20	50	60	65	67

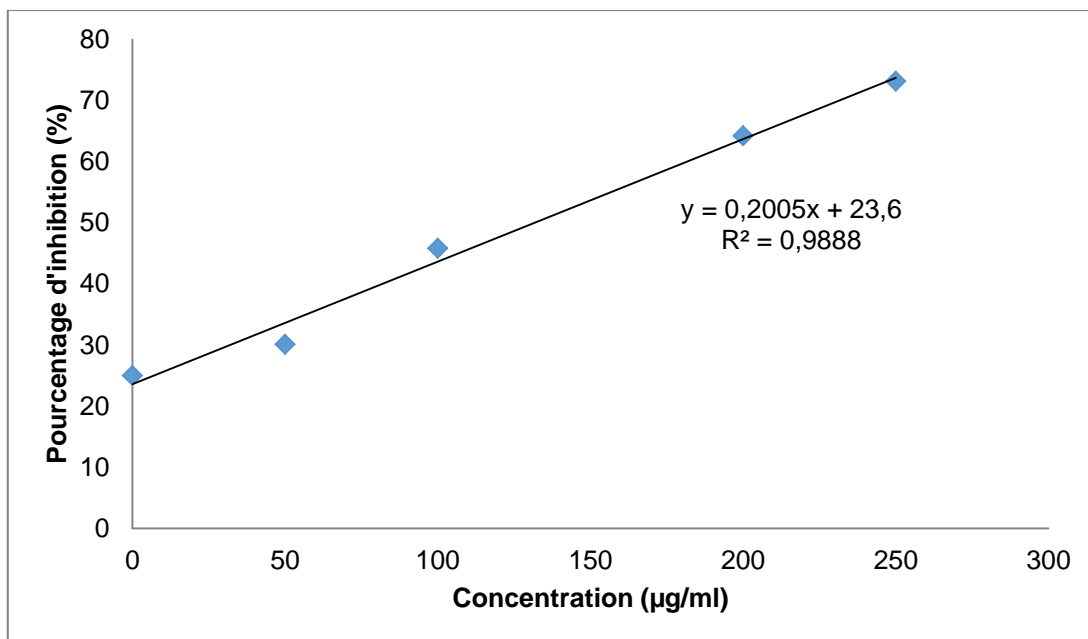


Figure 21 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

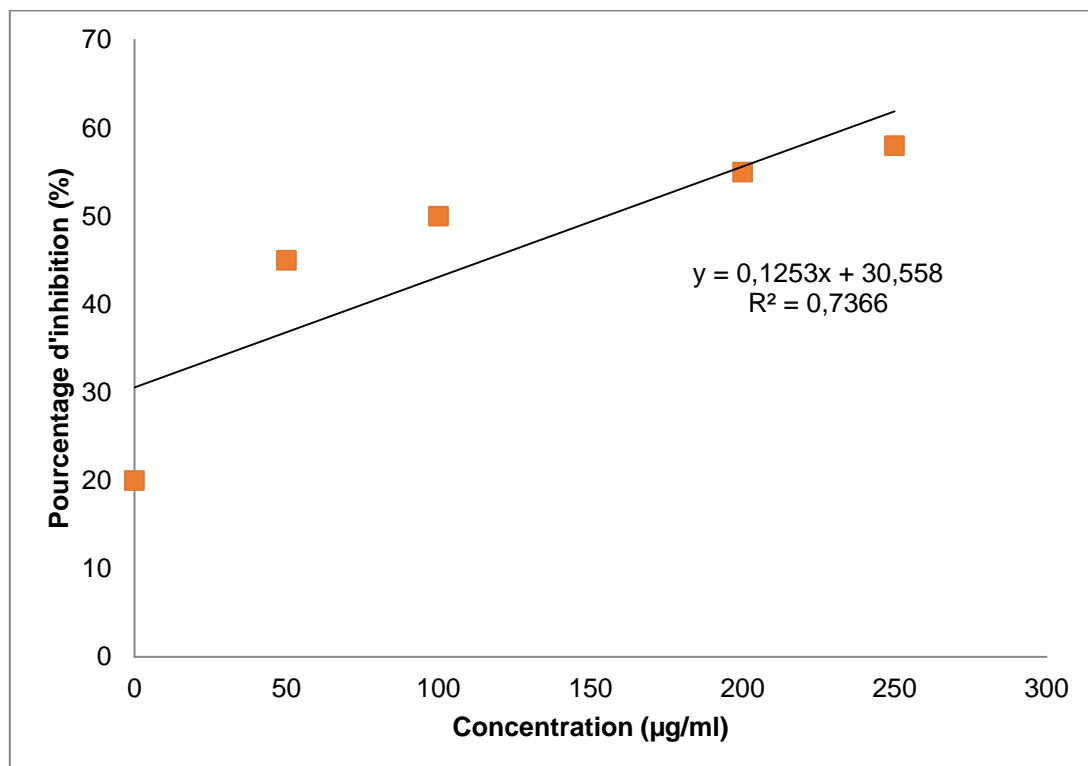


Figure 22 : Courbe d'étalonnage de l'*Urtica dioica*

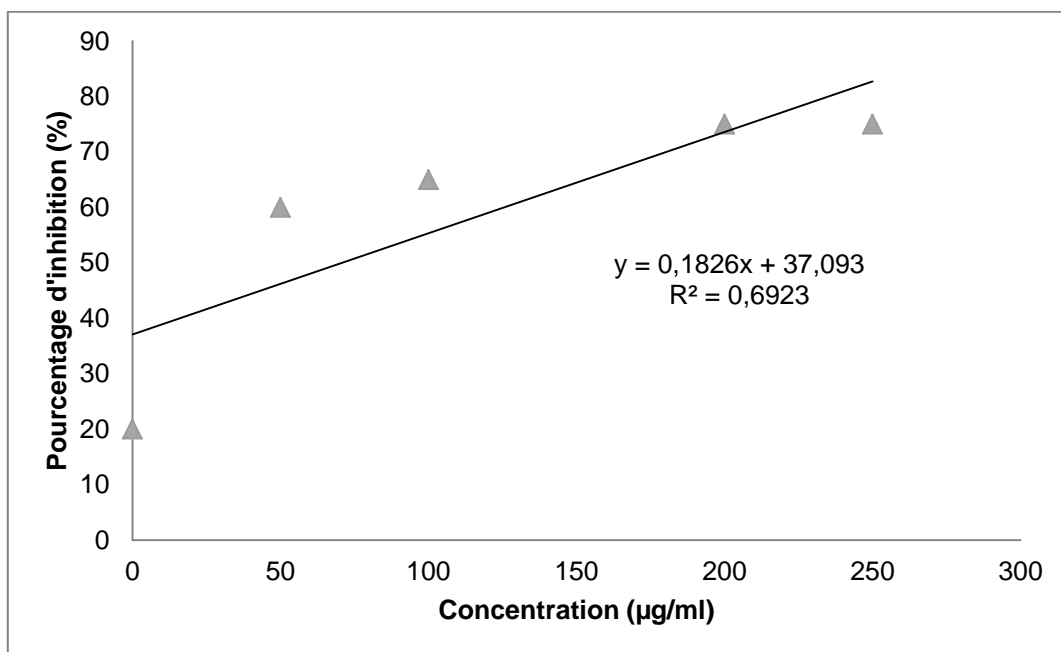


Figure 23 : Courbe d'étalonnage de *Cytisus triflorus*

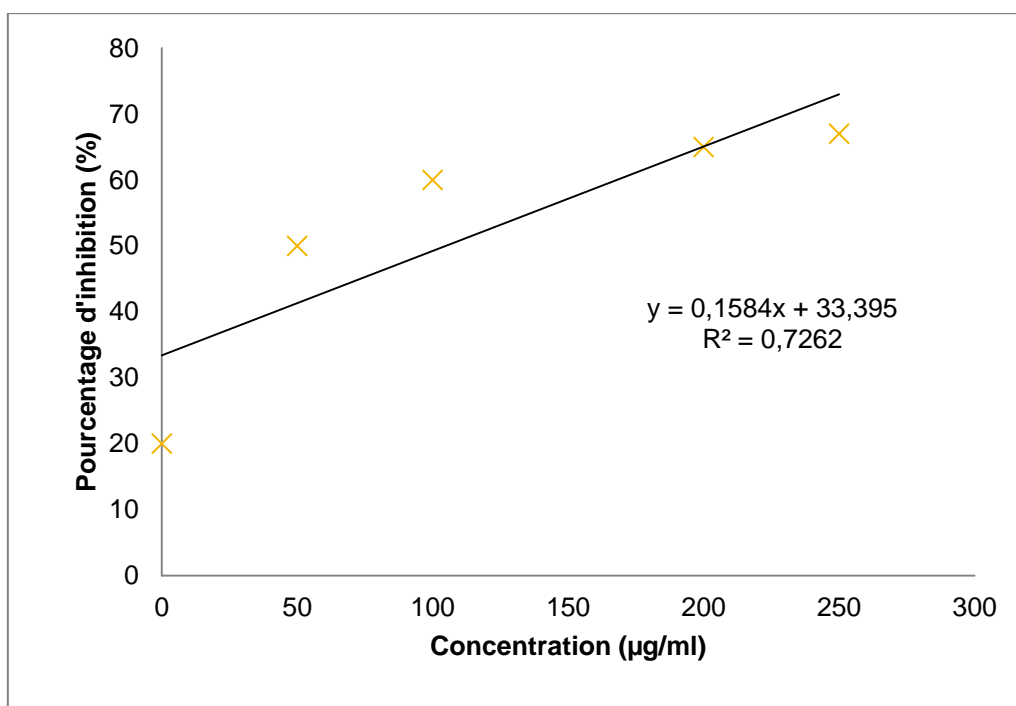


Figure 24 : Courbe d'étalonnage de *Ziziphus lotus*

D'après ces résultats, on remarque que les pourcentages d'inhibition du radical libre des trois plantes étudiées augmentent avec l'augmentation de la concentration. Nos extraits ont une bonne activité antiradicalaire dont ils montrent un effet d'inhibition maximal de 58% pour *Urtica dioica*, 75% pour *Cytisus triflorus* et 67% pour *Ziziphus lotus*, à la concentration 250

µg/ml. Cependant, l'acide ascorbique utilisé comme antioxydant standard a montré un effet maximal de 73% envers le radical DPPH à la même concentration (**Fig. 25**).

Albayrak et al., 2012 ont enregistré un pourcentage d'inhibition n'excédant pas 40% du radical DPPH pour des extraits d'ortie en infusion et en décoction. En Turquie, des chercheurs ont obtenu un pourcentage maximal d'inhibition du radical DPPH de 21.4% à partir de la décoction des feuilles de l'ortie (**Deliorman-Orhan et al., 2012**). Par contre **Kukrića et al. (2012)**, ont noté une bonne activité antioxydante de l'extrait éthanolique d'*Urtica dioica* récoltée Izmir, en Turquie.

