

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques



Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

THEME

Composition en métabolites bioactifs et propriétés biologiques de *Tamarix gallica* L. et *Olea europaea* L. récoltées dans le Sahara septentrional

Présenté par : M^{elle} BELHADJ Mounira

M^{elle} BENNAMIA Nour El Imane

Soutenu publiquement le: 19/ 06/ 2022

Devant le jury :

M ^{me} MIMOUNI Yamina	M.C.A.	Présidente	U.K.M. Ouargla
M ^{me} ANNOU Ghania	M.C.B.	Examineur	U.K.M. Ouargla
M ^{lle} HADJADJ Soumia	M.C.A.	Encadreur	U.K.M. Ouargla

Année Universitaire : 2021/ 2022

Remerciements

Avant tous nous remercions **ALLAH** qui nous a accordé la patience, la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

On tient à remercier très sincèrement notre encadreur **M^{lle} HADJADJ Soumia**, maître de conférences A au Département des Sciences Biologiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université KASDI Merbah-Ouargla, pour leur infinie gentillesse, son aide, ses orientations, sa patience et sa disponibilité.

Nous exprimons nos remerciements aussi aux membres de jury **Dr. MIMOUNI Yamina** et **Dr. ANNOU Ghania**, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en jugeant notre travail.

Nos remerciements également **Mr. BOURICHA Mohammed** à nous aide pour obtenir les souches bactériennes.

Nous remercions aussi le responsable et les techniciens des laboratoires pédagogiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université KASDI Merbah Ouargla. Tout le personnel administratif du Département des Sciences Biologiques et à tous nos enseignants.

Nous n'oublions pas **nos parents** qui ont toujours cru en nos et qui ont su nos redonner confiance lorsque la motivation n'était plus au rendez-vous. Merci pour tout.

Enfin, à **nos amis** et tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce thème, nous disons merci.

MOUNIRA et NOUR EL IMANE

Dédicace

Avec l'aide de Dieu tout-puissant, qui nous a permis de passer ce chemin malgré toutes les difficultés et les obstacles, il a le mérite et la grâce de ses nombreux dons.

*A l'âme de mon cher père « **BOUBAKEUR** » qu'il repose en paix, qui a tant fait pour nous, et sa grande faveur est toujours après Dieu tout-puissant, même après sa mort.*

*À la grande femme qui s'est beaucoup sacrifiée et a travaillé pour moi et mes frères depuis notre enfance, ma mère bien-aimée « **HAFIDA** », chère à nos cœurs, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as enduré pour mon bien être et mon éducation et surtout pour ta présence à mes côtés dans les moments les plus difficiles, rien ne lui donnera sa droit, et aucun mot ne lui rendra justice, expression de tous les sentiments d'amour, de gentillesse et de tendresse qu'elle a pour nous. Que Dieu la protège et prenne soin d'elle et bénisse sa longue vie.*

*Et mon cher frère: **Fares** qui se me donne toujours son soutien et ses conseils*

*Et mon cher frère: **Abd El-Djalil** qu'il repose en paix qui a été toujours une source d'amour et de bonheur*

*A mes grands-parents, et tous les membres de **ma belle famille**, mes **chères amies** je les remercie pour être restés à mes côtés.*

Je demande à Dieu tout puissant de faire les fruits de ce travail dans la balance des bonnes actions de mes chers parents.

MOUNIRA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail...

A ma très chère mère Thouria

Les mots me manquent pour exprimer toute ma reconnaissance pour tout ce que tu as fait pour mon bonheur et ma réussite. Que te protège et t'accorde le bonheur, la santé et la longue vie. Pour ton grand amour, ta tendresse et tes longues prières qui m'ont été le meilleur gage de réussite.

A mon cher père Mohammed Sayeh

Nulle expression ne peut traduire le noble sentiment que j'ai à ton égard, pour l'amour que tu m'as toujours porté. Pour ta patience et ta générosité, pour ton soutien moral et matériel.

Je te dédie ce travail en témoignage de ma grande reconnaissance et mon grand amour.

A mes chères frères Ahmed Saber, Abd El Moueiz

Je leur souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite. Que dieu vous protège.

A toute ma famille et mes amies

Pour leur encouragement permanent et leur soutien moral.

NOUR EL IMANE

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01	Structure de saponine	06
Figure 02	Structure du noyau phénol	06
Figure 03	Biosynthèse des polyphénols	07
Figure 04	formes mésomères du phénol	08
Figure 05	Structure chimique de l'acide hydroxybenzoïque	09
Figure 06	Structure chimique de l'acide hydroxycinnamique	10
Figure 07	Structure de l'hydroxytyrosol et tyrosol	10
Figure 08	Squelette de base des flavonoïdes	11
Figure 09	Structure chimique des tanins (a) hydrolysable (b) condensés	13
Figure 10	Piégeage des ERO (X•) par un noyau catéchol	14
Figure 11	Sites de chélation des ions métalliques par les flavonoïdes	15
Figure 12	Réaction de réduction d'ABTS	26
Figure 13	Teneur en polyphénols totaux des extraits bruts des parties aériennes d' <i>Olea europaea</i> et <i>Tamarix gallica</i>	30
Figure 14	Teneur en flavonoïdes des extraits bruts des parties aériennes d' <i>Olea europaea</i> et <i>Tamarix gallica</i>	31
Figure 15	Teneur en tanins totaux des extraits bruts des parties aériennes d' <i>Olea europaea</i> et <i>Tamarix gallica</i>	32

Figure 16	Teneur en tanins condensés des extraits bruts des parties aériennes d' <i>Olea europaea</i> et <i>Tamarix gallica</i>	33
Figure 17	Activité antioxydante des extraits bruts des parties aériennes d' <i>Olea europaea</i> et <i>Tamarix gallica</i>	34
Figure 18	Pouvoir antiradicalaire des extraits bruts des parties aériennes d' <i>Olea europaea</i> et <i>Tamarix gallica</i>	35
Figure 19	Résultats d'activité antibactérienne des extraits bruts des parties aériennes d' <i>O. europaea</i> et de <i>T. gallica</i> .	36

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 01	Classification des terpènes sur la base de leurs unités isoprène	05
Tableau 02	Souches microbiennes utilisées pour tester l'activité antimicrobienne	27
Tableau 03	Caractéristiques organoleptiques et rendements en extraits bruts de macération des parties aériennes de <i>Tamarix gallica</i> et <i>Olea europaea</i> étudiées.	29

Liste des schémas

N°	Titre	Page
Schéma 01	Etapas de dosage des polyphénols totaux	23
Schéma 02	Etapas du dosage des flavonoïdes.	24
Schéma 03	Etapas de dosage des tanins condensés.	25

Tables des matières

Introduction	0
Chapitre I: Synthèse bibliographique	
I.1. Plante médicinale et principe actif	3
I.1.1. Définition des plantes médicinales.....	3
I.1.2. Principe actif	3
I.1.3. Définition des métabolites primaires.....	3
I.1.4. Définition des métabolites secondaires	4
I.1.4.1. Classification des métabolites secondaires	4
I.1.4.1.1. Alcaloïdes.....	4
I.1.4.1.2. Terpènes	4
I.1.4.1.3. Saponines	5
I.1.4.1.4. Polyphénols	6
I.1.4.1.4.1. Biosynthèse des polyphénols	7
I.1.4.1.4.2. Propriétés physico-chimiques des composés phénoliques	8
I.1.4.1.4.2.a. Propriétés physiques	8
I.1.4.1.4.2.b. Propriétés chimiques	8
I.1.4.1.4.3. Classification des polyphénols	9
I.1.4.1.4.3.1. Polyphénols simples.....	9
I.1.4.1.4.3.1.1. Acides phénoliques	9
I.1.4.1.4.3.1.1.a. Dérivés de l'acide hydroxybenzoïque (C6-C1).....	9
I.1.4.1.4.3.1.1.b. Dérivés de l'acide hydroxycinnamique (C6-C3)	10
I.1.4.1.4.3.1.2. Alcools phénoliques	10
I.1.4.1.4.3.1.3. Stilbènes	11
I.1.4.1.4.3.1.4. Flavonoïdes	11
I.1.4.1.4.3.1.5. Anthocyanes	12
I.1.4.1.4.3.2. Polyphénols complexes	12
I.1.4.1.4.3.2.1. Tanins	12
I.1.4.1.4.3.2.2. Lignines et lignanes.....	13
I.1.4.1.4.4. Activité biologiques des composés phénoliques.....	13

I.1.4.1.4.4.1. Activité antioxydante	13
I.1.4.1.4.4.1.a. Piégeage des radicaux libres.....	14
I.1.4.1.4.4.1.b. Chélation des ions métalliques.....	14
I.1.4.1.4.4.1.c. Inhibition des enzymes	15
I.1.4.1.4.4.2. Activité antimicrobienne	15
I.1.4.1.4.4.3. Activité anticancéreuses.....	16
I.1.4.1.4.4.4. Activité antidiabétique	17
I.1.4.1.4.4.5. Activité anti-inflammatoire.....	17
I.2. Présentation des plantes étudiées	17
I.2.1. Olivier (<i>Olea europaea L.</i>).....	17
I.2.1.1. Description botanique	17
I.2.1.2. Systématique	18
I.2.1.3. Répartition géographique	19
I.2.1.4. Utilisations thérapeutiques	19
I.2.2. Tamarix (<i>Tamarix gallica L.</i>).....	19
I.2.2.3. Description botanique	19
I.2.2.4. Systématique	20
I.2.2.5. Répartition géographique	21
I.2.2.6. Utilisations thérapeutiques	21

Chapitre II: Matériel et méthodes

II.1. Matériels et méthodes	22
II.1.1. Matériel végétal	22
II.1.2. Méthodes d'extraction et de dosage des métabolites secondaires	22
II.1.2.1. Préparation des principes actifs	22
II.1.2.2. Détermination du rendement d'extraction	22
II.1.2.3. Dosage des polyphénols totaux.....	23
II.1.2.4. Dosage des flavonoïdes totaux.....	23
II.1.2.5. Dosage des tannins totaux.....	24
II.1.2.6. Dosage des tanins condensés	24
II.1.3. Evaluation de l'activité antioxydante.....	25
II.1.3.1. Test de phosphomolybdate	25

II.1.3.2. Test d'ABTS	25
II.1.4. Activité antibactérienne	27
II.1.4.1. Préparation de l'inoculum bactérien	27
II.1.4.2. Ensemencement	29
II.1.4.3. Antibiogramme	28

Chapitre III: Résultats et discussions

III.1. Rendement d'extraction.....	29
III.2. Résultats d'analyse quantitative	30
III.2.1. Dosage des polyphénols totaux	30
III.2.2. Dosage des flavonoïdes	31
III.2.3. Dosage des tanins totaux	32
III.2.4. Dosage des tanins condensés	33
III.3. Résultats d'évaluation des activités biologiques	34
III.3.1. Activité antioxydante totale.....	34
III.3.1.1. Test phosphomolybdate	34
III. 3.1.2. Pouvoir anti-radicalaire	35
III.3.2. Activité antibactérienne	36
Conclusion	38
Références bibliographiques	39

Annexes

Résumés

Introduction

Introduction

Malgré les progrès de la médecine moderne à travers le monde. Actuellement, la thérapeutique connaît un regain d'intérêt auprès de la population (Haddouchi et al., 2014).

La pharmacopée traditionnelle traite de nombreuses maladies de manière satisfaisante et à moindre coût. Plus de 80 % de la population mondiale font recours à la médecine dite traditionnelle pour faire face à ses problèmes de santé (Niang et al., 2021). Ainsi l'Organisation Mondiale de la Santé a recommandé et encouragé la recherche et l'utilisation de plantes médicinales, en particulier dans les pays où l'accès à la médecine moderne est difficile (Niang et al., 2021). Dans le monde, le nombre de plantes destinées pour des fins thérapeutiques est estimé à environ 20000 espèces (Elmtili et Ben larbi zarki, 2010).