La différence du pourcentage de réduction peut être causée par les conditions d'extraction et la nature du solvant utilisé. La décoction peut provoquer une dégradation des composés responsables de l'activité antiradicalaire.

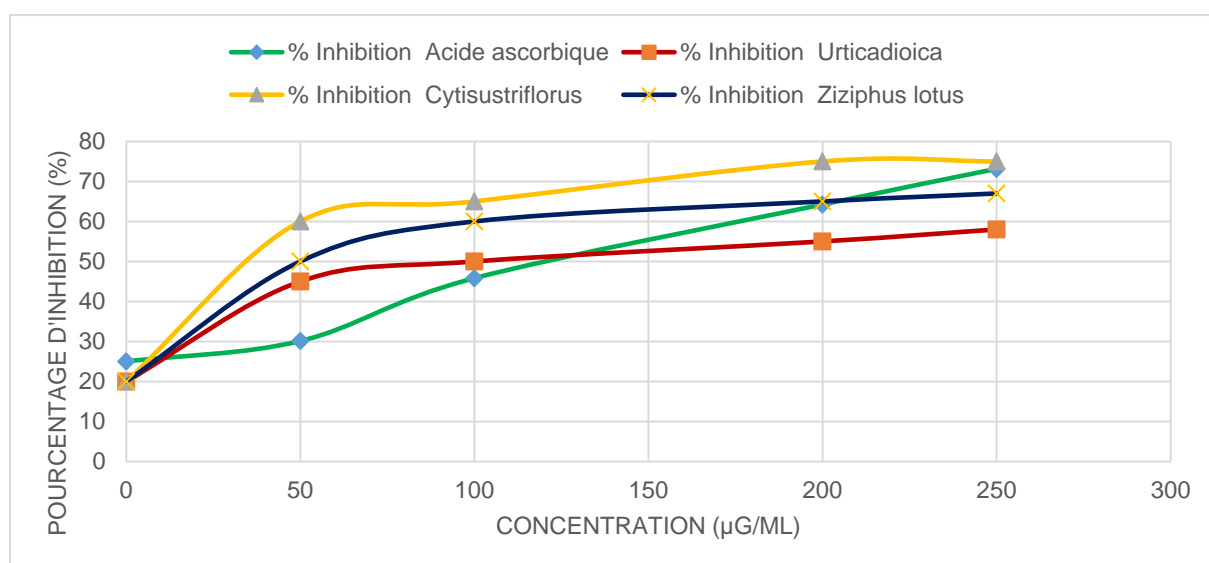


Figure 25 : Courbe des pourcentages d'inhibition

La valeur IC_{50} a été déterminée pour chaque espèce, c'est la concentration de l'échantillon exigé pour donner une diminution de 50% de l'absorbance de la solution contrôle constituée d'éthanol et DPPH. Le **tableau 12** donne les valeurs d' IC_{50} de l'extrait testé et de l'antioxydant standard.

Tableau 12 : Valeurs IC_{50} des extraits polyphénoliques

Espèce	IC_{50} (µg/ml)
<i>Urtica dioica</i>	155.163
<i>Cytisus triflorus</i>	70.684
<i>Ziziphus lotus</i>	104.829

Les résultats montrent des valeurs très intéressantes de l' IC_{50} , pour toutes les plantes étudiées. *Urtica dioica* présente la valeur la plus élevée avec 155.163µg/ml, suivie de *Ziziphus lotus* avec 104.829µg/ml et ensuite *Cytisus triflorus* avec 70.684µg/ml.

Selon la bibliographie, il a été trouvé que les extraits d'Ortie ont des valeurs d'IC₅₀ de 175µg/mL (Nikolova, 2009), 145µg/mL (Semih, 2012) et 105,16 µg/mL (Kataki et al., 2012), ce qui confirme les résultats de nos travaux.

La propriété considérable de notre extrait de *Cytisus triflorus* à piéger des radicaux libres montrés par nos résultats, est attribuée à sa teneur phénolique élevée précédemment identifiée dans la partie rendement des extraits phénoliques. Ces composés sont connus comme substances antioxydantes ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène (Kelly et al., 2002).

Sun et al., 2007 ont montré une meilleure activité antioxydante des extraits méthanoliques chez les feuilles de *Ziziphus lotus* par rapport à l'extrait éthanolique utilisé dans notre travail de recherche.

La capacité de réduction du radical DPPH est probablement liée à la complexité de la composition des extraits en substances polyphénoliques (y compris les tanins et les flavonoïdes), entre lesquelles la synergie peut résulter une meilleure activité antioxydante (Vermerris et Nicholson, 2006).

II-5-2- ACTIVITES ANTIBACTERIENNES

Les tests antibactériens ont été réalisés à partir des extraits des polyphénols et d'alcaloïdes des plantes étudiées : *Cytisus triflorus* (polyphénols et alcaloïdes), *Ziziphus lotus* (polyphénols et alcaloïdes) et *Urtica dioica* (polyphénols) et évalués contre trois souches bactériennes de référence : *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853), *Escherichia coli* (ATCC25922) et *Staphylococcus aureus* (ATCC25923). Les diamètres d'inhibition relatifs aux activités antibactériennes obtenus à différentes concentrations sont illustrés dans le **tableau 13**.

Tableau 13 : Les diamètres d'inhibition bactérienne observée

	<i>Cytisus triflorus</i> (polyphénols)			<i>Cytisus triflorus</i> (alcaloïdes)			<i>Ziziphus lotus</i> (polyphénols)			<i>Ziziphus lotus</i> (alcaloïdes)			<i>Urtica dioica</i> (polyphénols)		
	P.A	S.A	E.C	P.A	S.A	E.C	P.A	S.A	E.C	P.A	S.A	E.C	P.A	S.A	E.C
SM	10	12	11	10	16	11	10	17	12	10	13	11	8	17	11
1/2	10	11	11	10	14	11	9	18	10	10	12	10	8	14	10
1/4	8	11	10	10	12	9	8	15	10	8	10	10	7	15	10
1/8	8	10	8	8	10	8	8	13	8	8	8	9	7	13	9
1/16	7	10	8	8	9	7	7	10	8	6	6	6	6	10	8

Il est important de noter que l'activité antibactérienne dépend de plusieurs facteurs à savoir : les solvants utilisés, la méthode d'extraction, les conditions de séchage et de broyage et la sensibilité des bactéries. Ces conditions affectent le contenu total en métabolites secondaires (Jone et al., 2014).

Les résultats enregistrés ont montré que le DMSO (témoin) ne présente aucun effet sur les souches testées.

L'extrait polyphénolique de *Cytisus triflorus* exerce un effet antibactérien vis-à-vis des souches bactériennes testées *S.aureus*, *P.aeruginosa* et *E.coli* avec des zones d'inhibitions de

10-12mm, 7-10mm et 8-11mm respectivement. Cependant, la souche *P. aeruginosa* est la moins sensible (**Fig.26**).

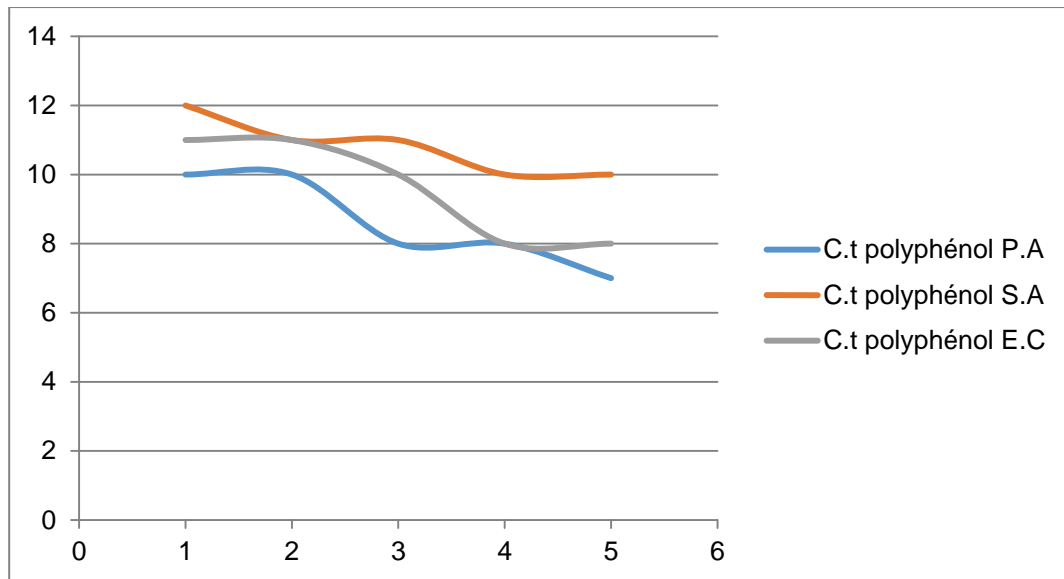


Figure 26 : Diamètres d'inhibition bactérienne des polyphénols de C.T

Concernant les extraits d'alcaloïdes, la totalité des souches bactériennes repiquées avait proliféré avec un diamètre d'inhibition de 8-10mm pour *P.aeruginosa*, 9-16mm pour *S.aureus* et de 7 à 11mm pour *E.coli*. Nos résultats indiquent l'effet bactériostatique des alcaloïdes de *Cytisus triflorus* à différentes concentrations, avec un diamètre maximal de 16mm pour *S.aureus* (**Fig.27**).

Nos résultats viennent consolider ceux rapportés dans la littérature, que les polyphénols de *Cytisus triflorus* montrent une activité antibactérienne très importante, et que la souche de *S.aureus* est plus particulièrement sensible aux composés phénoliques. **Khadri, 2019** a révélé également, l'activité inhibitrice des polyphénols de l'espèce *Cytisus triflorus* sur les souches *E.coli* et *S.aureus*, ce qui confirme nos résultats.

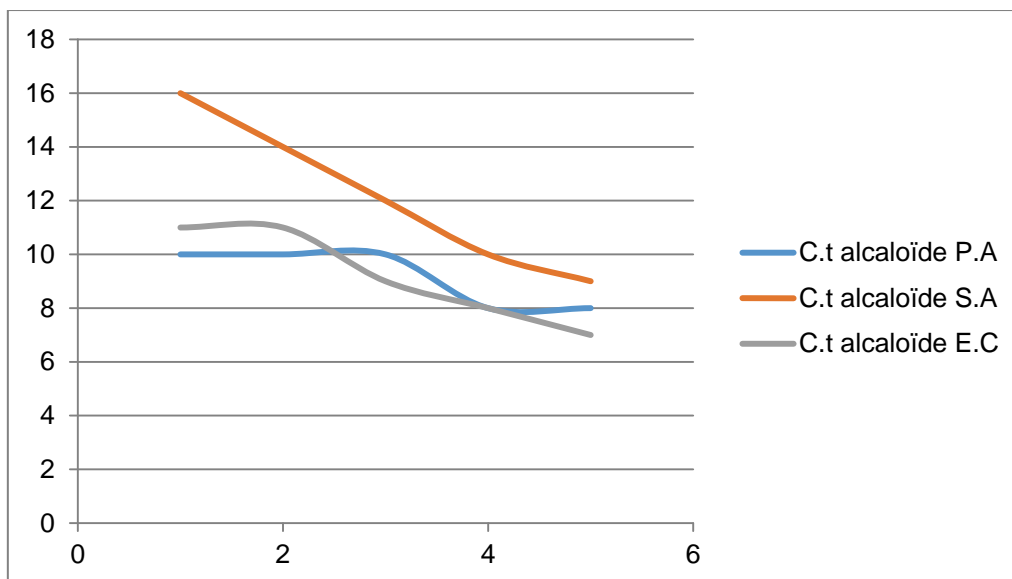


Figure 27 : Diamètres d'inhibition bactérienne des alcaloïdes de C.T

Les résultats obtenus à partir d'extrait polyphénolique de *Ziziphus lotus* ont révélé une activité antibactérienne intéressante pour les souches *S.aureus* et *E.coli* avec une zone d'inhibition de 10-18mm et 8-12mm respectivement et un moyen effet antibactérien sur la souche *P.aeruginosa* avec un diamètre d'inhibition de 7-10mm (**Fig.28**).

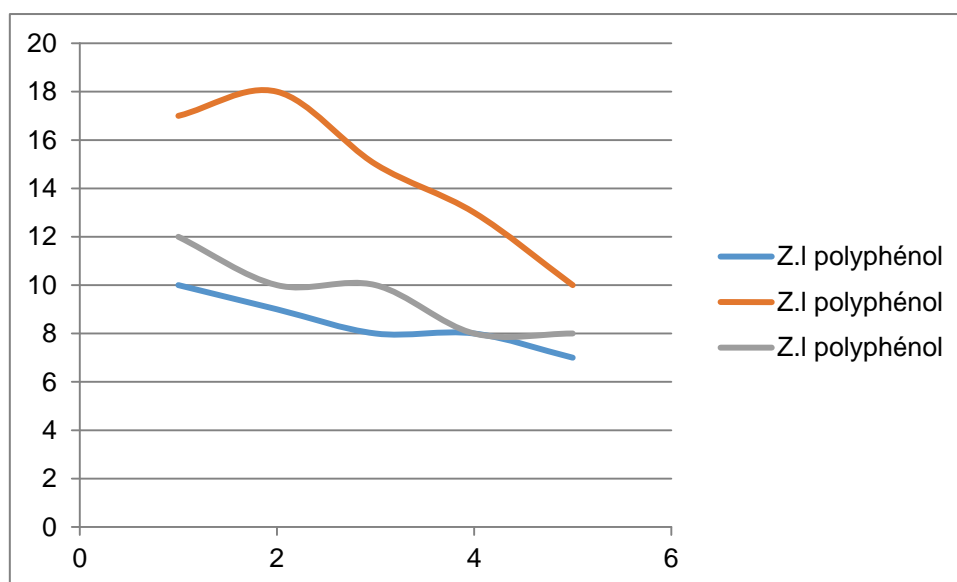


Figure 28 : Diamètres d'inhibition bactérienne des polyphénols de Z.L

Concernant les alcaloïdes, la souche *S. aureus* est la plus sensible par rapport aux deux autres souches testées qui présente un diamètre de 8-13mm Nous remarquons que les concentrations

de 1/16 de l'extrait alcaloïdes ne présentent aucun effet inhibiteur sur les trois souches testées (**Fig.29**).

Les résultats des travaux de **Saiah et al., 2016** ont rapportés une activité antibactérienne importante des extraits phénoliques de *Ziziphus lotus*, avec une zone d'inhibition comprise entre 10-12mm, pour l'ensemble des bactéries testées (*S.aureus*, *P. aeruginosa* et *E.coli*).

Ceci a été également montré par **Bekkar et al. (2021)**, où les extraits des feuilles de *Ziziphus lotus* ont un effet antibactérien important sur *S. aureus* et *E. coli*.

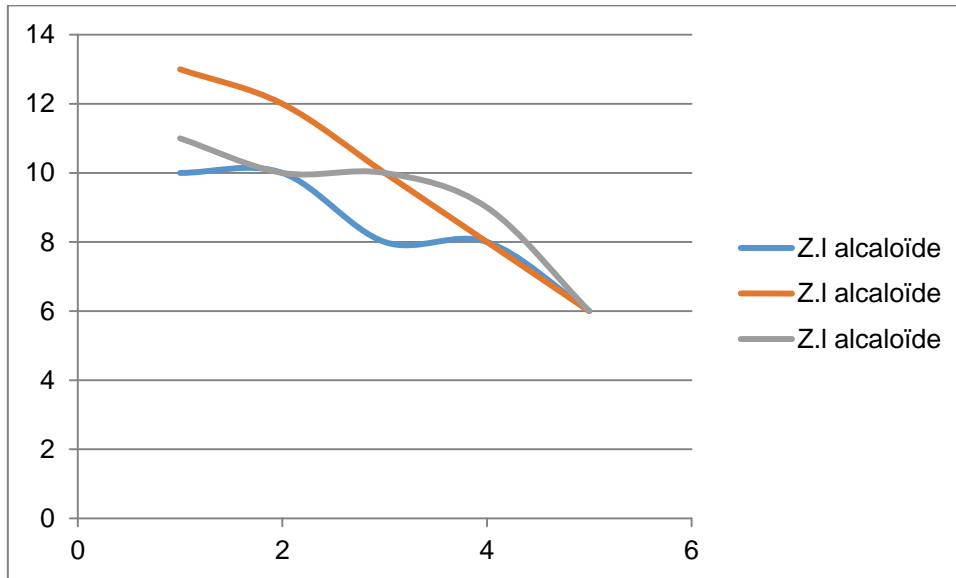


Figure 29 : Diamètres d'inhibition bactérienne des alcaloïdes de Z.L

Selon nos résultats, nous constatons que les polyphénols d'*Urtica dioica* ont une activité inhibitrice contre les souches d'*E. coli* et *S. aureus* avec une zone d'inhibition de 8-11mm et 10-17mm respectivement. Par contre, cet extrait présente un effet inhibiteur très faible sur la souche *P. aeruginosa* avec un diamètre qui ne dépasse pas le 8mm (**Fig.30**).

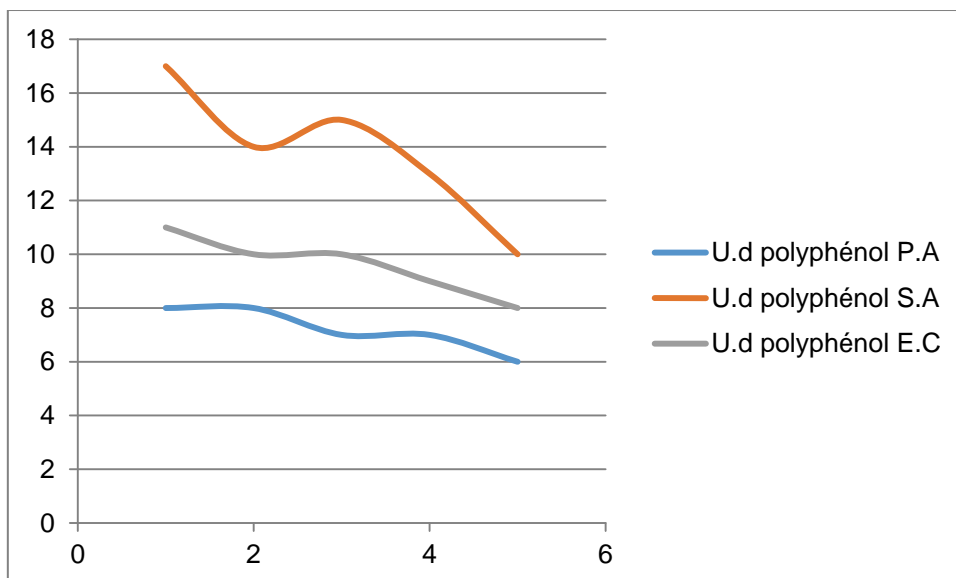


Figure 30 : Diamètres d'inhibition bactérienne des polyphénols d'U.D

La **figure 31** représente des photographies prises au laboratoire pour déterminer le diamètre d'inhibition autour des disques imbibés des différents extraits.