L'usage de plantes médicinales peut être perçu comme une alternative aux médicaments conventionnels (Arab et al., 2013). En effet, de nombreux médicaments présentent des effets latéraux inévitables en rapport avec leur activité thérapeutique, la dépression respiratoire par les analgésiques de type morphine, les risques infectieux accompagnant l'anti-inflammatoire et l'odeur alliacée conférée par un excipient type diméthylsulfoxyde en sont des exemples classiques (Ruckebusch, 1979). En outre, une interférence inattendue entre plusieurs médicaments est un facteur déterminant dans l'apparition d'effets indésirables (Ruckebusch, 1979).

Les plantes, avec leur grande variété de constituants phytochimiques ont un potentiel important dans le traitement de plusieurs maladies humaines (Agaie et al., 2007; Da et al., 2015; Dongock et al., 2018; Ouédraogo et al., 2019). Malgré les procédures analytiques chimiques modernes disponibles, les recherches phytochimiques ne réussissent que rarement à isoler et à caractériser tous les métabolites secondaires présents dans les plantes (Ouedraogo et al., 2021).

Les métabolites secondaires sont utilisés comme produits pharmaceutiques, aromatiques, agrochimiques, additifs alimentaires (Oksman-Caldentey et al., 2004). Les tanins ont récemment été considérés comme des agents thérapeutiques et efficaces pour les traitement des maladies infectieuses, prévention des caries dentaires, traitement de la dermatomycose (Hayashi et al., 2008). Les terpénoïdes comprennent des métabolites aux activités antituberculeuses (Garcia et al., 2006), anticancéreuses (Dewick, 2002), anxiolytiques et mutagènes (Medina et al., 1997).

Ce travail est une contribution à l'exploitation et à la valorisation des ressources naturelles sahariennes et qui a pour objectif la quantification des composés phénoliques dans des extraits éthanoliques issus des parties aériennes de *Tamarix gallica* et *Olea europaea* ainsi que l'évaluation de leurs pouvoirs antioxydants et antimicrobiens.

Ce document est structuré en deux parties :

- la première, est une synthèse bibliographique, comporte des généralités sur la phytothérapie, les plantes médicinales et leurs principes actifs, ainsi que sur les plantes modèles de l'étude *T. gallica* et *O. europaea*.
- la deuxième partie expérimentale, englobe une description des techniques d'extraction des principes actifs issus des parties aériennes de *T. gallica* et d'*O. europaea*, les protocoles d'analyse quantitative des polyphénols totaux, flavonoïdes, tanins totaux et tanins condensés, les méthodes d'évaluation des activités antioxydantes et antimicrobiennes et les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.
- enfin, le travail a été achevé par une conclusion qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

Chapitre I

synthèse bibliographique

I.1. Plante médicinale et principe actif

I.1.1. Définition des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de la drogue utile (Sofowora, 2010).

Les plantes médicinales sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (Sanogo, 2006). Ces plantes sont utilisées seules ou mélangées à d'autres ingrédients, elles sont utilisées vertes, asséchées, écrasées ou mises en poudres. Elles sont utilisées en décoction, infusion, cataplasme, en application directe (pansement et compresse), en gouttes (nasale et collyre) et en fumigation (Chehema et Djebar, 2008).

I.1.2. Principe actif

Le principe actif, c'est des molécules présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal (Pelt, 1980).

Les plantes ont une importance capitale pour la survie de l'homme et des différents écosystèmes. Elles renferment une part importante des composés qui interviennent dans l'ensemble des réactions enzymatiques ou biochimiques ayant lieu dans l'organisme. On distingue ainsi deux groupes de métabolites: les métabolites primaires et les métabolites secondaires (Hartmann, 2007).

I.1.3. Définition des métabolites primaires

Le métabolisme primaire regroupe toutes les voies de synthèse de composés indispensables à la croissance et au développement de la plante. Les métabolites primaires qui en proviennent ont donc un rôle clé et bien établi chez tous les végétaux (acides aminés et protéines, acides gras, sucres et polysaccharides... (Herms et Mattson, 1992).

I.1.4. Définition des métabolites secondaires

Le métabolisme secondaire regroupe les autres voies de synthèse de composés qui ne sont pas directement impliqués dans la croissance de la plante. Les métabolites secondaires interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement (soutien, protection contre les UV, défense, mise en place de symbiose, attraction d'insectes utiles pour la pollinisation...). Certains de ces composés participent à la défense contre les bioagresseurs (Herms et Mattson, 1992).

I.1.4.1. Classification des métabolites secondaires

I.1.4.1.1. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances naturelles et organiques provenant essentiellement des plantes et qui contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique, avec un degré variable de caractère basique (Harborne et al., 1995). Ce sont des composés relativement stables, qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques, la plupart du temps à partir des acides aminés tels que la lysine, l'ornithine, la tyrosine et le tryptophane (Harborne et al., 1999 ; Dewick, 2001 ; Bhat et al., 2005). De nombreux travaux ont d'ailleurs montré l'intérêt des alcaloïdes dans les activités antiplasmodiales, antispasmodiques, anticancéreux. Leurs effets laxatif et antirhumatismal, antalgique et analgésique ont aussi été révélés (Zirihi et al. 2005; 2006; 2007; N'Guessan et al., 2009).

I.1.4.1.2. Terpènes

Les terpènes, également connus sous le nom d'isoprénoïdes, constituent un groupe des composés naturels responsables du parfum, du goût et du pigment des plantes (Alim et al., 2009). Ils sont classés en fonction de leur organisation et du nombre d'unités d'isoprène C_5H_8 qu'ils contiennent (Yang et al. 2012). Les monoterpénoïdes ont une structure chimique basée sur deux unités d'isoprène ($C_{10}H_{16}$). Les sesquiterpénoïdes présentent trois unités d'isoprène ($C_{15}H_{24}$). Les triterpénoïdes ($C_{30}H_{48}$). Les tétraterpénoïdes ($C_{40}H_{64}$) ont une grande structure et sont également connus sous le nom de carotènes (Zwenger et Basu, 2008 ; Brahmshatriya et Brahmshatriya, 2013).

Tableau 1 : Classification des terpènes sur la base de leurs unités isoprène (Borrelli et Trono, 2016).

Classe	Unités de l'isoprène	Nombre d'atomes de carbone	Exemple
Monoterpène	2	10	Canphor, eucalyptol, geraniol, lavandulol, limonene, methanol, pinene, thymol
Sesquiterpène	3	15	Acide abscisique, bergamotene, cedrol, curcumene, patchoulol, vetivone
Diterpène	4	20	Acide abietique, cafestol, caffeol, camosol, gibberellin, phytol
Triterpène	6	30	Acide betulinique, Acide morolique, Acide oleanolique, Acide ursolique, brassinstéroïdes, saponines
Tétraterpène	8	40	Caroténoïdes (α -carotène, β - carotène, crocin, lycopène) et Xanthophylles (lutein, zeaxanthir)

I.1.4.1.3. Saponines

Le nom saponine dérive du mot latin «*sapo*», qui signifie savon, parce que ces composés moussent une fois agités avec l'eau. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur comportement moussant en solution aqueuse. Comme définition, on dirait qu'une saponine est un glycoside de stéroïde ou de triterpène. Fondamentalement, on distingue les saponines stéroïques et les saponines triterpéniques dérivant tous deux biosynthétiquement de l'oxyde de squalène (Manach et al., 2004).

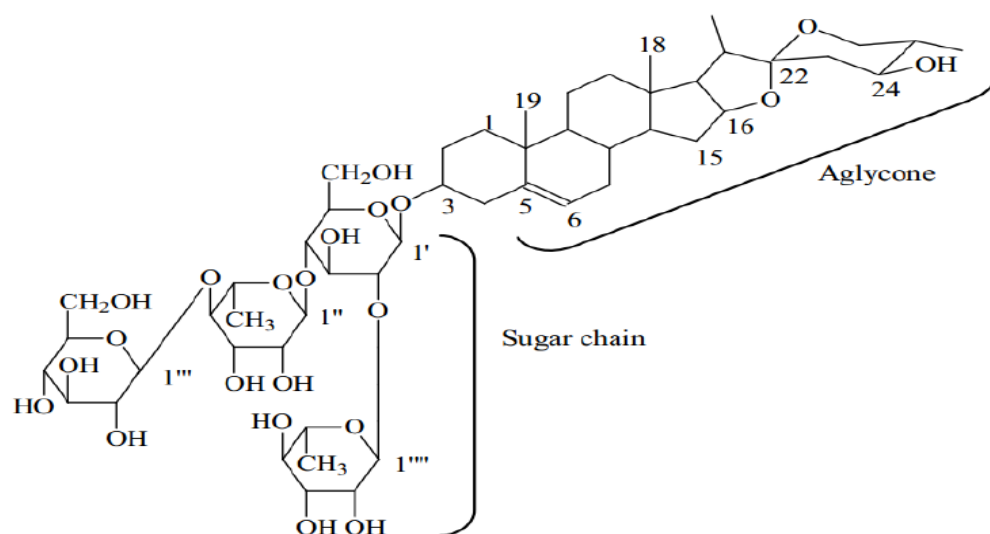


Figure 1: Structure de saponine (Chaieb, 2010).

I.1.4.1.4. Polyphénols

Les polyphénols, dénommés aussi composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire (Mompon et al., 1996 ; He et al., 2008). On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Le terme « phénol » englobe approximativement 10000 composés naturels identifiés (Martin et al., 2002 ; Druzyńska et al., 2007). L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau phénolique à 6 carbones (figure 2), auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle (OH) libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside (Bruneton, 1999 ; Balasundram et al., 2006).

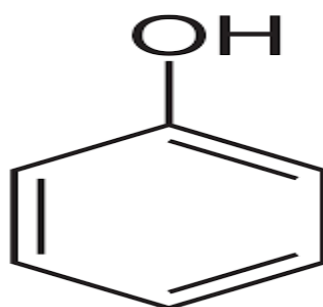


Figure 2: Structure du noyau phénol (Michalowicz et Duda, 2007).

I.1.4.1.4.1. Biosynthèse des polyphénols

La biosynthèse des composés phénoliques est bien caractérisée, a lieu à la surface des réticulums endoplasmiques (RE) dans les cellules végétales (Shahidi et Yeo, 2016). Les composés phénoliques sont formés via la voie du shikimate à partir des sucres simples issus du métabolisme primaire. La synthèse de la phénylalanine commence par la transformation des glucides en érythro-4-phosphate (voie des pentoses phosphates) et en phosphoénolpyruvate (glycolyse), qui entrent dans la voie métabolique de l'acide shikimique. La désamination de la phénylalanine par la phénylalanine ammonia-lyase (PAL) est la première étape cruciale de la biosynthèse de grande majorité des composés phénoliques (Macheix et al., 2005). Outre son implication dans la production de composés phénoliques, l'oxydation de la phénylalanine conduit également à la formation de tyrosine, précurseur des catécholamines (dopamine et dérivés) (Kulma et Szopa, 2007).

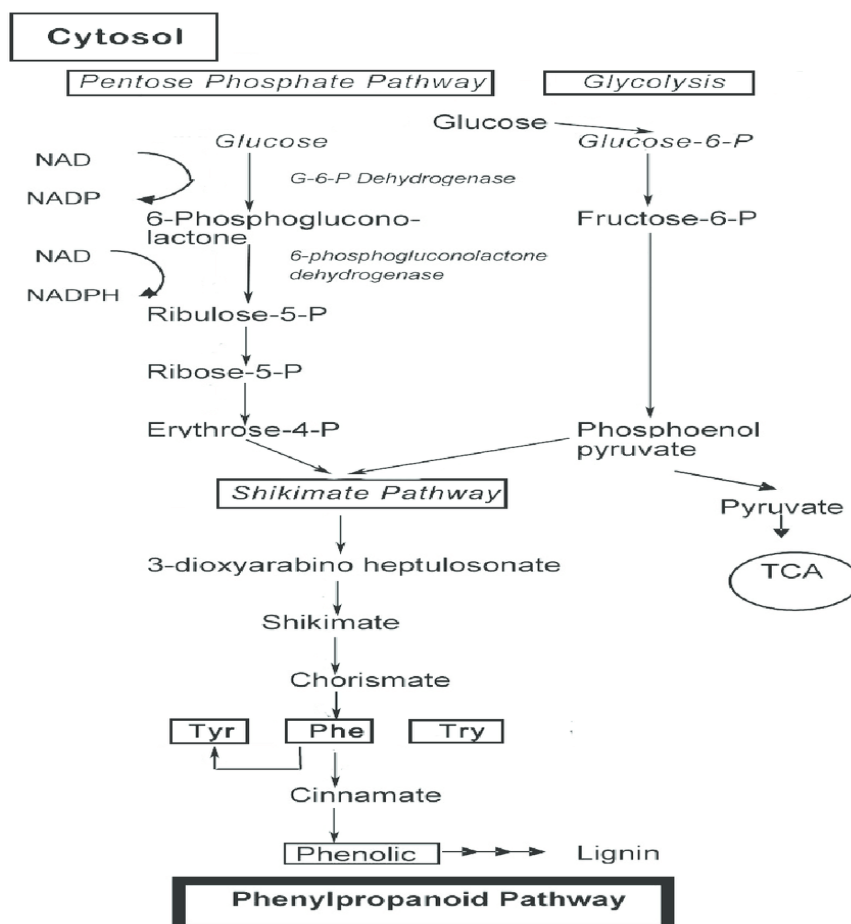


Figure 03 : Biosynthèse des polyphénols (Lin et al., 2016).