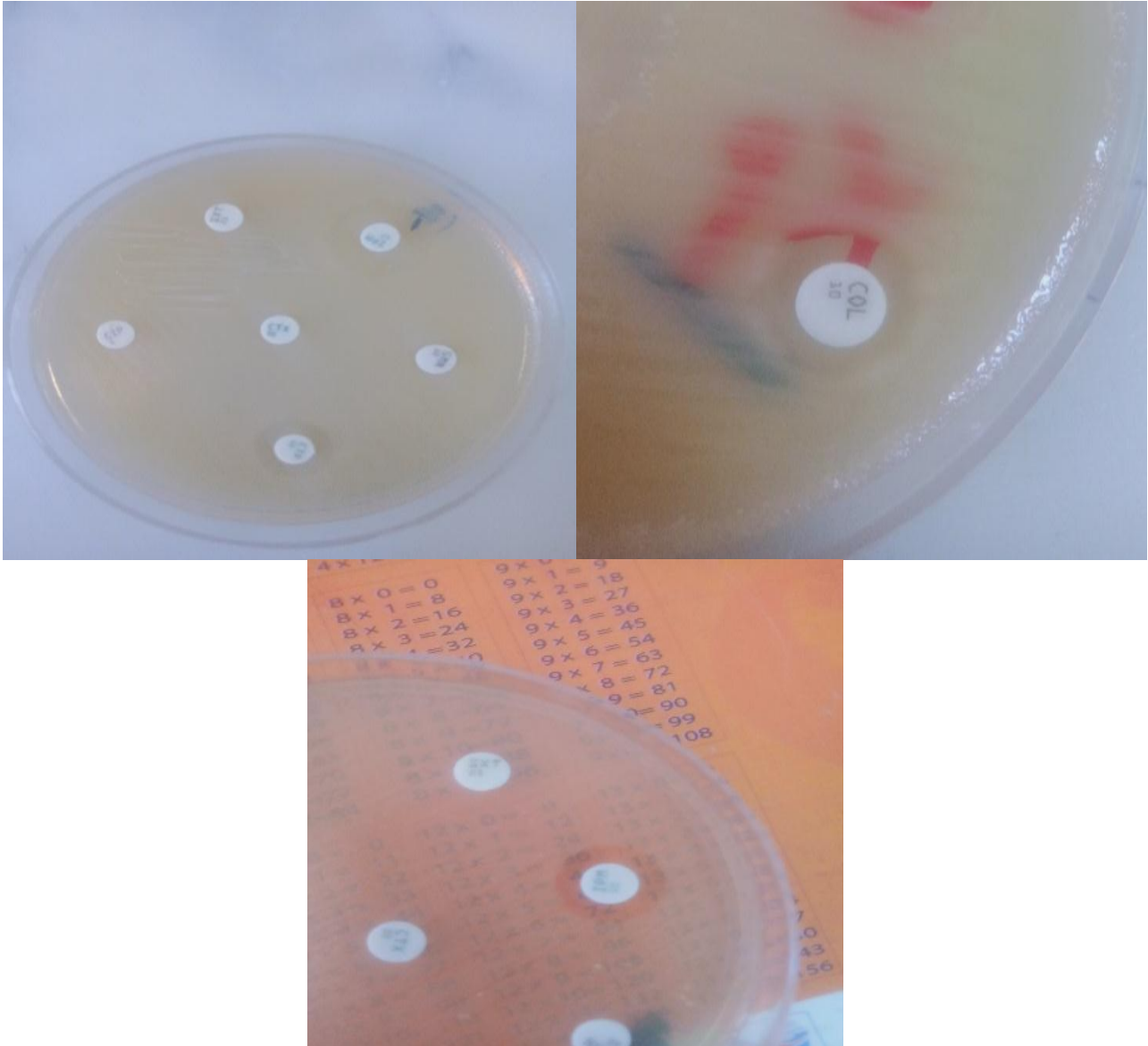


Figure 31 : Les diamètres d'inhibition pour les différents extraits

Nos résultats ont révélé l'existence de composés antibactériens dans presque la totalité des extraits testés et une augmentation de la grandeur des halos autour des disques formés par les microorganismes utilisées (les trois souches bactériennes), en rapport avec la concentration croissante des extraits. Ainsi, les résultats montrent que les extraits testés sont actifs à divers degrés et présentent un effet antibactérien en inhibant la croissance bactérienne *in vitro* selon une relation dose-réponse.

Nous remarquons également que le pouvoir inhibiteur de croissance des polyphénols et d'alcaloïdes varie d'une espèce à une autre. *S. aureus* représente la souche la plus sensible aux extraits naturels. Cette différence de sensibilité des souches bactériennes étudiées, peut être expliquée par le fait que les bactéries Gram- contrairement aux bactéries Gram+ ont une membrane externe phospholipidique riche en lipopolysaccharides qui pourraient fonctionner comme barrière contre n'importe quel entrant (**Inouye et al., 2001 ; Bozin et al., 2006; Lopez et al., 2008**). Quelques composés phénoliques de faible poids moléculaires peuvent adhérer aux bactéries Gram- par fixation aux protéines et aux lipopolysaccharides membranaires à l'aide de leurs groupes fonctionnels (**Dorman et al., 2000**), ce qui perturbe la membrane plasmique et la membrane externe en induisant sa perméabilité et la mort cellulaire (**Wang et al., 2012**).

Les alcaloïdes sont rapportés comme les ingrédients les plus actifs, auxquels les activités antimicrobiennes de nombreuses espèces végétales sont attribuées (**Harrison et Bratel, 2006**). **Hadi et Bremner (2001)** ont démontré que les feuilles de différentes espèces de plantes contiennent des alcaloïdes antibactériens ; parmi ces derniers les alcaloïdes de classe isoquinoléine et la berbérine, qui sont considérés contributeurs principaux à cette activité. Ces composés sont actifs contre un certain nombre de bactéries Gram+ et Gram- (**Scazzocchio et al., 2001**), retrouvés généralement dans les feuilles de *Cytisus triflorus* (**Bugherara, 2016**). **Fettah (2019)**, a signalé que les alcaloïdes quinolizidiniques pur montrent des effets bactériostatiques contre *E. coli* et *S. aureus*. La spartéine appartenant à cette classe d'alcaloïdes, représente l'alcaloïde majoritaire dans le genre *Cytisus*, prouvant sa grande activité bactéricide.

COCLUSION GENERALE



Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Ce travail de recherche a pour but principal de recenser des plantes médicinales et d'entreprendre une enquête ethnobotanique qui a été effectuée au niveau de la région de Séraïdi (Wilaya d'Annaba, Nord Est Algérien), relative à l'utilisation traditionnelle des plantes médicinales à intérêt antiviral par la population riveraine, nous a apporté des informations très considérables pouvant être exploiter dans le domaine de la valorisation des plantes médicinales ayant des activités antivirales. Une nombre de 33 espèces ont été identifiées par les guérisseurs, les herboristes, les coopératives des femmes rurales ainsi que la population locale, comme étant des plantes médicinales utilisées pour leurs activités antivirales ainsi que d'autres intérêts thérapeutiques.

Après avoir sélectionner puis récolté les matériels végétaux, un screening phytochimique réalisé, a mis en évidence la richesse de *Cytisus triflorus* en composés phénoliques (flavonoïdes, tanins, anthocyanes, quinones), composés terpéniques (saponosides, cardénolides, stérols et triterpènes), en composés azotés (alcaloïdes), *Ziziphus lotus* en composés phénoliques tel que les flavonoïdes, anthocyanes, les composés terpéniques tel que les saponines, tanins, cardénolides, stérols et triterpènes et les composés azotés qui sont les alcaloïdes ainsi que la richesse d'*Urtica dioica* en composés phénoliques tel que les flavonoïdes, anthocyanes et tanins et les composés terpéniques tels que les saponosides, cardénolides, huiles essentielles, stérols et triterpènes.

Le test du radical DPPH exercé sur les plantes étudiées a montré qu'il y a une bonne corrélation entre le profil en phénols totaux et l'activité antioxydante des extraits de plantes suggérant ainsi que les composés phénoliques sont bien responsables de l'activité antioxydante de ces extraits.

L'effet antibactérien des extraits des polyphénols et d'alcaloïdes de C.T, U.D et Z.L est mis en évidence par la méthode des disques, en présence de trois espèces bactériennes pathogènes : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Les résultats ont montré une activité inhibitrice de croissance bactérienne modérée qui varie d'une espèce à une autre, cette différence de sensibilité peut être expliquée par le fait que les bactéries à Gram- sont censées être plus résistantes que les bactéries à Gram+ et par la nature des composés contenus dans les espèces végétales.

Afin d'approfondir les aspects entrevue dans ce travail, un certain nombre de perspectives peuvent être envisagées :

- L'exploration de l'activité antivirale de ces plantes médicinales pourrait être réalisée.
- Déterminer les fractions les plus actives et éventuellement de caractériser les molécules responsables de activités biologiques.
- Elargir le panel des micro-organismes en testant la sensibilité des autres espèces bactériennes et champignons...
- Evaluation de l'activité antibactérienne et antioxydante in vivo sur un modèle biologique.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Aboudou A.D. and Koffi K. (2021). Enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales utilisées dans la prise en charge traditionnelle des maladies infectieuses dans la région sanitaire Lomé-Commune du Togo. *European Scientific Journal, ESJ*, 17(21) : 46 – 58.
- 2- ADESOKAN A. A., AKANJI M.A., and YAKUBU M.T, (2007). Antibacterial potentials of aqueous extract of *Enantia chlorantha* stem bark, *African Journal of Biotechnology*, 6 (22), pp: 2502 - 2505.
- 3- Agaie B, Onyeyili P, Muhammad B, Landan M. 2007. Some toxic effects of aqueous leaf extract of *Anogeissus leiocarpus* in rats. *Journal of Pharmacology and Toxicology*, 2: 396-401.
- 4- Ait-KaciAourahoun K., Fazouane F. and Benayache S. (2015). Pharmacological potential of *Cytisustriflorus* l'Hérit. extracts as antioxidant and anti-inflammatory agent. *Der Pharmacia Lettre*. 7(5), 104- 110.
- 5- Ali N.A.A., Julish W.D., Kusunick C. and Lindesquist U. (2001) Screening of yamani medicinal plant for antibacterial and cytotoxic activities. *Journal of Ethnopharmacology*. Pp173-179.
- 6- Angiosperm Phylogeny Group, « An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III », Botanical Journal of the Linnean Society, Wiley-Blackwell, Linnean Society of London et Oxford University Press, vol. 161, n° 2, 2009, p. 105–121 (ISSN 0024-4074 et 1095 8339, DOI 10.1111/J.1095-8339.2009.00996.X).
- 7- Anusuya N. and Manian S. (2013). Antioxidant and free radical scavenging potential of different solvent extracts of *Indigoferatinctoria* l. leaves. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceu*.
- 8- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. The Angiosperm Phylogeny Group. The Linnean Society of London, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2016. DOI: 10.1111/boj.12385
- 9- Anyinam C. (1995). Ecology and ethnomedicine : exploring links between current environmental crisis and indigenous medical practices. *Soc. Sci. Med.* 40(3) : 321-329. DOI : [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(94\)E0098-D](https://doi.org/10.1016/0277-9536(94)E0098-D).
- 10- Aribi I., (2013) Etude ethnobotanique de plantes médicinales de la région de Jijel : étude anatomique, phytochimique, et recherche d'activités biologiques de deux espèces. Mémoire de magister, Univ. Houari Boumediène (USTHB), Algé, pp. 69-71.