I.1.4.1.4.2. Propriétés physico-chimiques des composés phénoliques

I.1.4.1.4.2.a. Propriétés physiques

Les composés phénoliques se présentent sous forme de solides blancs bien que la conjugaison électronique complexe de certains flavonoïdes entraîne une coloration jaune ou rouge pour les anthocyanes. Les composés phénoliques de faibles poids moléculaires sont très volatils et souvent possèdent des caractères aromatiques comme la vanilline, le méthyl salicylate et l'eugénol,... etc. De plus, ces composés se caractérisent par leur solubilité dans les solvants (Parr et Bolwell, 2000).

I.1.4.1.4.2.b. Propriétés chimiques

Les composés phénoliques sont caractérisés par le phénol (cycle benzénique substitué par un ou plusieurs groupements hydroxyles). L'interaction du groupement hydroxyle et des électrons π du cycle benzénique lui confère des propriétés spécifiques dont le principal est la capacité de générer des radicaux libres qui se stabilisent par effet mésomère. Ces radicaux peuvent ainsi modifier les radicaux libres intermédiaires générés au cours des processus d'oxydation (Parr et Bolwell, 2000). Ces radicaux libres, endommagent les molécules des cellules et ont une incidence sur le métabolisme cellulaire. Un excès de radicaux libres peut causer un stress oxydatif (Vermerris et Nicholson, 2008). Les composés phénoliques sont, en général, des acides faibles. Ils se retrouvent sous forme d'ions ; cela est favorisé par la délocalisation des électrons du cycle benzénique. Ces molécules sont par ailleurs de bons donneurs d'hydrogène pour la formation des liaisons hydrogènes. Ainsi, des grosses molécules comme les tanins dotés de nombreux groupes de donneurs forment des complexes extrêmement stables avec d'autres molécules et ont tendance à précipiter (Tsao et Yang, 2003).

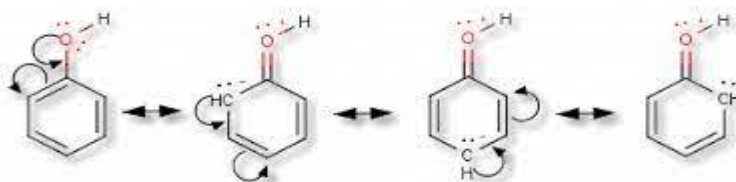


Figure 04: Formes mésomères du phénol (Arfin et al., 2019).

I.1.4.1.4.3. Classification des polyphénols

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. On peut distinguer deux catégories : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes (Clifford, 1999 ; D'Archivio, 2007). Ainsi selon Chira et al. (2008), les composés phénoliques peuvent être répartis en deux grands groupes : les flavonoïdes et les non flavonoïdes.

I.1.4.1.4.3.1. Polyphénols simples

I.1.4.1.4.3.1.1. Acides phénoliques

Ce sont des composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ils sont représentés par deux sous-classes : les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et de l'acide hydroxycinnamique (Bruneton, 2008).

I.1.4.1.4.3.1.1.a. Dérivés de l'acide hydroxybenzoïque (C6-C1)

Ces acides sont très communs aussi bien sous forme libre que sous forme combinée à l'état d'esters ou hétérosides (Bruneton, 2008 ; Skerget et al., 2005). Cette catégorie est abondante dans les végétaux et les aliments, notamment les épices, les fraises, certains fruits rouges et l'oignon dans lesquels les concentrations peuvent atteindre plusieurs dizaines de milligrammes par kilogramme de fruits frais (Manach et al., 2004). Les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque les plus répandus sont illustrés dans la figure suivante :

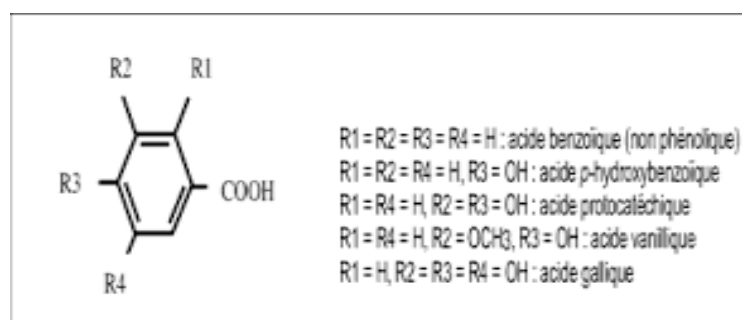


Figure 05: Structure chimique de l'acide hydroxybenzoïque (Bruneton, 2008).

I.1.4.1.4.3.1.1.b. Dérivés de l'acide hydroxycinnamique (C6-C3)

Ces composés ont une distribution très large, rarement libres, ils sont souvent estérifiés (Skerget et al., 2005) et peuvent également être amidifiés ou combinés avec des sucres (*O*-acylglucosides, *O*-arylglucosides) ou des polyols tels que l'acide quinique (Bruneton, 2008).

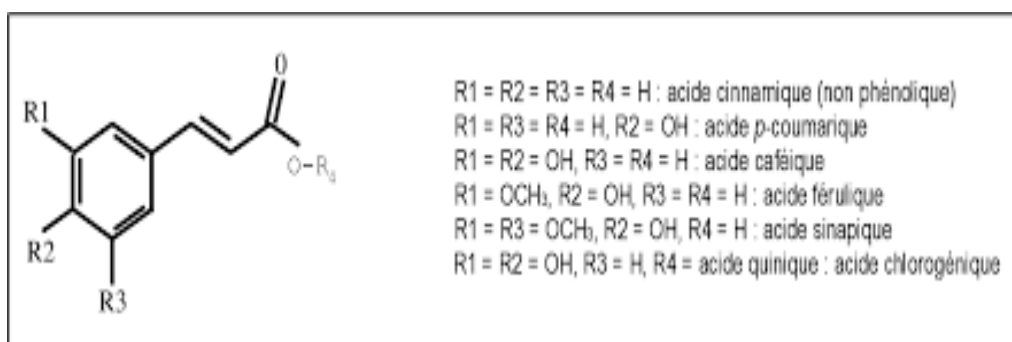


Figure 06: Structure chimique de l'acide hydroxycinnamique (Han et al., 2007 ; Chira et al., 2008).

I.1.4.1.4.3.1.2. Alcools phénoliques

Un alcool phénolique est un composé organique possédant au moins un alcool aliphatique et un hydroxyle phénolique. Le tyrosol (4-hydroxyphenylethanol) et hydroxytyrosol (3,4 dihydroxyphenylethanol) sont les principales molécules de cette classe. Ces composés sont très abondants dans l'olive (fruit et feuille), libres ou associés à l'acide élénolique (Micol et al., 2005 ; Silva et al., 2010).

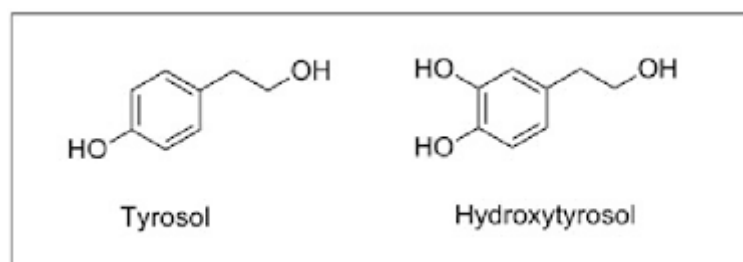


Figure 07: Structures de l'hydroxytyrosol et du tyrosol (Long et al., 2010).

I.1.4.1.4.3.1.3. Stilbènes

Les stilbènes sont des molécules produites par les plantes en réponse à des attaques bactériennes, fongiques (comme le mildiou) ou virales. Cette famille regroupe un grand nombre de composés en fonction de la position et du nombre de groupements hydroxyles, de la conformation stérique, de la substitution par des résidus méthoxy ou des sucres sur un squelette C6-C2-C6. Les principales molécules de cette famille sont le resvératrol et son dérivé glycosylé, le picéide (Ribeiro de Lima et al., 1999), représentés principalement par le trans-resvératrol-3-O-glucoside (Jeandet et al., 1991).

I.1.4.1.4.3.1.4. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés possédant un squelette de base à quinze atomes de carbone, constitué de deux noyaux aromatiques et d'un hétérocycle central de type pyrane, formant une structure C6-C3-C6 (Ghedira ,2005). Ce sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ils interviennent dans la pigmentation des fleurs et dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes (Crozier, 2003).

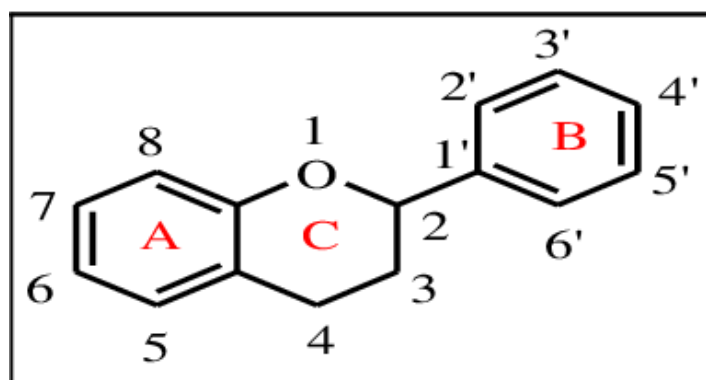


Figure 08: Squelette de base des flavonoïdes (Crozier, 2003).

Il existe plusieurs classes de flavonoïdes, dont les principales sont les flavones, les flavonols, les flavan-3-ols, les isoflavones, les flavanones et les anthocyanidines (Chira et al., 2008).

I.1.4.1.4.3.1.5. Anthocyanes

Les anthocyanes (du grec anthos, fleur et Kuanos, bleu violet) terme général qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés (Guignard, 1996). Les anthocyanines sont des flavonoïdes porteurs d'une charge sur l'oxygène de l'hétérocycle C. La structure de base des anthocyanines est caractérisée par un noyau "flavon" généralement glucosylé en position C3 (Ribereau, 1968). Les anthocyanes se différencient par leur degré d'hydroxylation et de méthylation, par la nature, le nombre et la position des oses liés à la molécule. L'aglycone ou anthocyanidine constitue le groupement chromophore du pigment. Ces molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange (Harbone, 1967 ; Brouillard, 1986). Leur présence dans les plantes est donc détectable à l'œil nu. A l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des baies rouges ou bleues, elles sont généralement localisées dans les vacuoles des cellules épidermiques (Harbone et Grayer, 1988).

I.1.4.1.4.3.2. Polyphénols complexes**I.1.4.1.4.3.2.1. Tanins**

Les tanins représentent une classe très importante de polyphénols localisés dans les vacuoles (Aguilera-Carbo et al., 2008). Historiquement, le terme « tanin » regroupe des composés polyphénoliques caractérisés par leurs propriétés de combinaison aux protéines (Paris et al., 1981), d'où leur capacité à tanner le cuir. Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes, tanins hydrolysables et tanins condensés (Linden, 1994) :

- Tanins hydrolysables : ce sont des esters du D-glucose et de l'acide gallique ou de ses dérivés, en particulier l'acide ellagique (Cowan, 1999 ; O'Connell et al., 2001). Ces substances sont facilement hydrolysables par voie chimique ou enzymatique (tannase) (Ribereau-Gayon, 1986).