- 11- Athanasia I. Kasouni, Theodoros G. Chatzimitakos, Constantine D. Stalikas, Theoni Trangas, Alexandra Papoudou-Bai and Anastassios N. Troganis, (2021). The Unexplored Wound Healing Activity of *Urtica dioica* L. Extract: An In Vitro and In Vivo Study, *Molecules* 2021, 26, 6248. Greece.
- 12- Auvray G. and Malécot V. (2013). A revision of *Cytisus* sections *alburnoides*, *spartopsis* and *verzinum* (genisteae, fabaceae). *Edinburgh Journal of Botany*. 70, 61-120.
- 13- Baba Aissa, F.(1999). *Encyclopédie des plantes utilisées. Flore d'Algérie et du Maghreb – Substance végétale*, Edition Librairie Moderne, Rouiba, p. 145.
- 14- Bakiri N., Bezzi M., Khelifi L., Khelifi-Slaoui M. (2016). Enquête ethnobotanique d'une plante médicinale *Peganum harmala* L., dans la région de M'sila, *Revue Agriculture. Numéro spécial 1* : 38 – 42.
- 15- Bayer, E., and Butter, K.(2000). *Guide de la flore méditerranéenne* p. 280.
- 16- Bediaga M., 2011.- Étude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia* (Smith) une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Thèse de doctorat. Université de Bamako, Mali. p 1.
- 17- Belhaj S. et Zidane L. (2021) Medicinal plants used to boost immunity and decrease the intensity of infection caused by SARS-COV-2 in Morocco. *Ethnobotany Research and Applications*, 21 : 1-17. <https://doi.org/10.32859/era.21.41.1-17>
- 18- Belaïche. P, 1979 - *Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie*. Tome 1, Ed., Maloine, Paris, 9-20.
- 19- BELHOUCHE A. & Rabie. B.E.L.G.A.C.E.M, 2021 Screening phytochimique et activités biologique de l'*artemisiaabsinthium*(Doctoral dissertation, université Larbi Tébessi Tébessa).
- 20- Bekkar et al., 2021. PHENOLIC COMPOSITION, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF *ZIZYPHUS LOTUS* L. AND *RUTA CHALEPENSIS* L. GROWING IN MASCARA (WESTERN ALGERIA), DOI: 10.15414/jmbfs.3004, p:06.
- 21- Benarba B., Belabid L., Righi K., Bekkar A., Elouissi M., Khaldi A., Hamimed A., 2015.- Ethnobotanical study of medicinal plants used by traditional healers in Mascara (North West of Algeria), *Journal of Ethnopharmacology*, 175; 626-637.
- 22- Benabderrahmane Wassila. Etude phytochimique et pharmacologique de *Crataegus oxyacantha* L. (Rosaceae) et *Cytisus triflorus* L'Her. (Fabaceae). Thèse. Université Frères Mentouri Constantine, 2019, 225p.

- 23- Benhammou, N., Atik Bekkara, F. et Kadifkova, P. (2007). Antiradical capacity of the phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* L. and *Pistacia atlantica* Desf, *Advances in Food Sciences*, 29(3), 155-161.
- 24- Benkhniq O., Zidane L., Fadli M., Elyacoubi H., Rochdi A. et Douira A. (2010-2011). Ethnobotanical study of medicinal plants in the Mechraâ Bel Ksiri region of Morocco. *Acta Bot. Barc.* 53 : 191 – 216.
- 25- Benlamdini N., Elhafian M., Rochdi A. et Zidane L. (2014) Etude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulouya). *Journal of Applied Biosciences*, 78:6771 – 6787.
- 26- Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z., Boucherit, K., 2014. Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. *Phytothérapie* 12(6): 364–371.
- 27- Bladt, S. (2009). *Plant Drug Analysis: A thin layer chromatography atlas*: Springer Science & Business Media.
- 28- Bigendako-Polygenis, M.J. et Lejoly, J. (1990). La pharmacopée traditionnelle au Burundi. *Pesticides et médicaments en santé animale. Pres. Univ. Namur.* 425-442.
- 29- Bonnaille C., Salacs M., Vassiliova E., & Saykova I. (2012). Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L.).
- 30- Borgi W., Ghedira K., Chouchane N. (2007(a)). Antiinflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. *Fitoterapia*.78:16-19.
- 31- Botineau, M. 2010. *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. TEC and DOC Lavoisier, Paris.
- 32- Bouafia M., Amamou F., Gherib M., Benaïssa M., Azzi R. and Nemmiche S. (2021). Ethnobotanical and ethnomedicinal analysis of wild medicinal plants traditionally used in Naâma, southwest Algeria. *Vegetos*, 34 : 654 – 662. DOI <https://doi.org/10.1007/s42535-021-00229-7>.
- 33- Bouayyadi L, El Hafian M, Zidane L. 2015. Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale dans la région du Gharb, Maroc. *Journal of Applied Biosciences* 93:8760-8769.
- 34- Boughendjioua H., Aiouaz S., Medkour L., Meramria M. et Metnani Z. (2022) Chemical Composition (a New Chemotype) of Algerian Mugwort (*Artemisia Herba-Alba* Asso) Essential Oil and His Possible Potential Against COVID-19. HERMED-D-22-00266. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4085464>.

- 35- Boughrara, B. (2016). Inventaire et étude ethnobotanique et chimique des plantes à intérêts thérapeutique et nutritif du Parc national El- kala. Thèse de Doctorat en Phytochimie, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 144p.
- 36- Boulanouar, B. and Gherib, A. (2014). Activités antioxydantes des polyphenols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle d'Algérie. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 9(1): 167-172.
- 37- Hamel T. et Boulemtafes A. (2017a) Plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien), *Livestock Research for Rural Development*, 29 (9) : 1-13.
- 38- Boulila A., Mattoussi K. , M'rabet Y., Boussaid M., 2015, Determination of phytochemicals and antioxidant activity of methanol extract sobtained from the fruit and leaves of Tunisian *Lycium tricatatum* Boiss, *food chemistry* 2015, 174 : 577-584.
- 39- Bouquet, A. (1972), travaux et documents de l'ORSTOM, N°13, Paris.
- 40- Bourgou, S., Beji, R. S., Medini, F., & Ksouri, R. (2016). Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia*. *Journal of New Sciences*, 28.
- 41- Boutabia L., Telailia S. et Menaâ M. (2011). Utilisations thérapeutiques traditionnelles du *Marrubium vulgare* L. par les populations locales de la région de Haddada (Souk Ahras, Algérie)
- 42- Bouzid-Ouelaa S. (2019). Caractérisation et écologie des peuplements d'Amphibiens dans le Nord-Est Algérien. Thèse de Doctorat Es-Sciences, option : Biodiversité, évolution et écologie de la santé, Université Badji Mokhtar –Annaba-
- 43- Bozin, B., Mimica-Dukic N., Simin, N. et Anackov, G. (2006). Characterization of the volatile composition of essential oil of some lamiaceae species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. *J. Agric. Food Chem.* 54: 1822-1828.
- 44- Brahim Harkati, (2011). Valorisation Et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille asteraceae: *Scorzonera Undulata*. Doctorat En Sciences UNIVERSITE MENTOURI-CONSTANTINE.
- 45- Brahmî F., Iblhoulén Y., Issaadi H., Elsebaï M.F., Madani K. et Boulekbache-Makhlouf L. (2022). Ethnobotanical survey of medicinal plants of bejaia localities from algeria to prevent and treat coronavirus (COVID-19) infection shortened title: phytomedicine to manage COVID-19 pandemic. *ADV TRADIT MED (ADTM)* (2022). <https://doi.org/10.1007/s13596-022-00649-z>.

- 46- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 28, 25-30.
- 47- Bruneton J., 1999. - « Pharmiognosie , phytochimie » Plantes médicinales, 2eme éd.: Éditions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, Paris, p 1120.
- 48- Bruneton J ; (2009). pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Lavoisier technique et documentation. Paris, 4eme Edition.
- 49- Chermat S. et Gharzouli R. (2015). Ethnobotanical Study of Medicinal Flora in the North East of Algeria - An Empirical Knowledge in Djebel Zdim (Setif). *Journal of Materials Science and Engineering A*, 5 (1-2) : 50-59. DOI:[10.17265/2161-6213/2015.1-2.007](https://doi.org/10.17265/2161-6213/2015.1-2.007).
- 50- Chraïbi M., Fikri-Benbrahim K., Amrani M., Farah A., Bari A. et Benziane Ouaritini Z. (2018). Etude ethnobotanique sur l'utilisation de *Mentha pulegium*, *Mentha piperita* et *Pelargonium graveolens* au Nord du Maroc (Taounate) et évaluation de leur pouvoir antimicrobien. *European Scientific Journal*. 14(24) : 113-133. DOI : <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n24p113>.
- 51- Claudine, R. (2007). Le nom de l'arbre : le gnenadier, le caroubier, le jujubier, le pistachier et l'arbousier. Actes sud le Majan, 1er Edition. France.45-62.
- 52- Cook, N.C. et Samman, S. (1996). Flavonoids: chemistry, metabolism, cardioprotective effects and dietary sources. *J.Nutr Biochem*, 7(2): 66 76.
- 53- Cragg, M. G. and Newman, J.D. (2002). Drugs from nature : past achievements, future prospects. *Ethnomedicine and Drug Discovery*. Iwu M, Wootton J (Eds). Elsevier, New York, USA, 23–37. DOI : 10.1016/S1572-557X(02)80010-1.
- 54- Cronquist A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia university, p. 1256.
- 55- Da O, Coulibaly MT, Ouédraogo J, Yaro B, Yerbanga R, Kini F, Koama B, Dakuyo Z, Nikiema J, Ouédraogo G. 2015. Phytochemical screening of Saye, a traditional herbal remedy for malaria. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(6): 2940-2946. DOI: 10.4314/ijbcs.v9i6.33.
- 56- Daaboul I. (2004). La chimie des produits naturels (partie théorique). Publications Université d'Alep, page 327.
- 57- Dehmlow, E. V., Guntenhöner, M., & Van Ree, T. (1999). A novel alkaloid from *Fluggea virosa* : 14, 15-epoxynorsecurinine. *Phytochemistry*, 52(8), 1715-1716. 91.

- 58- Delahaye, J. (2015). Utilisations de l'ortie- *Urtica dioïca* L. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Rouen UFR de médecine et de pharmacie, 227p.
- 59- Delamarck, M. et Decandolle, M. (1992). Flore Française, ou description Succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France. 3éd. Paris. P. 501-503.
- 60- Derache, R.G. (1986). Toxicologie et sécurité des aliments. Ed. Lavoisier, 08.
- 61- Derwich E., Benziane Z. et Boukir A., (2010). GC/MS Analysis and antibacterial activity of the essential oil of *Mentha pulegium* grown in Morocco; Res. J. Agric. & Biol. Sci., 6 (3):pp:191-198.
- 62- Dewanto, V.; Wu, X.; Adom, K.K. and Liu, R.L. (2002). Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(10): 3010-3014.
- 63- Didem Deriorman-Orhan, Ozçelik, Berrien, Hosbas, Sanem, Vural, Mecit (2012). Assessment of antioxidant, antibacériel, antimicrobacterial, and antifungal activities of some plants used as folk remedies in Turkey against dermatophytes and yeast-like fungi, Turkish journal of biology. vol.36:No.6, article 8.
- 64- Dieye P.I. et Sarr S.O. (2021) Lutte contre la COVID-19 : la phytothérapie africaine au secours de la médecine moderne en panne. Afrique SCIENCE, 18(3) :13 – 21.
- 65- Ditta C.D., Gueye M. et Akpo L. E. (2013). Les plantes médicinales utilisées contre les dermatoses dans la pharmacopée Bainouk de Djibonker, région de Ziguinchor (Sénégal). Journal of Applied Biosciences, 70:5599– 5607.
- 66- Djenane, D., Gómez, D., Yangüela, J., Roncalés, P. & Ariño, A. (2019a). Olive leaves extract from Algerian oleaster (*Olea europaea* var. *sylvestris*) on microbiological safety and shelf-life stability of raw Halal minced beef during display. Foods. 8(1), 10; <https://doi.org/10.3390/foods8010010>.
- 67- Djenane, D., Aboudaou, M., Ferhat M. A., Ouelhadj, A. & Ariño, A. (2019b). Effect of the aromatisation with summer savory (*Satureja hortensis* L.) essential oil on the oxidative and microbial stabilities of liquid whole eggs during storage. Journal of Essential Oil Research.
- 68- Dohou N., 2004. - Approche floristique, ethnobotanique, phytochimique et étude de l'activité biologique de thymeleae lythroïdes, thèse de doctorat, Maroc, 59 p.
- 69- Dongock DN, Bonyo AL, Mapongmestem PM, Bayegone E. 2018. Etude ethnobotanique et phytochimique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires à Moundou (Tchad). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12(1): 203-216. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i1.16.

- 70- Dorman, H.J.D. et Deans, S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*. 88(3): 308-316.
- 71- Dougnon V., Legba B., Yadouléton A., Agbankpe J., Koudokpon H., Hounmanou G., Amadou A., Fabiyi K., Assogba P., Hounsa E., Aniambossou A., Déguenon E., De Souza M., Bankolé H.S., Dougnon J. et Baba-Moussa L. (2018). Utilisation des plantes du Sud-Bénin dans le traitement de la fièvre typhoïde : rôle des herboristes. *Ethnopharmacologia*, 60 (11) : 60-74.
- 72- Draghi, F. (2005). L'Ortie dioïque (*Urtica dioica* L.) : étude bibliographique. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Henri Poincaré Nancy, 89p.
- 73- El Amrani F, Rhallab A, Alaoui T, El Badaoui K, Chakir S. (2010). Étude ethnopharmacologique de quelques plantes utilisées dans le traitement du diabète dans la région de Meknès-Tafilalet (Maroc). *Phytothérapie* 8:161-165.
- 74- El Hafian M, Benlamdini N, Elyacoubi H, Zidane L et Rochdi A. (2014). Étude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales utilisées au niveau de la préfecture d'Agadir-Ida-Outanane (Maroc). *Journal of Applied Biosciences* 81:7198-7213.
- 75- El Hilah F, Ben Akka F, Dahmani J, Belahbib N. et Zidane L. (2015). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système respiratoire dans le plateau central marocain. *Journal of Animal & Plant Sciences* 25(2):3886-3897.
- 76- Erdemoglu, N., Ozkan, S., & Tosun, F. (2007). Alkaloid profile and antimicrobial activity of *Lupinus angustifolius* L. alkaloid extract. *Phytochemistry reviews*, 6(1), 197-201.
- 77- Fettah, A. (2019). Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydanteantibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. sous espèce *Thymoïdes* de la région Beni Souik, Biskra. UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA.
- 78- Fouedjou R.T., Chtita S., Bakhouch M., Belaidi S., Ouassaf M., Djoumbissie L.A., Tapondjou L.A and Qais F.A. (2021) Cameroonian medicinal plants as potential candidates of SARS-CoV-2 inhibitors. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*. DOI: [10.1080/07391102.2021.1914170](https://doi.org/10.1080/07391102.2021.1914170).
- 79- Gandonou DC, Ahissou H, Tokoudagba J-M, Dansou C. 2017. Ethnobotanical, phytochemical and toxicity analysis of a Beninese antihypertensive plant: *Lippia multiflora*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(4): 1816-1828.

- 80- Ghedira, K., Goetz, P., et Le Jeune, R. (2009). *Urtica dioica* L., *Urtica urens* et/ou hybrides (Urticaceae). *Phytothérapie*, 7(5), 279.
- 81- Girault M., Bourgeon J., 1971 - Les cahiers de biothérapie, 29: 4-5.
- 82- Gulcin, I., Huyut, Z., Elmastas, M. et Aboul-Enein, HY. (2010). Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry* 3: 43-53.
- 83- Hadi, S., Bremner, J.B., 2001. *Molecules* 6, 117.
- 84- Hamdani F.Z. et Houari N. (2020) *Phytothérapie et Covid-19. Une étude fondée sur une enquête dans le nord de l'Algérie. Phytothérapie*, 18(5)248 – 254. DOI <https://doi.org/10.3166/phyto-2020-0241>.
- 85- Hamel T. (2013) *Contribution à l'étude de l'endémisme chez les végétaux vasculaires dans la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien)*, Thèse de Doctorat, Université Annaba, Algérie, 238 p.
- 86- Hamel T. et Boulemtafes A. (2017a) *Plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien)*, *Livestock Research for Rural Development*, 29 (9) : 1-13.
- 87- Hamel T, Sadou N, Seridi R, Boukhdir S, Boulemtafes A. (2018). *Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'Edough (nord-est algérien)*. *Ethnopharmacologia* 59:65-71.
- 88- Haoud K., Mellali S. (2021) *La phytothérapie et les produits naturels au secours de la médecine conventionnelle dans le traitement et la prévention de la COVID-19*. *Algerian Journal of Health Sciences*. 3(3), 79-87.
- 89- Harborne, J.B; (1984). *Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis*. London ; New York : chapman and Hall. ISBN: 0412255502.
- 90- Harborne J.B. (1998). *Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plants analysis (3rd ed.)* Landon: chapman & Hall. ISBN:0412572702.
- 91- Harrar, A. (2012). *Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus L.* Thèse de magister en Biochimie et physiologie expérimentale. Université FERHAT Abbas-SETIF.
- 92- Harrison, A.P., Bartels, E.M., 2006. *Am. J. Pharm. Toxicol.* 1 (2), 26. Hess, S.C., Brum, R.L., Honda, N.K., Cruz, A.B., Moretto, E., Cruz, R.B., Messana, I., Ferrari, F., Filho, V.C., Yunes, R.A., 1995. *J. Ethnopharmacol.* 47, 97.
- 93- Hayashi, K., Huang, H., Hiraoka, N. et Ikeshiro, Y. (1997). Inhibitory activity of soyasaponin II on virus replication in vitro. *Planta Med.* 63(2), 102-105.

- 94- Helali A., Mokhtari C., Ghoul M. et Belhadef M.S. (2020) Prévenir l'infection par le COVID-19 : Quelle place pour les plantes médicinales selon la population algérienne ? Algerian journal of pharmacy. 3(1) : 2602 – 2795.
- 95- Henry N. Le HoueH rou, (2001). Biogeography of the arid steppeland north of the Sahara. Journal of Arid Environments. 48: pp:103–128.
- 96- Hseini S. et Kahouadji A., (2007) Etude ethnobotanique de la flore médicinale dans la région de Rabat (Maroc occidental). LAZAROA 28: 79-93.
- 97- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L; (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of agricultural and food chemistry, 53, 1841-1856.
- 98- Inouye, S., Takazawa, T. et Yamaguchi, H. (2001). Antimicrobial activity of the essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. Journal of Antibacterial Chemotherapy. 47: 565-573.
- 99- Jdaidi N. et Hasnaoui B. (2016). Etude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales au nord-ouest de la Tunisie: cas de la communauté d'Ouled Sedra. Journal of Advanced Research in Science and Technology 3(1):281-291.
- 100- Jones M., Ying J., Huttner B., Evans M., Maw M., Nielson C., Rubin M.A., Green T., Samore M.H. (2014). Relationships between the importation, transmission, and nosocomial infections of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: an observational study of 112 Veterans Affairs Medical Centers. Clinical infectious diseases. 58(1), 32-39.
- 101- Josephine Kasolo, Gabriel S. Bimenya, Lonzy Ojok, Joseph Ochieng, Jasper W. Ogwal-Okeng. (2010). Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 4(9), pp. 753-757. Doi: 10.5897/JMPR10.492.
- 102- Kadri, S. (2019). Evaluation de l'activité antibactérienne, anti-oxydante et cicatrisante des brûlures thermiques des composés phénoliques extraits de la plante médicinale *Cytisus triflorus* de l'Est Algérien. Thèse de doctorat en Biochimie Appliquée, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 91p.
- 103- Kang MS, Oh JS, Kang IC, Hong SJ, Choi CH. Inhibitory effect of methyl gallate and gallic acid on oral bacteria. Journal of Microbiology 2008; 46:744- 750.
- 104- Katakaki M.S., Murugamani V., Rajkumari A., Mehra S.P., Awasthi D., Yadav R.S. (2012). Antioxidant, Hepatoprotective and Anthelmintic Activities of Methanol Extract of *U. dioica* L. Leaves. Pharmaceutical Crops. 3: 38-46.

- 105- Kavalali, G. (2003). *Urtica: therapeutic and nutritional aspects of stinging nettles*. Londres. Taylor & Francis, New York, 83p.
- 106- Kelly, E. Heim., Anthony, R., Tagliaferro., Dennis, J. et Bobilya, G .(2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 572–584.
- 107- Kerwin, S. M. (2004). Soy saponins and the anticancer effects of soybeans and soy-based foods. *Current Medicinal Chemistry - Anti-cancer agents*, 4, 263-272.
- 108- Khadraoui A, Hachama K, Khodja M, Khelifa A, Mehdaoui R, Harti H, Abid S, Agnieszka Najda B, Chahboun N. 2015 . Extraction study and the antibacterial activity of phenol and flavonoid contents in *Mentha pulegium* L. from Algeria. *Journal of Materials and Environmental Science*. 6(9), 2501-2508.
- 109- Khadri Sihem. Evaluation de l'activité antibactérienne, anti-oxydante et cicatrisante des brûlures thermiques des composés phénoliques extraits de la plante médicinale *Cytisus triflorus* de l'Est Algérien. Thèse. Université Badji Mokhtar Annaba, 2019, 76p.
- 110- Kolesnikov, M.P. et Gins, V.K. (2001). Phenolic substances in medicinal plants. *Appl. Biochem. Micro*, 37 (4): 392-399.
- 111- Koné D. (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes : extraction, identification d'alcaloïdes - caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. *Biologie végétale*. Université Paul Verlaine - Metz, 2009. Français. NNT : 2009METZ014S.
- 112- Kouame K. B., Anne B. J., Yao S. S., Diane K. M., Diplo T. F., Ouattara A., Golly K. J., Coulibaly K. J., Kone M. W. et Dosso M. J. (2021). Enquête sur le niveau de connaissance des plantes médicinales utilisées contre la maladie à Coronavirus, la grippe et le rhume auprès des voyageurs venus pour le test COVID-19 à l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire. *Appl. Biosci.* 168 : 17456 – 17467
- 113- Koudouvo K. (2009). Contribution à la recherche sur les plantes médicinales à propriété antipaludique du Togo. Thèse de Doctorat Unique de l'Université de Lomé en Biologie de Développement. Option: Ethnobotanique et Pharmacologie des Substances Naturelles, 182p.
- 114- Kouamé, T.K.; Siaka, S.; Kassi, A.B.B. and Soro, Y. (2021). Détermination des teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes totaux et tanins de jeunes feuilles non encore ouvertes de *Piliostigma thonningii* (Caesalpinaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(1): 97- 105.