- Tannins condensés : les tannins condensés ou les proanthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6 (Bruyne et al., 1999 ; O'Connell et al., 2001).

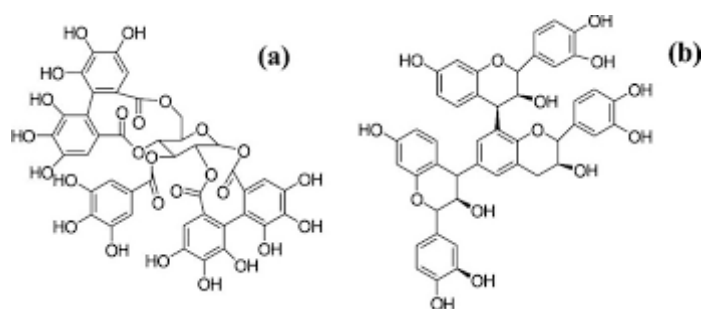


Figure 09: Structure chimique des tanins (a) hydrolysable (b) condensés (Raja et al., 2014).

I.1.4.1.4.3.2.2. Lignines et lignanes

Les lignanes sont des composés dont la formation implique la condensation d'unités phénylpropaniques (C6-C3), plus ou moins réticulé et d'une grande complexité structurale. Leur distribution botanique est large, plusieurs centaines de composés ont été isolés dans environ soixante-dix familles. Ils sont formés par dimérisation de trois types d'alcools : alcool *p*-coumarique, alcool coniférique et alcool sinapique, par des réactions de couplage radicalaire (Bruneton, 2009).

La lignine est le résultat de polymérisation d'unités en C6-C3 des lignanes C'est le deuxième biopolymère abondant sur la terre après la cellulose. Elle joue un rôle structural en conférant au bois sa rigidité (Buchanan et al., 2000 ; Bruneton, 2009).

I.1.4.1.4.4. Activité biologiques des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont doués d'activités biologiques diverses, probablement à leurs diversités structurales.

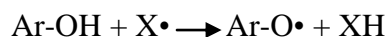
I.1.4.1.4.4.1. Activité antioxydante

Les composés phénoliques exercent une activité antioxydante via plusieurs mécanismes:

- le piégeage direct des radicaux libres ;
- l'inhibition des enzymes génératrices des radicaux libres ;
- la chélation des ions de métaux de transition, responsables de la production des radicaux libres ;
- l'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydantes (Halliwell, 1994).

I.1.4.1.4.1.a. Piégeage des radicaux libres

La réduction de diverses espèces radicalaires par les polyphénols a été beaucoup étudiée afin de déterminer les éléments majeurs de l'activité antioxydante. A cause de leur faible potentiel redox (Jovanovic et al., 1994), les polyphénols sont capables de réduire rapidement les radicaux libres oxydants comme le superoxyde, les peroxydes (ROO•), les alkoxydes (RO•) et l'hydroxyle par transfert d'hydrogène :



X• : représente l'une des ERO mentionnées ci-dessus ;

Ar-O•: radical aryloxyde qu'il s'agit d'un noyau catéchol, peut réagir avec un autre radical pour former une *o*-quinone plus stable.

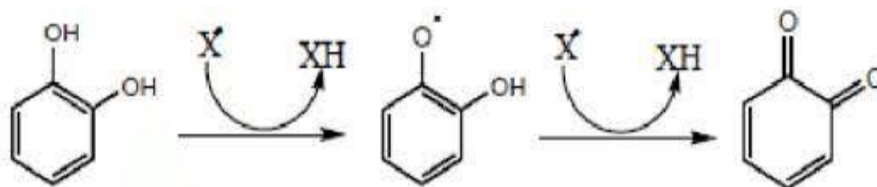
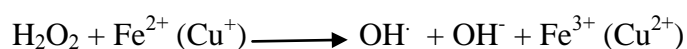


Figure 10: Piégeage des ERO (X•) par un noyau catéchol (Achat, 2013).

Ainsi, la capacité antioxydante des polyphénols dépend non seulement du potentiel redox du couple Ar-O•/Ar-OH mais aussi de la réactivité du radical Ar-O• (Leopoldini et al., 2011 ; Fiorucci et al., 2007).

I.1.4.1.4.1.b. Chélation des ions métalliques

Les polyphénols contribuent à l'inhibition de la formation des radicaux libres par la chélation de métaux de transition tels que le fer (Fe²⁺) et le cuivre (Cu⁺), qui sont essentiels pour de nombreuses fonctions physiologiques. Ils entrent notamment dans la composition des hémoprotéines et des cofacteurs d'enzymes du système de défense antioxydant (Fe²⁺ pour la catalase et Cu⁺ pour le superoxyde dismutase). Cependant, ils peuvent aussi être responsables de la production du radical OH• par la réduction de H₂O₂ lors de la réaction de Fenton (Pietta, 2000; Heim et al., 2002).



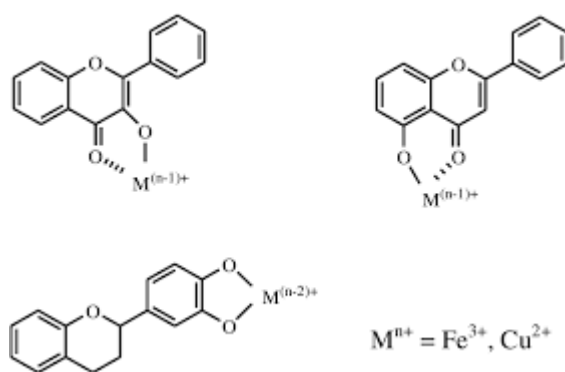


Figure 11: Sites de chélation des ions métalliques par les flavonoïdes (Dangles, 2006)

I.1.4.1.4.1.c. Inhibition des enzymes

Les polyphénols possèdent une affinité pour une grande variété de protéines (Dangles et al., 2008 ; Havsteen et al., 2002), via des interactions de van der Waals (cycles aromatiques) et des liaisons hydrogènes (groupements OH phénoliques). L'inhibition des enzymes génératrices des radicaux libres dans les systèmes biologiques est un mécanisme important d'effet antioxydant pour les polyphénols. Plusieurs travaux ont rapporté que les flavonoïdes sont les molécules les plus susceptibles d'être impliquées dans cet effet (Nagao et al., 1999 ; Lin et al., 2002), par formation de complexe inhibiteur-enzyme et/ou par piégeage direct des ERO (Dangles et al., 2006; 2008).

I.1.4.1.4.2. Activité antimicrobienne

Les principaux mécanismes d'action antimicrobiens des composés phénoliques sont :

- Perturbation de l'intégrité membranaire, la première cible cellulaire des composés phénoliques est la double couche de phospholipides de la membrane bactérienne, dans laquelle certains ont la capacité de pénétrer. Lorsqu'une molécule, telle que le carvacrol, s'intercale dans la membrane, l'espace entre les chaînes d'acides gras des phospholipides s'agrandit, ce qui induit une diminution des interactions de van der Waals entre elles. La membrane est alors perméabilisée, fluidifiée et son rôle structural est perturbé. La perméabilisation de la membrane peut entraîner des fuites d'ions tels que le potassium (Ultee et al., 2002) ou les phosphates, d'ATP (Helander et al., 1998), de macromolécules comme le ribose, le glutamate de sodium (Juven et al., 1994), les nucléotides ou les protéines (Raccach, 1984). Cette perméabilisation de la membrane peut conduire à la dissipation des gradients ioniques, dont celui de pH ce qui ferait chuter la force motrice essentielle à la synthèse de

l'ATP (Ultee et al., 2002), et entraîne une inhibition des processus essentiels et éventuellement la mort des cellules bactériennes (Ultee et al., 2002).

Lors de leur intercalation dans la membrane, les composés phénoliques peuvent aussi perturber le rôle des protéines membranaires en interagissant avec elles, notamment les enzymes telles que l'ATPase, ce qui perturberait le métabolisme énergétique et pourrait également modifier les interactions lipides-protéines (Burt, 2004).

- Acidification du cytoplasme, les acides phénoliques pourraient également agir comme des acides faibles. Lorsque leur forme indissociée traverse la membrane et atteint le cytoplasme bactérien, elle se dissocie en libérant un proton. Cette acidification du cytoplasme entraîne une altération des fonctions enzymatiques et/ou des molécules structurales ainsi qu'une perte d'énergie nécessaire à l'efflux des protons (Lambert et Stratford 1999; Naïtali et Dubois-Brissonnet 2017).

- Inhibition de la synthèse des acides nucléiques et du métabolisme énergétique, Les auteurs ont suggéré que le noyau B des flavonoïdes pourrait interagir avec l'empilement des bases d'acide nucléique (Mori et al., 1987). La quercétine pourrait se lier à la sous-unité GyrB de l'ADN gyrase d'*E. coli*, une protéine essentielle à la réplication des chromosomes circulaires (Plaper et al., 2003)

Certains flavonoïdes pourraient inhiber des enzymes clés pour la synthèse de l'ADN telles que la topoisomérase et/ou de la dihydrofolate réductase (Bernard et al., 1997). L'inhibition de cette synthèse pourrait également être accompagnée d'une dégradation de l'ADN (Brudzynski et al. 2012).

L'inhibition du métabolisme énergétique serait causé par une inhibition de l'enzyme NADH cytochrome C réductase (Haraguchi et al., 1995) et à une inhibition de l'ATP synthétase (Chinnam et al., 2010).

I.1.4.1.4.4.3. Activité anticancéreuses

L'effet des polyphénols sur les lignées de cellules cancéreuses humaines est fréquemment protecteur et induit une réduction du nombre de tumeurs et de leur croissance (Scalbert et al., 2005). Plusieurs mécanismes d'action ont été identifiés : activité oestrogénique ou antioestrogénique, effets antiprolifératifs, induction de l'arrêt du cycle cellulaire ou de l'apoptose, prévention du stress oxydant, activité anti-inflammatoire, modification de la signalisation cellulaire (Garcia-Lafuente et al., 2009).

I.1.4.1.4.4.4. Activité antidiabétique

les polyphénols ont des effets hypoglycémians par différents mécanismes dont l'inhibition de l'absorption du glucose au niveau intestinal (Dembinska-Kiec et al., 2008), ou encore son assimilation dans les tissus périphériques (inhibition de la gluconéogenèse, de la stimulation adrénergique de l'absorption du glucose ou stimulation de la libération de l'insuline par les cellules β du pancréas) (Scalbert et al., 2005).

I.1.4.1.4.4.5. Activité anti-inflammatoire

Les propriétés antioxydantes des polyphénols ont longtemps été considérées comme étant le principal phénomène expliquant leurs effets protecteurs. Cependant, de nombreuses études ont montré que les polyphénols et leurs métabolites agissaient également comme des modulateurs des voies de signalisation de l'inflammation. Les études menées chez l'homme sain ont montré que le suivi d'un régime riche en fruits et légumes était inversement corrélé aux marqueurs de l'inflammation (CRP, IL-6) dans le plasma (Salas-Salvado et al., 2008), que la consommation d'anthocyanes était associée à la diminution du taux de cytokines (IL-8, IL-13 et IFN- α) circulantes (Karlsen et al., 2007).

Des travaux menés *in vitro* ont également montré que des flavonoïdes comme la lutéoline ou l'apigénine inhibaient la production de cytokines telles que IL-4, IL-5 et IL-13, que la quercétine inhibait la production de TNF- α par des macrophages stimulés au lipopolysaccharide (LPS), que le kaempférol inhibait l'expression et la sécrétion du TNF- α , de l'IL-1 β ou de l'IL-6 dans les mastocytes (Gonzalez-Gallego et al, 2010).