- 115- Kumar SS, Sen P, Anbuselvi S. Preliminary phytochemical analysis of *Excoecaria agallocha* and *Avicennia*. *BioMedRx* 2013; 1(4):371-373.
- 116- Kuzuhara, H., Nishiyama, S., Minowa, N., Sasaki, K. et Omoto, S. (2000). Protective effects of soyasapogenol A on liver injury mediated by immune response in a concanavalin A-induced hepatitis model. *Eur J Pharmacol*, 391(1- 2), 175-181.
- 117- Kumaran, A. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97:109-114.
- 118- Kulsic T., Radomic A. Katalinic V. and Milos M. (2004) .Use of different methods for testing antioxidant activity of *Oregano* essential oil. *Food chem.* 85:633-640.
- 119- Lahmer, N., & Messai, S. (2017). Étude phytochimique et biologique des extraits aqueux et méthanolique des écorces des racines du *Zizyphus lotus* (L). Master dergree thesis. University of Frères Mentouri, Constantine, Algeria.
- 120- Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M., et Hseini S., (2009) Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de zaër (Maroc occidental). *Lejeunia, Revue de Botanique.* 186 : 1 - 30.
- 121- Langlade, V. (2010). L'Ortie dioïque, *Urtica dioïca* L. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Nante.
- 122- Laoufi, R. (2017). Caractérisation physico-chimique et biologique des extraits d'une plante médicinale algérienne de la famille des *Urticaceae* en vue d'une application biotechnologique. Thèse de Doctorat en biochimie- immunologie, Université M'hamed Bougara Boumerdès, Algérie, 146p
- 123- Lehmann, H. (2013). Le médicament à base de plantes en Europe: statut, enregistrement, contrôles. (Thèse de doctorat, Université de Strasbourg).
- 124- Leonti M., Stafford G.I., Dal C.M., Cabras S., Castellanos M.E., Casu L. and Weckerle C.S. (2017). Reverse ethnopharmacology and drug discovery. *Journal of Ethnopharmacology*, 198 : 417-431. DOI : 10.1016/j.jep.2016.12.044.
- 125- Lerbet, B. 2011. « L'ortie »
- 126- Lopez, V., Akerreta, S., Casanova, E., Garca-Mina, J .M., Caverro, R. Y. et Calvo, M. I. (2008). *Pharmaceutical Biology*, 46, 602-609.
- 127- Madoui Soraya. *Activités Biologiques Des Extraits De Cytisus Triflorus*. Thèse. Université Ferhat Abbas Sétif 1, 2019, 79p.
- 128- Malik F., S. Hussain, A. Sadiq, G. Parveen, A. Wajid, S. Shafat, R. A. Channa, R.Mahmood, H. Riaz, M. Ismail & F. Yasin Raja. *Phyto-chemical analysis, anti-*

- allergic and anti inflammatory activity of *Mentha arvensis* in animals. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2012; 6(9):613-619.
- 129- Malki Samira, THESE DOCTORAT EN SCIENCES, (2017). Etude Morphologique, Biochimique, Physiologique et Biologique de quelques populations de *Teucrium polium* L. *Capitatum* dans l'Est algérien, 116-118. Lim Y.Y, Lim T.T. and Tee J.J. (2007) Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry* 103: 1003–1008.
- 130- Mansour, S. (2015). Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L., *Artemisia herba alba* Assoet *Hypericum scabroides* Etude in vivo Thèse de Doctorat, Université des Sciences et de la Technologie D'Oran Mohamed Boudiaf.
- 131- Marc Fr., Davin A., Deglène-Benbrahim L., Ferrand C. et al ; (2004). Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Erudit, M/S : médecine sciences*, 20(4), 458-463.
- 132- Marella A., Tanwar O P, Saha R, Ali M R, Srivastava S, Akhter M, Shaquiquzzaman M, Alam M.M. 2013. Quinoline: A versatile heterocyclic. *Saudi Pharm. J.* 21(1), 1–12.
- 133- Martinez-Fernandez L, Pons Z, Margalef M, Arola-Arnal A, Muguerza B. 2015. Regulation of vascular endothelial genes by dietary flavonoids: structure-expression relationship studies and the role of the transcription factor KLF-2. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 26(3), 277–284.
- 134- Marston, A. et Hotsmann, K. (2006). Separation and Quantification of Flavonoids. In "Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications. Taylors and Francis: 1-36.
- 135- Medjeldi, S.; Bouzlama, L.; Benabdallah, A.; Essid, R.; Haou, S. and Elkahoui, S. (2018). Biological activities, and phytochemicals of northwest Algeria *Ajuga reptans* (L) extracts: Partial identification of the antibacterial fraction. *Microbial Pathogenesis*, 121: 173-178.
- 136- Mehdioui R. et Kahouadji A. (2007). Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène : cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*. 29 : 11- 20.
- 137- MNHN & OFB [Ed]. 2003-2022. Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), site web : <https://inpn.mnhn.fr>. Mise à jour le 15 Juillet 2022.

- 138- Mokrani Djelloul Karima, Djelloul Radia, Zerniz Nawal, Hacini Nesrine, 2022, Phytochemical study and evaluation of the antioxidant and antimicrobial activity of the methanolic extract of *Urtica dioica*, *Plant Archives* Vol. 22, No. 2, 2022 pp.366-375.
- 139- Mothibe, M. E., & Sibanda, M. (2019). African traditional medicine: South African perspective. *Traditional and Complementary Medicine*, 1-27.
- 140- Mpondo M E, Ngene J P, Som L M, Loe G E, Boumsong P C N, Jacques Yinyang J, Dibong S D. 2017. Connaissances et usages traditionnels des plantes médicinales du département du haut Nyong. *Journal of Applied Biosciences* 113: 11229-11245.
- 141- Nafiu, M. O., Hamid, A. A., Muritala, H. F., & Adeyemi, S. B. (2017). Preparation, standardization, and quality control of medicinal plants in Africa. *Medicinal spices and vegetables from africa*, 171-204.
- 142- Najem M., Ibjibjen J. et Nassiri L. (2022). Phytotherapy in response to COVID-19 and risks of intoxication: A field study in the city of Meknes (Morocco). *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 10 (3) : 357-386.
- 143- N Akhtar, Ihsan-ul-Haq, Bushra Mirza. Phytochemical analysis and comprehensive evaluation of antimicrobial and antioxidant properties of 61 medicinal plant species. *Arabian Journal of Chemistry*. 2015
- 144- Ngagegni-Limbili A.C. 2012. Etude de synergie des effets chimiques et biologiques des lipides de réserves et des huiles essentielles des fruits et graines saisonniers de la sousrégion Afrique Centrale. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique, Université de Toulouse. p. 170.
- 145- Nikolova M., Dzhurmanski A. (2009). Evaluation of Free Radical Scavenging Capacity Of Extracts From Cultivated Plants. *Biotechnology*. EQ. 23. SE.
- 146- Ouedraogo B, Yoda J, Kini BF, Koala M, Yaro A, Bonzi-Coulibaly Y. 2019. Phytochemical screening and in vitro antioxidant study of six plants used for the treatment of hypertension in traditional medicine. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(4): 1665-1678. DOI: 10.20959/wjpps20194-13559.
- 147- Ouedraogo., S. Yoda., J. Traore., T. K., Nitiema., M. Sombie., B. C. Diawara., H. Z. & Semde., R. (2021). Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(2), 750- 772.

- 148- Oularbi A. et Zeghiche A. (2009). La sensibilité à l'érosion du massif cristallophyllien de l'Edough (Nord-est Algérien), *Revue Synthèse des Science et de la Technologie*, 20 : 61-7.
- 149- Oumessaad Tobal, Abderrazak Boussehaba, Abderrahmane Toubal and Boudjema Samraoui (2014) « Biodiversité méditerranéenne et changements globaux : cas du complexe de zone humides de Guerbès-Senhadja (Algérie) », *physio-Géo*, Volume 8/-1,273.295. Doi :<http://doi.org/10.4000/physio-geo.4217>.
- 150- Pereira O.R., Macias R.I., Perez M.J., Marin J.J. and Cardoso S.M. (2013). Protective effects of phenolic constituents from *Cytisus multiflorus*, *Lamium album* L. and *Thymus citriodorus* on liver cells. *Journal of Functional Foods*. 5(3), 1170-1179.
- 151- Ponce AG, Fritz R, Del Valle C, et al. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lwt-Food Sci Technol* 36(7): pp :679-84.
- 152- Popovici C, SAYKOVA I, TYLKOWSKI B. 2009. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, (4):8.
- 153- Que S., Linchun M., Xin P. (2006)- Antioxidant activities of five Chinese rice wines and the involvement of phenolic compounds. *Food Research International*, 39: 581-587.
- 154- Rabi T, Bishayee A. 2009. Terpenoids and breast cancer chemoprevention. *Breast Cancer Research and Treatment*. 115, 223–239.
- 155- Rajan Rolta, Vikas Kumar, Anuradha Sourirajan, Navneet Kumar Upadhyay and Kamal Dev, (2020). Phytocompounds of three medicinal plants (*Juniperus communis*, *Urtica dioica* and *Coleus forskohlii*) of north west himalayas increases the potency of antibacterial and antifungal antibiotics, *Plant Archives* vol. 20, supplement 2, 2020 pp. 481-489.India.
- 156- Ramade F, 2008. *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Dunod, Paris, 737 p.
- 157- Randriamboavonjy JI, Loirand G, Vaillant N, Lauzier B, Derbré S, Michalet S, Pacaud P and Tesse A. 2016. Cardiac protective effects of *Moringa oleifera* seeds in spontaneous hypertensive rats. *American Journal of Hypertension*. 29(7) : 873–81.
- 158- Razafindrambao R. S ; (1973). Etude d'une plantes médicinale malgache *Buxus madagascariensis* Bail et ses variétés, travaux et documents de L'ORSTOM, n° 25, paris.