I.2. Présentation des plantes étudiées

I.2.1. Olivier (*Olea europaea L.*)

I.2.1.1. Description botanique

L'olivier, arbre typiquement méditerranéen, se caractérise par un fruit, l'olive, dont l'huile est un composant essentiel du régime méditerranéen (Ghedira, 2008). L'olivier est un arbre dont la taille avoisine 10 m de long. Il se reconnaît facilement à l'aspect tortueux de son tronc, à ses feuilles de forme oblongues à ovales-lancéolées et à ses fleurs regroupées en petites inflorescences en forme de grappes dressées, naissant à l'aisselle des feuilles (Arab et al., 2013). Les feuilles sont opposées de 0.5-1.5 de large et de 2-8 cm de long avec 4-6 paires de nervures latérales, vert foncé et brillantes dessus, gris pâle et soyeuses dessous. La forme

de calice de coupe avec 4 dents très courtes, 2 étamines. Drupe ovale, oléagineuse, verte avant maturité et après la maturité prend la couleur noire, de 6-20 mm de large et de 10-35 mm de long (olive).

I.2.1.2. Systématique

Règne : Plante

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophytes

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous – classe : Astéridées

Ordre : Lamiales

Genre : *Olea*

Famille : Oleacées

Espèce : *Olea europea L.*

Nom français : olivier (Guignard, 2004)

Nom vernaculaire arabe : Zaitoon (Hashmi et al., 2015).

I.2.1.3. Répartition géographique

L'Olivier est un arbre essentiellement se trouve dans toutes les régions qui bordent la Méditerranée, il est cultivé depuis les temps les plus reculés ; il s'étend depuis Madère et les Canaries jusqu'à l'Arabie et la Mésopotamie. En Afrique, il s'avance au Sud jusqu'à l'Ethiopie. On a tenté de l'acclimater en dehors de son aire naturelle, notamment aux Etats Unis et en Amérique du Sud (Argentine, Chili, Pérou et Uruguay), mais les conditions économiques ont entravé son extension. 5,3 millions sont situés dans le bassin méditerranéen (Tissot, 1937).

I.2.1.4. Utilisations thérapeutiques

L'utilisation des feuilles d'olivier en phytothérapie par la population locale se fait à l'état naturel (infusion ou décoction). Elles sont utilisées pour leur effet hypoglycémiant et hypotenseur à des doses journalières de 40 à 50 g (Chebaibi et al., 2007). L'un des composés responsables de l'activité hypoglycémiante était l'oleuropéoside, qui a montré une activité à la

dose de 16 mg/kg. Ce composé a également démontré une activité antidiabétique chez les animaux atteints de diabète induit par l'alloxane. L'activité hypoglycémisante de ce composé peut résulter de deux mécanismes : (a) la potentialisation de la libération d'insuline induite par le glucose, et (b) l'augmentation de l'absorption périphérique du glucose (Gonzalez et al., 1992).

Le contenu phénolique de l'huile d'olive peut également apporter des avantages pour les niveaux de lipides plasmatiques et les dommages oxydatifs (Covas et al., 2006). Ainsi que l'activité microbienne, les processus oxydatifs et l'inflammation (Cicerale et al., 2012).

L'oleuropéine, sécoiridoïde non toxique dérivé de l'olivier, est un puissant antioxydant et anti-angiogénique. C'est un puissant composé anticancéreux, perturbant directement les filaments d'actine dans les cellules. L'oleuropéine a arrondi de manière irréversible les cellules cancéreuses, empêchant leur réplication, leur motilité et leur caractère invasif ; ces effets étaient réversibles dans les cellules normales. Lorsqu'elle est administrée par voie orale à des souris qui ont développé des tumeurs spontanées, l'oleuropéine a complètement régressé les tumeurs en 9 à 12 jours. Lorsque les tumeurs ont été réséquées avant la régression complète, elles manquaient de cohésion et avaient une consistance friable. Aucune cellule viable n'a pu être récupérée de ces tumeurs. D'onc, l'oleuropéine est un antioxydant non toxique à un puissant agent antitumoral ayant des effets directs sur les cellules tumorales (Hamdi et Castellon, 2005).

I.2.2. Tamarix (*Tamarix gallica* L.)

I.2.2.3. Description botanique

Tamarix gallica est un arbuste à feuilles caduques atteignant 4 m sur 6 m à un rythme moyen (Kalamurfi et al., 2016), à l'écorce rouille foncé. La forme des feuilles est d'écailles de 1-3 mm de long, plaquées contre les rameaux. Inflorescence en épis de 8 mm de large, les fleurs sont pentamères de 4 mm de diamètre ; bractées des fleurs dentées longues ou courtes que le calice. Les pétales de 2 mm de long, tombant rapidement ; nombreuses étamines, à filet confluent à la base en un disque charnu sécrétant de nectar. Fruit surmonté d'une aigrette (Wolfgang et Dietre, 2010). Ce genre de tamarix fleurit de juin à août. Les fleurs sont hermaphrodites et pollinisées par les abeilles (Kalamurfi et al., 2016).

I.2.2.4. Systématique**Règne :** Plante**Embranchement :** Spermatophytes**Classe :** Dicotylédones**Ordre :** Tamaricales**Famille :** Tamaricaceae**Genre :** Tamarix**Espèce:** *Tamarix gallica* L. (Kalamurfi et al., 2016).**Nom vernaculaire English:** Tamarix, Saltcedar**Nom vernaculaire arabe :** Tarfa (Arthur, 1981).**I.2.2.5. Répartition géographique**

Tamarix gallica est présent dans les forêts côtières du Bengale, du Pakistan, de Ceylan, de Birmanie, de Malaisie et Andaman. Dans la ville de Lehof dans le pays des salles, entre les bindonaires du désert (Kalamurfi et al., 2016). Aussi en le trouve dans le Sud-ouest de l'Europe jusqu'au Nord-ouest de la France (Wolfgang et Dietre, 2010).

I.2.2.6. Utilisations thérapeutiques

Les tamarix sont utiles dans les leucodermes, les troubles spléniques et les maladies oculaires (Sharma et Parmar, 1998). Ses feuilles sont utilisées pour le traitement des rhumatismes et de la jaunisse. L'écorce de cette plante est utilisée comme astringente et possède des tanins importants sur le plan médicinal (Komaroz, 1949, Pavlov, 1963). Cette plante se révèle riche en composés polyphénoliques tels que les flavonoïdes, les flavonoïdes soufrés, les acides phénoliques, les tanins hydrolysables et les coumarines (Sokolov, 1986).

T.gallica utilisé aussi comme antidiarrhéique, antidysentérique, vermifuge, gingivite et antihémorroïdaire, astringent. Il est utilisé dans les leucodermes, les troubles de la rate et les maladies des yeux, diurétique. Il est également utilisé comme inhibiteur de la néphrolithiase, anti-hyperlipidémiant, antinociceptif, antioxydant, anticancéreux,

antimicrobien, carcinogène hépatique et utilisé aussi comme hépatoprotecteur (Kalamurfi et al., 2016).

Les galles principalement utilisées comme astringents sont administrées par voie interne dans la dysenterie et la diarrhée ; les galles pulvérisées mélangées à de la vaseline sont utiles dans les tas et la fissure anale; la décoction appliquée sur les ulcères fétides et mucoïdes et les infusions sont utilisées en gargarisme pour les maux de gorge. La manne est principalement utilisée comme laxatif doux et expectorant (Sehrawat et Sultana, 2006).

Les extraits de *T.gallica* sont utilisés en normalisation des protéines sériques et des taux de cholestérol et documentés effet sur les hépatites virales. L'extrait contient des composés antioxydants connus tels que les tanins, les flavanones, les isoflavones, le resvératrol, l'acide ellagique, acide syringique, isoquercitine, qui présentent un large spectre des propriétés médicinales. L'extrait de *T. gallica* inhibe la cytotoxicité et le stress oxydatif hépatique en restauration de l'activité enzymatique antioxydante hépatique, et d'autre part, la propagation de la tumeur hépatocellulaire induite chimiquement a été stoppée. Et aussi l'effet chimiopréventif de *T. gallica* est médié par des multiples mécanismes, dont la récupération de système de défense antioxydant et l'incorporation d'ADN ou empêche l'absorption de mutations (Ionescu et al., 2014).

Chapitre I

Matériel et méthodes

II.1. Matériel et méthodes

II.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail, comporte les parties aériennes de *T. gallica* et *O. europaea* récoltées dans la daïra de Méggarine, Willaya de Touggourt en Novembre 2021.

II.1.2. Méthodes d'extraction et de dosage des métabolites secondaires

II.1.2.1. Préparation des principes actifs

L'extraction des principes actifs est effectuée par macération selon le protocole décrit par Konkon et al. (2006), en utilisant un mélange hydroalcoolique (éthanol/ eau à 80%). Un poids de 15g de poudre végétale des plantes, *T. gallica* et *O. europaea* est mis à macérer dans 150 ml d'éthanol à 80% pendant 24 heures. Les extraits hydroalcooliques sont récupérés après filtration du mélange à travers le papier filtre Wattman numéro 1. Le filtrat est séché par l'étuve pendant 24 h à 35 °C. L'extrait sec obtenu a été ensuite conservés au réfrigérateur à 4°C jusqu'à leur utilisation.

II.1.2.2. Détermination du rendement d'extraction

Les poids d'extraits secs obtenus sont déterminés par la différence entre le poids de la boîte de Pétri plein (après évaporation) et leur poids vide (avant évaporation). Le rendement en extrait brut est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement d'extraction (\%)} = [(P1-P2) / PV] \times 100$$

P1 : Poids de l'extrait après évaporation.

P2 : Poids de la boîte de Pétri vide.

PV : Poids de la poudre du matériel végétal utilisé pour l'extraction.

II.1.2.3. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été fait par la méthode de Folin-Ciocalteu décrite par Singleton et Rossi (1965), qui est basée sur l'oxydation des composés phénoliques par le complexe d'acide phosphotungstène ($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolybdène ($H_3PMo_{12}O_{40}$) de couleur jaune, ce qui entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène (MO_8O_3)-tungstène (W_8O_{23}) de couleur bleue. Les étapes de dosage des polyphénols totaux sont représentées dans le schéma ci-dessous. Les essais sont répétés trois fois.

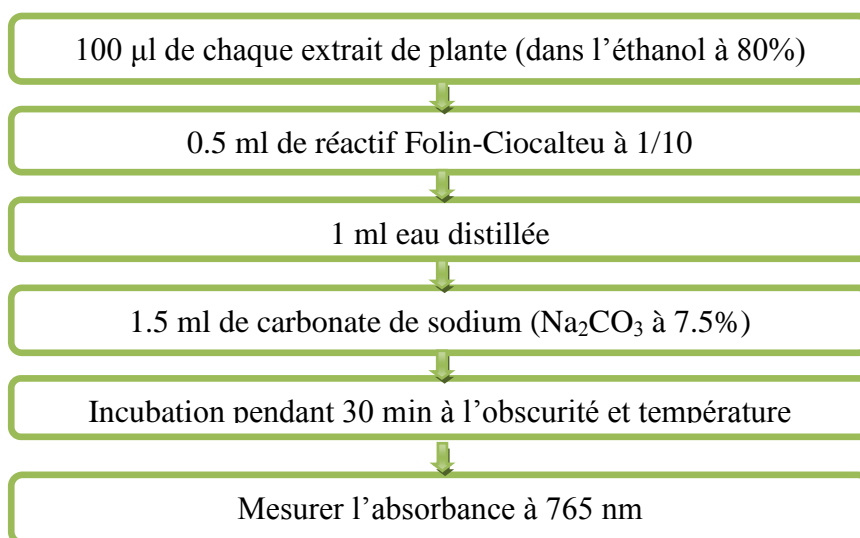


Schéma 1: Etapes du dosage des polyphénols totaux.

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (Figure 01, Annexe 01). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg éq AG / g de MS).

II.1.2.4. Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux des différents extraits a été déterminée selon une méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ décrite par Quettier-Deleu et al. (2000). En présence du trichlorure d'aluminium, les flavonoïdes sont capables de former un complexe acide stable de couleur jaunâtre, grâce à la présence des groupements orthodihydroxylés sur les noyaux A ou B et les groupements hydroxyles libres en position C3 et C5 ou le groupement cétonique en position C4, ce complexe peut être dosé par spectrophotométrie UV-visible à 430 nm. Les essais sont répétés trois fois.

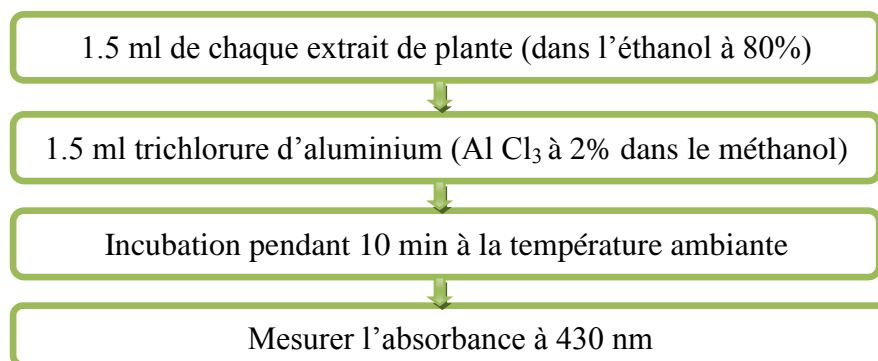


Schéma 02: Etapes du dosage des flavonoïdes.

La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (Figure 02, Annexe 01). Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de la quercétine par gramme de matière sèche (mg éq QR/ g de MS).

II.1.2.5. Dosage des tannins totaux

Les tanins totaux sont dosés par la procédure de Folin-Ciocalteu après leur précipitation par la gélatine en mélangeant 1 ml d'échantillon avec 1 ml eau distillée et 100 mg de gélatine. L'ensemble fut agité au vortex et maintenu à 4 °C pendant 15 min puis filtré sur papier filtre. Après récupération des surnageant (200 µl), ils sont dosés par la méthode de Folin-Ciocalteu comme précédemment décrit. Les essais sont répétés trois fois.

Les valeurs obtenues sont soustraites de la teneur des polyphénols totaux et les taux des tanins sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide tannique par gramme de matière sèche (mg eq AT/ g de MS).

II.1.2.6. Dosage des tanins condensés

La teneur en tanins condensés totaux des différents extraits a été déterminée selon une méthode colorimétrique à la vanilline en milieu acide décrite par Swain et Hillis (1956). En effet, la vanilline réagit avec les flavan 3-ols libres et les unités terminales des proanthocyanidines donnant une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle aux taux de flavanols présents dans le milieu et qui présente un maximum d'absorption à 500 nm.

Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme équivalent de catéchine par gramme matière sèche (mg EC/g de MS) en utilisant l'équation de la régression linéaire de courbe d'étalonnage établie avec la catéchine (Figure 03, Annexe 01).

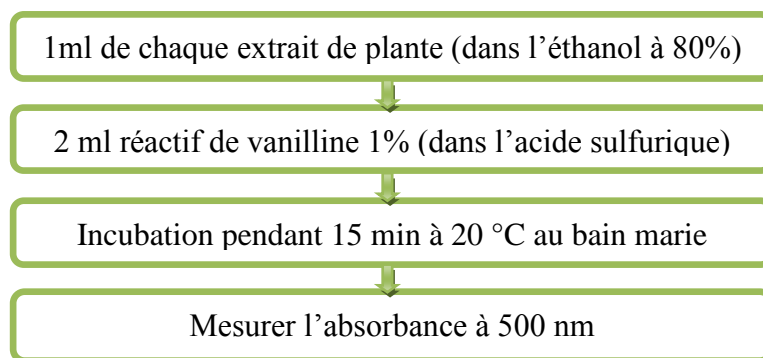


Schéma 03: Etapes de dosage des tanins condensés.

II.1.3. Evaluation de l'activité antioxydante

II.1.3.1. Test de phosphomolybdate

L'activité antioxydante totale de nos extraits, est évaluée par la méthode de réduction de phosphomolybdate par les antioxydants selon la méthode de Prieto *et al.* (1999). Le test consiste à introduire dans un tube 400 μl d'échantillon et mélanger à 4000 μl de réactif composé de H_2SO_4 (0,6 M), de Na_3PO_4 (28 M) et du molybdate d'ammonium (4 mM). Le tube est ensuite bien fermé puis incubé à 95°C pendant 60 minutes. Après refroidissement, l'absorbance est mesurée à 695 nm. Tous les essais sont répétés trois fois.

L'activité antioxydante totale de nos extraits est calculée en se référant à une gamme étalon de concentrations croissantes d'acide ascorbique (Figure 04, Annexe 1). Les résultats obtenus sont exprimés en microgramme équivalent d'acide ascorbique par gramme de matière sèche (mg éq AC/ g de MS).

II.1.3.2. Test d'ABTS

Le radical cation $\text{ABTS}^{\text{o}+}$ (l'acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) est stable sous sa forme libre. L'addition d'un antioxydant à une solution de ce radical cation entraîne sa réduction et une diminution de l'absorbance. Cette diminution dépend de la quantité des antioxydants présents dans le milieu (Mansour et al., 2011).

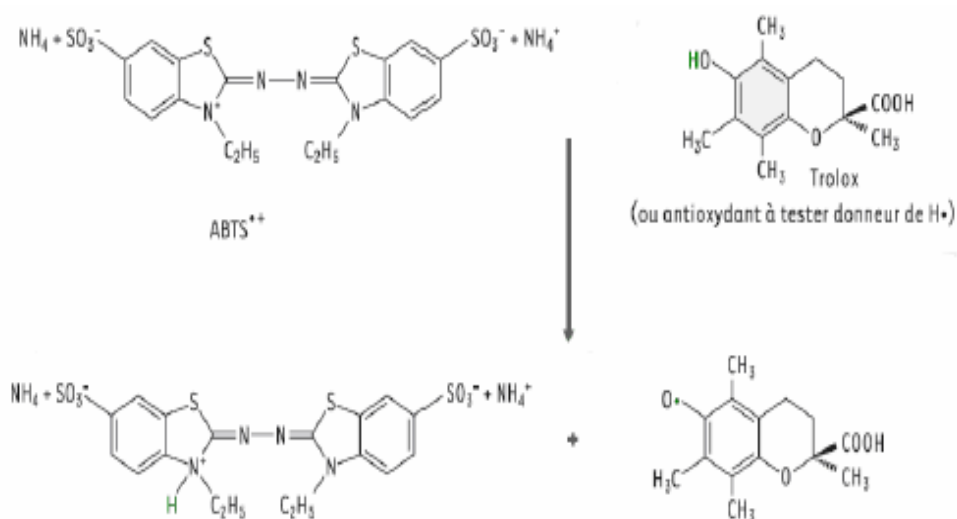


Figure 12: Réaction de réduction d'ABTS (Marc et al., 2004).

Le cation $\text{ABTS}^{\bullet+}$ est généré en mélangeant 8 mM de sel ABTS avec 3 mM de persulfate de potassium dans 25 ml d'eau distillée suivi d'une incubation 16 heures à température ambiante. La solution radicalaire $\text{ABTS}^{\bullet+}$ est diluée pour obtenir une absorbance de 0.7 ± 0.2 à 734 nm.

0.1 ml d'extrait de différentes concentrations est ajouté à 2,9 ml de la solution radicalaire $\text{ABTS}^{\bullet+}$. Le mélange est incubé à l'abri de la lumière pendant 5 min. L'absorbance du milieu réactionnel a été mesurée à 734 nm contre le méthanol. Cette activité est exprimée en EC50, qui correspond à une réduction de 50% de l'activité d' $\text{ABTS}^{\bullet+}$ dans le milieu réactionnel. Le pourcentage d'inhibition est déterminé selon l'équation suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = (\text{B} - \text{A}) / \text{B} \times 100$$

B : absorbance de 0,1 ml de méthanol + 2,9 ml d'une solution d'ABTS.

A : absorbance de l'échantillon + $\text{ABTS}^{\bullet+}$.

La capacité antioxydante d'un composé est d'autant plus élevée que son EC50 est petite.

II.1.4. Activité antibactérienne

La méthode de diffusion en milieu gélosé ou méthode de disque a été utilisée pour rechercher l'activité antibactérienne de nos extraits contre trois souches bactériennes 02 Gram+ (*Listeria monocytogenes* et *Bacillus subtilis*) et 01 Gram – d'*Escherichia coli*.

Tableau 02 : Souches microbiennes utilisées pour tester l'activité antimicrobienne.

Groupes de germes	Espèces	Codes
Bactérie Gram +	<i>Listeria monocytogenes</i>	ATCC 13932
	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633
Bactérie Gram -	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922

Après la stérilisation des matériels de travail, les souches bactériennes sont repiqués par la méthode d'inondation sur la surface du milieu gélose Muller Hinton en boîtes de Pétri (90 mm), on obtient des colonies après incubation à 37°C pendant 24h. Ces colonies qui aident pour préparer l'inoculum.

II.1.4.1. Préparation de l'inoculum bactérien

Après revivification des souches microbiennes conservées, les souches sont ensemencées sur des boîtes de pétri contenant une gélose Muller Hinton, puis incubées pendant 24 h à 37°C.

A partir d'une culture pure et jeune (âgée de 24 heures), 2 à 3 colonies bien isolées avec sont prélevées à l'aide d'une anse de platine et les transférer dans un tube contenant 10 ml de l'eau physiologique stérile. Après homogénéisation à l'aide d'un vortex, la densité bactérienne de la suspension a été ajustée à 0,5 Mc Ferland (10^6 à 10^8 UFC/ ml), équivalente à une densité optique de 0.08 à 0.1 lue à 600 nm.

II.1.4.2. Ensemencement

L'ensemencement des milieux de cultures (Muller Hinton) se fait par un écouvillon stérile imbibé de la suspension bactérienne déjà préparé.

II.1.4.3. AntibioGramme

Des disques de papier Wattman numéro 3 de 6 mm de diamètres stériles sont imbibés chacun avec 10 µl des solutions des extraits à tester avec différentes concentrations de 0.25 à 10 mg/ml dans le diméthylsulfoxyde (DMSO) ou DMSO (témoin négatif). Les disques chargés des principes actifs sont déposés à l'aide d'une pince stérile à la surface du milieu gélosé. Ils doivent être parfaitement appliqués à plat sans glissement en appuyant légèrement sur la surface du milieu. Afin de faciliter la diffusion des extraits des graines ; les boîtes sont déposées pour 25 minutes à 4°C (Annexe 2).

Les boîtes sont incubées 24 heures à 37 °C. Tous les essais sont répétés trois fois.

La détermination de l'activité antibactérienne se fait par la mesure de diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque (à l'aide d'une règle). La considération d'un extrait est actif si la mesure de la zone d'inhibition autour du disque dont le diamètre est plus de 8 mm et à l'inférieur du laquelle aucune croissance bactérienne n'est observée.

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Rendement d'extraction

Après la préparation des extraits par macération de la poudre végétale des parties aériennes de *T. gallica* et d'*O. europaea* dans l'éthanol à 80% et leurs filtrations, les filtrats obtenus sont concentrés à 40°C jusqu'à l'obtention des extraits bruts d'aspect visqueux et de couleur vert foncé, respectivement. Les rendements en extraits bruts d'*O. europaea* et de *T. gallica* sont de l'ordre de 3.65 et 2.66%, respectivement (tableau 02).

Tableau 03: Aspect, couleur et rendements en extraits bruts de macération des parties aériennes de *T. gallica* et *O. europaea* étudiées.

Plante	Aspect	Couleur	Rendement (%)
<i>T. gallica</i>	Visqueux	Vert foncé	3,65
<i>O. europaea</i>	Visqueux	Vert foncé	2,66

Par comparaison de nos résultats avec ceux de la littérature nous avons constaté une variation dans le rendement en extraits bruts des parties aériennes de *T. gallica* et *O. europaea* selon l'organe et l'origine de la plante. Arab et al. (2013), ont pu être récupérées des rendements plus importants en ces composés de l'ordre de 38.74 et de 35.72 % respectifs des feuilles d'olivier sauvage et cultivé récoltées dans la région de Tizi Ouzou.