- 159- Rsaissi N et Bouhache M. (2002). La lutte chimique contre le jujubier .Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed).n0 94.Rabat ,4p.
- 160- Rhattas M. , Douira A. et Zidane L. (2016) Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le Parc National de Talassemrane (Rif occidental du Maroc). Journal of Applied Biosciences 97:9187 – 9211.
- 161- Rice-Evans, C.A., Miller, N. J., Bolwer, P.G., Bramley, P.M. et Ridham, J.B. (1995).The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids, Free Rad. Res. (22),375-383.
- 162- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. et Paganga, G. (1996). Structure–antioxidant activity Relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Rad. Biol. Med, 20: 933–956.
- 163- Rinnerthaler, M., Bischof, J., Streubel, M. K., Trost, A., & Richter, K. (2015). Oxidative stress in aging human skin. Biomolecules, 5(2), 545-589.
- 164- Rivière C., Nicolas J.P., Caradec M.L., Desirea O., Hassan DA, Rémy G, Dupont F. 2005. Importance de l'identification botanique dans la démarche ethnopharmacologique ; cas d'une Bignoniaceae malgache, *Perichlaena richardii* Baill. Acta Botanica Gallica, 152(3) : 377-388. DOI: 10.1080/12538078.2005.10515496.
- 165- Ryan M.T., Muller H. and Pfanner N. (1999). Functionalstaging of ADP/ATP carrier translocation across the outer mitochondrial membrane. Journal of Biological Chemistry. 274(29), 20619-20627.
- 166- Saadi H. (2013) Les facteurs du dépérissement des subéraies de l'Edough (Séraïdi). Etude des ravageurs des feuilles et des glands du chêne-liège (*Quercus suber* L.). Mémoire en Vue de l'Obtention du Diplôme de Magistère en Biologie Environnementale, Option : Biologie Animale, Université Mohamed Chérif Messadia, Souk Ahras.
- 167- Sahoo, N., Manchikanti, P., & Dey, S. (2010). Herbal drugs
- 168- Saiah, H., Allem, R., & El Kebir, F. Z. (2016). Antioxidant and antibacterial activities of six Algerian medicinal plants. Int. J. Pharm. Sci, 8(1), 367-374.
- 169- : standards and regulation. Fitoterapia, 81(6), 462-471.
- 170- Saleem, U., Ahmad, B., Ahmad, M., Erum, A., Hussain, K., & Irfan Bukhari, N. (2016). Is folklore use of *Euphorbia helioscopia* devoid of toxic effects?. Drug and chemical toxicology, 39(2), 233-237.

- 171- Salhi S., Fadli M., Zidane L. et Douira A. (2010). Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa* 31: 133-146. DOI : 10.5209/rev_LAZA.2010.v31.9.
- 172- Sanchez-Moreno C. Review; (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food science and technology international*, 8(3), 121-137.
- 173- Scazzocchio, F., Cometa, M., Tomassini, L., & Palmery, M. (2001). Antibacterial activity of *Hydrastis canadensis* extract and its major isolated alkaloids. *Planta medica*, 67(06), 561-564.
- 174- Scott L Rauch, Lisa Shin, Elizabeth A Phelps. Neurocircuitry Models of Posttraumatic Stress Disorder and Extinction: Human Neuroimaging Research-Past, Present, and future. *Biological Psychiatry*. 60(4):0376-82, Doi: 10.1016/j.biopsych.2006.06.004.
- 175- Sehailia M. et Chemat S. (2021) In-silico Studies of Antimalarial-agent Artemisinin and Derivatives Portray More Potent Binding to Lys353 and Lys31-Binding Hotspots of SARS-CoV-2 Spike Protein than Hydroxychloroquine: Potential Repurposing of Artemimol for COVID-19. ChemRxiv. Cambridge: Cambridge Open Engage; This content is a preprint and has not been peer-reviewed.
- 176- Semih O., Buket Y. (2012). Phenolic Compounds Analysis of Root, Stalk and Leaves of Nettle. *The Scientific World Journal*. 1-12.
- 177- Singleton, V.L.; Ortofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Packer L (ed) *Methods in enzymology*. Orlando Academic Press London, 78-152.
- 178- Sevil Albayrak, Ahmet Aksoy, Osman Sagdic, Songul Albayrak. (2012) Antioxidant and Antimicrobial Activities of Different Extracts of Some Medicinal Herbs Consumed As Tea And Spices In Turkey. *Journal of Food Biochemistry*/ volume 36, Issue 5/ p. 547-554.
- 179- Shah BA, Qazi GN, Taneja SC. 2009. Boswellic acids: a group of medicinally important compounds. *Natural Product Reports*. 26, 72–89.
- 180- Slimani I, Najem M, Belaidi R, Bachiri L, Bouiamrine H, Nassiri L, Ibijbjen J. (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans la région de Zerhoun-Maroc. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 15(4):846-863.

- 181- Sofowora, E. A; (1994). Medical plant and traditional Medicine in Africa.
- 182- Soh N.P. and Benoit-Vical F. (2007). West African plants, a source of future antimalarial drugs. *Journal of ethnopharmacology*, 114 (2): 130- 140. DOI : 10.1016/j.jep.2007.08.012.
- 183- Spichiger, R.E., Murielle Figeat, Vincent Savolainen, et Mathieu Perret. 2002. *Botanique systématique des plantes à fleurs*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. France.
- 184- Spichiger, R.E., Savolainen, V.V., Figeat, M. et Jeanmonod, D. (2004). *Botanique systématique des plantes à fleurs*. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes. 413p.
- 185- Sujana, P., Sridhar, T.M., Josthna, P., Naidu, C.V. Antibacterial activity and phytochemical analysis of *Mentha piperita* L. (Peppermint) – an important multipurpose medicinal plant. *Am. J. Plant Sci.* 2013; 4:77–83.
- 186- Suman Halder, Amit Sharma. (2017). A review on *Urtica dioica* *lworld journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Doi: 10.20959/wjpps201710-10249.
- 187- Sun, L.Y., Aryee, S.and Law, K.S. (2007) High-Performance Human Resource Practices, Citizenship Behavior, and Organizational Performance: A Relational Perspective. *Academy of Management Journal*, 50, 558-577.
- 188- Svedstrom, U., Vuorela, H., Kostiainen, R., Huovinen, K., Laakso, I., Hiltunen, R., 2002. Highperformance liquid chromatographic determination of oligomeric procyanidins from dimers up to the hexamer in hawthorn. *J. Chromatogr. A.* 968:53-60.
- 189- Tahri N., El Basti A., Zidane L., Rochdi A. et Douira A. (2012). Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la Province de Settat (Maroc). *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, Journal of Forestry Faculty.* 12 (2): 192-208.
- 190- Tahrioui A., Ortiz S., Azuama O.C., Bouffartigues E., Benalia N., Tortuel D., Maillot O., Chemat S., Kritsanida M., Feuilloley M., Orange N., Michel S., Lesouhaitier O., Cornelis P., Grougnet R., Boutefnouchet S. et Chevalier S. (2020). Membrane-Interactive Compounds From *Pistacia lentiscus* L. Thwart *Pseudomonas aeruginosa* Virulence. *Front. Microbiol.* 11:1068. doi: 10.3389/fmicb.2020.01068
- 191- Tamboura H., Kaboré H. et Yaméogo S.M. (1998). Ethnomédecine vétérinaire pharmacopée traditionnelle dans le plateau central du Burkina Faso : cas de la province du Passoré. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2(3) :181-191.

- 192- Teixeira da Silva J-A ,2004: Mining the essential oils of the anthemideae. African journal of biotechnology 3(12) 706-720 p.
- 193- Testai, L., Chericoni, S., Calderone, V., Nencioni, G., Nieri, P., Morelli, I., et Martinotti, E. (2002). Cardiovascular effects of *Urtica dioica* L. (Urticaceae) roots extracts: in vitro and in vivo pharmacological studies. Elsevier, Journal of Ethnopharmacology, 81, 105- 109.
- 194- Toubal – Boumaza O. (1989) Les ressources phytogénétiques du Massif de l'Edough (Algérie Nord-Orientale). Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach, 13 : (106 – 125).
- 195- Tshibangu D.S.T., Matondo A., Lengbiye E.M., Inkoto C.L., Ngoyil E.M., Kabengele C.N., Bongo G.N., Gbolo B.Z., Kilembe J.T., Mwanangombo D.T., Mbadiko C.M., Mihigo S.O., Tshilanda D.D, Ngbolua K. et Mpiana P.T. (2020). Possible Effect of Aromatic Plants and Essential Oils against COVID-19: Review of Their Antiviral Activity. Journal of Complementary and Alternative Medical Research 11(1): 10-22, 2020. DOI: 10.9734/JOCAMR/2020/v11i130175.
- 196- Togola I, Dembélé AA, Tounkara F, Diarra N, Konaré MA, Karembé M, Maiga SZ, Dembélé D. 2019. Evaluation of in vitro Antioxidant Activities of Ethanol Extracts of *Datura innoxia* Mill. Leaves and Seeds Harvested in Mali. Annual Research and Review in Biology. 33(2), 1–8.
- 197- Toubal, S. (2018). Caractérisation de la relation chémotypes de l'Ortie-bactéries vectorisées associées et évaluation de leurs activité sur *Culex* sp. Thèse de Doctorat en écologie des systèmes vectoriels, Université M'hamed Bougara-Boumerdes, Algérie, 121p.
- 198- Triplet P, 2018 - Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature, Quatrième édition, 1095 p.
- 199- Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M. et Mazur, M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chem. Biol Interact, 160: 1–40.
- 200- Velickovic DT, Randjelovic NV, Ristic MS, Velickovic AS et Smelcerovic AA. "Chemical constituents and antimicrobial activity of the ethanol extracts obtained from the floxer, leaf and stem of *Salvia officinalis* L.", J Serb Chem Soc, (2003), 68:17-24.
- 201- Vermerris W. and Nicholson R. (2006) .Phenolic compound chemistry. Ed. SPRINGER. p 1-70.

- 202- Villano D, Fernandez-Pachon MS, Moya ML, Troncoso AM, Garcia-Parrilla MC, (2007). Free radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta*, 71, 230- 235.
- 203- Wong, S. P., Leong, L. P. et William Koh, J .H. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, 99, 775-783.
- 204- Yeon JY, Bae YJ, Kim EY, Lee EJ. 2015. Association between flavonoid intake and diabetes risk among the Koreans. *Clinica Chimica Acta*. 439, 225–230.
- 205- Zellagui, A.; Gherraf, N. and Rhouati, S. (2012). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of *Ferula vesceritensis* Coss et Dur. leaves, endemic in Algeria. *Org Med Chem Lett.*, 2: 31. Doi: 10.1186/2191-2858-2-31.
- 206- Zerargui F, Boumerfeg S, Charef N, Baghiani A, Djarmouni M, Khennouf S, Arrar L, Musa Abu Zarga MH, Mubarak MS, (2015). Antioxidant and Enzyme Inhibition of *Tamus communis* Furanocoumarins. *Medicinal Chemistry*, 11: 506 - 5013.
- 207- Zoran Z. Kukrića, Ljiljana N. Topalić-Trivunovića, Biljana M. Kukavicab, Snježana B. Matoša, Svetlana S. Pavičića, Mirela M. Borojab and Aleksandar V. Savića (2012). Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *APTEFF*. 43: 1-342.