La récupération des polyphénols des matières végétales est influencée par leur solubilité dans le solvant d'extraction, le type de solvant, le degré, de polymérisation des phénols avec d'autres constituants végétaux (Galvez et al., 2005). Des études ont rapporté que les hauts rendements sont habituellement obtenus avec l'éthanol et le méthanol et leur mélange avec l'eau (Santos et al., 2012; Touaibia et Chaouch, 2014), en effet, l'eau joue un rôle essentiel dans le processus d'extraction des polyphénols en augmentant leur diffusion dans les tissus végétaux.

III.2. Résultats d'analyse quantitative

III.2.1. Dosage des polyphénols totaux

Les teneurs en phénols totaux des extraits des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica* ont été déterminées en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu selon la méthode de Singleton et al. (1999). Les résultats obtenus sont représentés dans la figure ci-dessous :

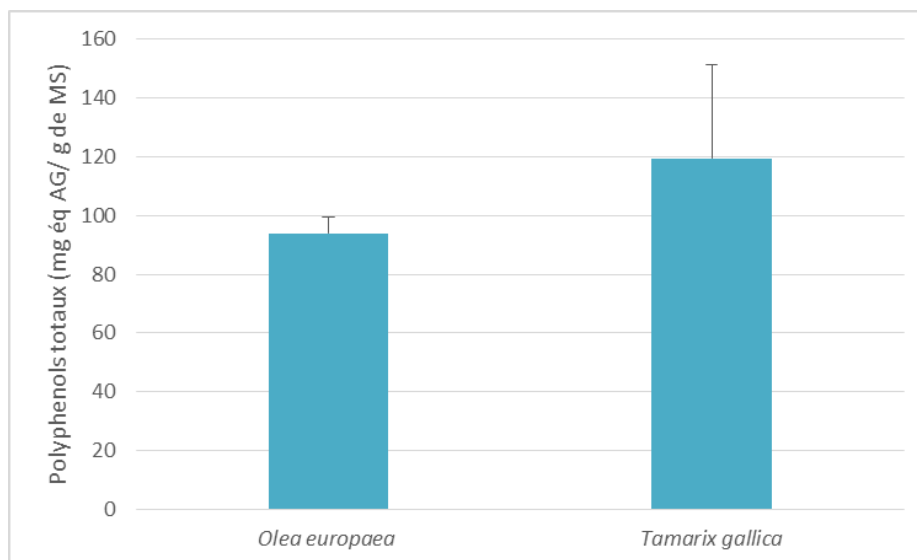


Figure 13 : Teneurs en polyphénols totaux des extraits bruts des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica*.

Les deux extraits analysés ont des quantités différentes en composés phénoliques totaux. L'extrait de *T. gallica* contient la plus grande quantité de (119,44 ± 32,08 mg éq AG/g de MS) par rapport à ceux obtenus d'*O. europaea* (93,83 ± 5,75 mg éq AG/g de MS).

Addab et al.(2020), ont enregistré des quantités plus élevées en polyphénols totaux des extraits hydro-éthanoliques (70%) des feuilles d'*O. europaea* récoltées dans la région de Mila (420.36 mg GAE/g MS), suivi de celles de la région de Batna (396.84 mg GAE /g MS), puis celles de Biskra (380.69 mg GAE/g MS) et enfin celles de Skikda (368.45 mg GAE/g MS), ces résultats sont supérieurs à ceux noté dans nos extraits. Fellah et al. (2019), ils ont indiqué que les parties aériennes des trois provenances de *T. gallica* (Oum El Bouaghi, El Taref et Ouargla) contiennent des teneurs des polyphénols totaux moins faibles comparant à nos résultats (039.32±0.15 mg GAE/g DW), (133.84±0.22 mg GAE/g DW), et (16.14±0.01 mg GAE/g DW) respectivement.

Les teneurs en polyphénols totaux varient qualitativement et quantitativement d'une plante à une autre, cela peut être attribué aux variations des facteurs climatiques et environnementaux de la zone géographique de récolte (Garcia-Gómez et al., 2003 ; Baccouri et al., 2007), le mode de séchage, le temps, le type de solvant d'extraction et les conditions de stockage (Baccouri et al., 2007 ; Rotondi et Magli, 2004 ; Miliuskas et al., 2004 ; Alupului, 2012).

III.2.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode de trichlorure d'aluminium (Quettier-Deleu et al., 2000) a été suivie pour le dosage des flavonoïdes de nos extraits. Les données enregistrées sont illustrées dans les histogrammes de la figure :

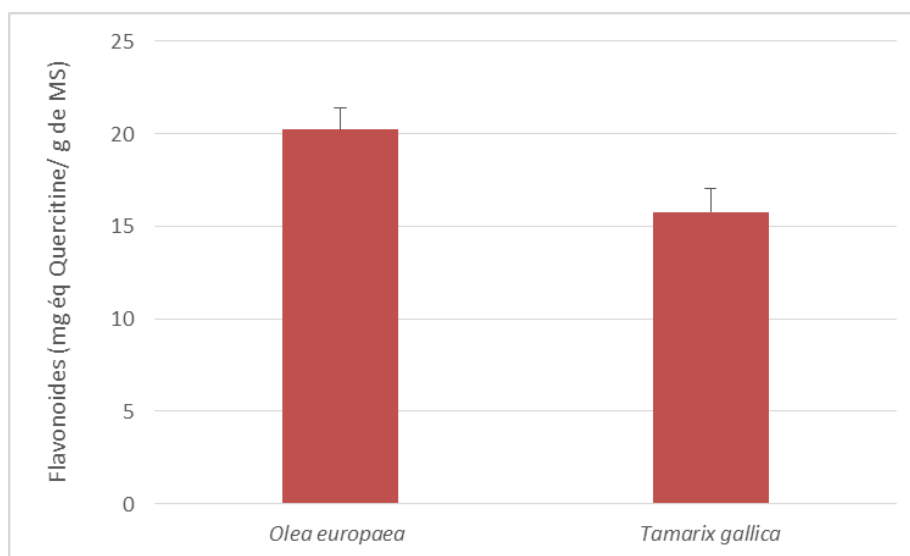


Figure 14: Teneurs en flavonoïde des extraits bruts des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica*.

Les quantités en flavonoïdes de l'extrait brut de la partie aérienne de *T. gallica* sont moins faibles ($15,78 \pm 1,27$ mg éq QE/g de MS) que celles trouvés dans ceux obtenus de la partie aérienne d'*O. europaea* ($20,23 \pm 1,16$ mg éq QE/g de MS).

Nashwa et Abdel-Aziz (2015), montrent que la teneur des flavonoïdes de l'extrait méthanolique des feuilles d'*O. europaea* d'Egypte est 21,45 mg EQ/g. Ces résultats sont

relativement similaires à ceux trouvés dans nos études. Ainsi, Lakache et al. (2021), ont montré que les teneurs en flavonoïdes de l'extrait méthanolique d'*O. europaea* originaire d'Alger sont nettement inférieures à celles estimées dans nos extraits ($7,19 \pm 0,19$ mg EQ/g d'extraits). Aussi, Salama et al. (2020), ils ont réalisé l'extraction des feuilles d'olivier collectées en Egypte par différents solvants: l'eau distillée, méthanol 80%, éthanol 80%, acétone 80%, ont trouvé des teneurs en flavonoïdes de (31.22 ± 0.11 , 105.19 ± 0.46 , 88.67 ± 0.11 et 68.00 ± 0.40 mg QE/ g DW, respectivement), nous observons que leurs résultats sont supérieurs à nos résultats.

Fellah et al. (2019), ont noté des teneurs en flavonoïdes de l'ordre de (16.51 ± 0.18 , 20.35 ± 0.13 , 17.20 ± 0.05 QE/ g DW) d'extraits aqueux des parties aériennes de *T.gallica* collectée dans les régions d'Oum El Bouaghi, El Taref et Ouargla, respectivement. Ces teneurs sont supérieures à celles obtenus par macération à l'éthanol de notre matériel végétale testé.

III.2.3. Dosage des tanins totaux

L'estimation quantitative du contenu en tanins totaux de nos extraits a été effectuée par la procédure de Folin-Ciocalteu après leur précipitation par la gélatine et soustraction de la quantité des composés phénoliques de celle non phénolique. Les résultats obtenus sont représentés dans les histogrammes ci-dessous :

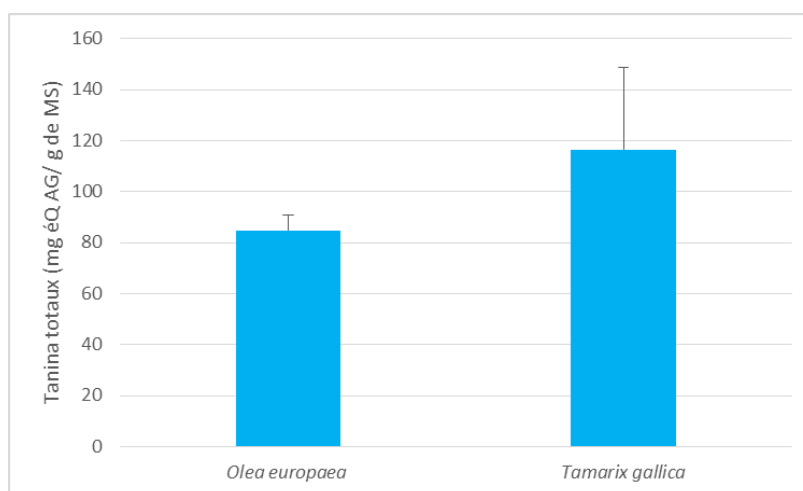


Figure 15 : Teneurs en tanins totaux des extraits bruts des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica*.

Au vu des histogrammes de la figure ci-dessus, il apparaît que les extraits préparés de la partie aérienne de *T. gallica* expriment une grande quantité des tanins totaux estimée de $94,81 \pm 26,12$ mg éq/g de MS, soit un taux d'abondance de 27,36 % comparant à celle enregistrée chez ceux obtenus d'*O. europaea*.

Dekdouk et al. (2015), rapportent des teneurs en tanins totaux plus élevées de l'ordre de $81,28 \pm 10,69$ mg TAE/g d'extrait dans l'extrait d'acétate d'éthyle obtenu par macération des olives. Aussi, Salama et al. (2020), ils ont réalisé l'extraction des feuilles d'olivier d'Egypte) par différents solvants: l'eau distillée, méthanol 80%, éthanol 80%, acétone 80%, ont trouvé les teneurs en tanins totaux de $30,92 \pm 0,28$, $51,03 \pm 0,28$, $48,39 \pm 0,28$ et $39,19 \pm 0,17$ mg TE/ g DW, respectivement. Ces résultats sont inférieurs à ceux exprimés dans nos extraits.

III.2.4. Dosage des tanins condensés

La teneur en tanins condensés de différents extraits a été déterminée selon la méthode colorimétrique à la vanilline en milieu acide. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure suivante :

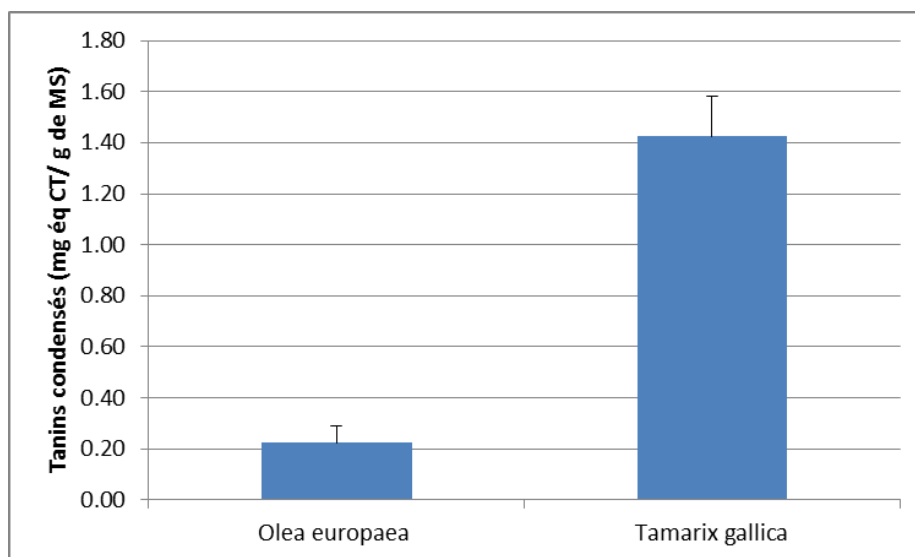


Figure 16: Teneur en tanins condensés des extraits bruts des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica*.

A partir des résultats illustrés dans la figure 16, nous constatons que les extraits éthanolique obtenus par macération de la partie aérienne de *T.gallica* représentent les extraits

les plus riches en tanins condensés avec une concentration évaluée de 01.43 ± 0.16 mg éq CT/g de MS en comparant à ceux issus d'*O.europaea* 0.22 ± 0.06 mg éq CT/g de MS.

Mansour-Gueddes et al. (2020), rapportent des teneurs en tanins condensés d'extraits aqueux obtenus par macération des feuilles d'*O. europaea* récoltée dans trois zones de Tunisie Nord (0.84 ± 0.00 mg EQ.g-1 DW), Centre (0.74 ± 1.36 mg EQ.g-1 DW) et Sud (0.24 ± 0.00 mg EQ.g-1 DW). Ces valeurs sont moins faibles que celles trouvées dans nos études. Ksouri et al. (2009), dans ces études sur les extraits méthanoliques des feuilles et des fleurs de *T.gallica* collecté dans au Sud de Tunis, ont trouvé que les teneurs en tanins condensés variantes entre les feuilles et les fleurs de l'ordre de (17.28 ± 1.55 mg CE/g DW) et (10.7 ± 1.95 mg CE/g DW) respectivement. Ces teneurs sont supérieures à celles noté dans nos travaux de recherche.

III.3. Résultats d'évaluation des activités biologiques

III.3.1. Activité antioxydante totale

III.3.1.1. Test phosphomolybdate

La méthode de réduction de phosphomolybdate par les antioxydants selon la méthode de Prieto et al. (1999), permis d'étudier l'activité antioxydante totale de nos extraits. Les résultats obtenus sont représentés dans le graphe suivant :

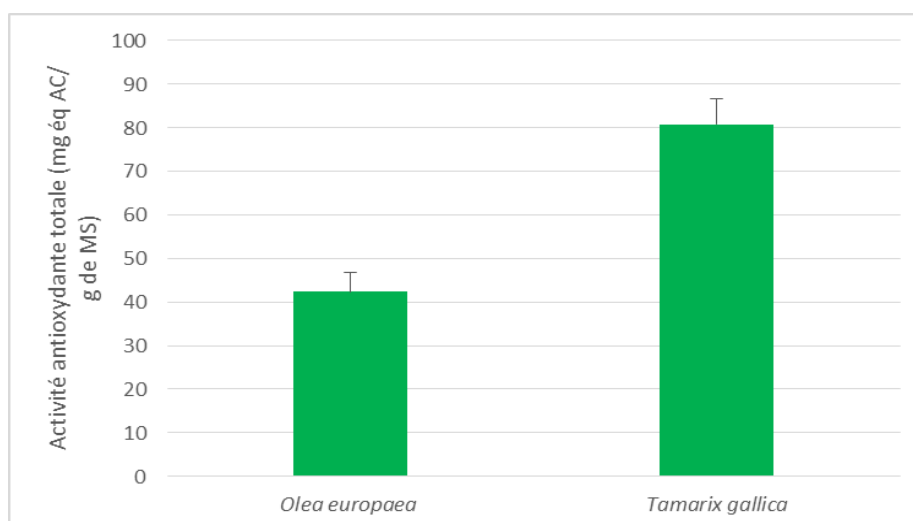


Figure 17 : Activité antioxydante des extraits bruts des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica*.

Après la mesure de la densité optique et l'estimation des pouvoirs réducteurs de nos extraits on trouve que l'extrait d'*O. europaea* est le moins doté en activité antioxydante ($42,85 \pm 04,37$ mg éq AC/g de MS) soit une capacité égale presque la moitié de celle notée chez les extraits issus de *T. gallica* ($80,82 \pm 05,69$ mg éq AC/g de MS).

Tabet et Boukhari (2018), ont signalé que l'extrait méthanolique des feuilles de *T.gallica* doté une activité antioxydante plus élevée avec 298.64 ± 7.72 mg AGE/ g MS.

III. 3.1.2. Pouvoir anti-radicalaire

L'ajout d'un antioxydant à une solution de radical cation $ABTS^{\circ+}$ causé sa réduction et la diminution de l'absorbance. Cette diminution est proportionnelle à la quantité des antioxydants présents dans les extraits. Les résultats obtenus sont exprimés en termes de concentration inhibitrice de 50% des radicaux (IC50), ils sont présentés dans les histogrammes suivants :

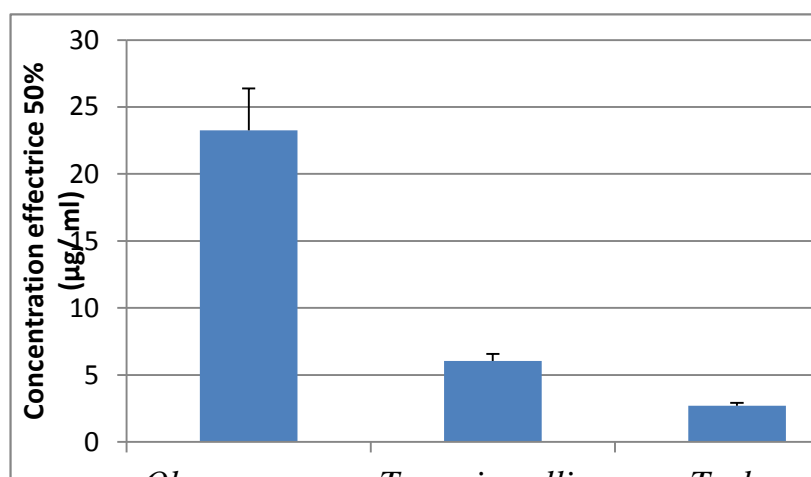


Figure 18: Pouvoir anti-radicalaire des extraits bruts des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica*.

L'examen de la figure 18 fait ressortir que l'espèce *O. europaea* présente une faible capacité à piéger le radical $ABTS^{\circ+}$ avec une IC50 de ($23 \pm 03,13$ µg/ ml). Les extraits préparés de *T. gallica* et trolox sont relativement plus efficaces dont les valeurs sont de l'ordre de ($06 \pm 0,53$ µg/ ml) et ($03 \pm 0,20$ µg/ ml) à peu près trois et six fois moins faible que celles enregistrées chez *O.europaea*.

Salama et al (2020), ils ont montré que les extraits aqueux, méthanolique et éthanolique des feuilles d'olivier ont des potentielles anti-radicalaires faibles de (190.95 ± 0.71 , 94.90 ± 0.43 et 95.82 ± 0.74 $\mu\text{g}/\text{ml}$, respectivement), à l'exception de ceux acétoniques qui sont les plus efficaces à piégeage les radicaux ABTS (20.13 ± 0.16 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Jdey et al. (2017), noté que les extraits hydroéthanoliques de la partie aérienne de *T. gallica* sont moins efficaces dans la réduction du radical ABTS avec IC 50 estimée de 270 $\mu\text{g}/\text{mL}$.

Les polyphénols sont des supports majeurs de l'activité antioxydante. Cette activité est directement liée à la structure phénolique qui confère à la molécule la capacité de générer des radicaux libres stabilisés par résonance (Yordi, 2012). Ces métabolites possèdent des groupes hydroxyles phénoliques (Ar-OH) qui peuvent donc fournir des hydrogènes pour neutraliser et stabiliser les radicaux libres. Le composé phénolique « radicalaire » résultant, est stabilisé par la délocalisation des électrons sur le cycle benzénique (Lü et al., 2010).

III.3.2. Activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica* a été réalisée par la méthode de diffusion en milieu gélosé (Mueller-Hinton). Qui se base sur la mesure des zones d'inhibition apparentes autour des disques chargés des extraits à tester *vis-à-vis* des trois souches de référenciées dont (02) bactéries Gram + (*Listeria monocytogenes* et *Bacillus subtilis*) et (01) bactéries Gram - *Escherichia Coli*. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 19.

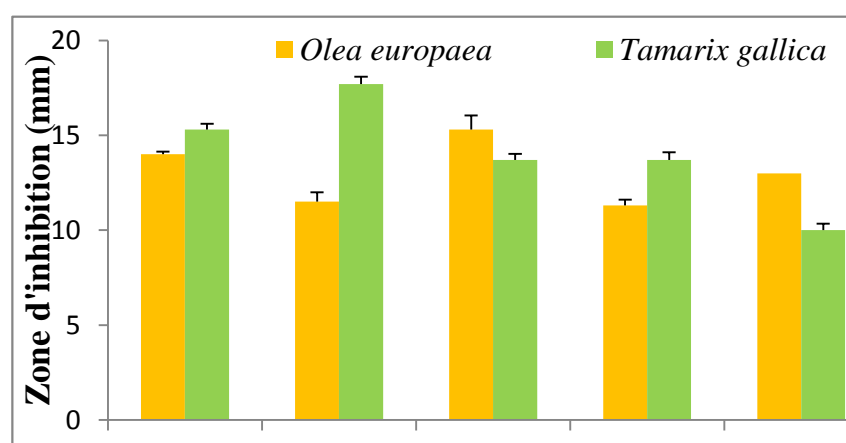


Figure 19: Résultats d'activité antibactérienne des extraits bruts des parties aériennes d'*O. europaea* et de *T. gallica*.

Les extraits testés présentent un léger pouvoir inhibiteur envers *Listeria monocytogenes* les extraits de *T. gallica* présentent un effet inhibiteur moyennement élevée de 15.3 ± 0.31 à 13.7 ± 0.40 mm comparant à ceux d'*Olea europaea* de 14 ± 0.14 à 11.3 ± 0.31 mm.

Il a noté que les extraits testés n'ont montré aucun effet inhibiteur contre *Escherichia Coli* et *Bacillus subtilis*.

Salama et al. (2020), ont signalé que les extraits éthanolique à 80% des feuilles d'olivier à une concentration de 200 µg/ml n'ont aucun effet inhibiteur sur *Escherichia Coli* et *Bacillus subtilis*. Par contre ils sont montrés un effet inhibiteur à des concentrations de 400 et 600 µg/ml sur *Escherichia Coli* et *Bacillus subtilis* avec des zones d'inhibition de (11.73 et 17.25mm) et (13.50 et 20.50 mm), respectivement.

Ksouri et al. (2009), ont constaté que les extraits méthanoliques des feuilles et des fleurs de *T. gallica* aux concentrations de 2, 4 et 100 mg/mL montrent des halo d'inhibition de 7,00 à 15,00 mm contre *S. aureus*.

L'activité antibactérienne de nos échantillons peut être expliquée par les résultats de l'analyse phytochimique. Les composés phénoliques naturels comme la catéchine, la quercétine et l'acide gallique étaient connus pour leur pouvoir antibactérien élevé, et à une activité contre les bactéries d'*E. coli*, *P. aeruginosa* et *S. aureus* (Rodriguez Vaquero et al., 2007). De plus, l'activité inhibitrice élevée des extraits de *T. gallica* peut être due à la richesse de ces organes en composés antibactériens notamment des acides phénoliques et des flavonoïdes.

Les souches Gram négatives étaient plus résistantes que les Gram positifs. Ceci peut s'expliquer par l'existence d'une seule couche externe de peptidoglycane qui n'est pas une barrière de perméabilité efficace (Tadeg et al., 2005). De plus, l'inhibition de la croissance pourrait être due à la perméabilité et à la destruction de la membrane microbienne, inhibition de la synthèse des acides nucléiques (Cushnie et Lamb, 2011).

Conclusion

Conclusion

Le présent travail vise à analyser la composition en métabolites phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins) des extraits hydroéthanoliques des parties aériennes de *T. gallica* et d'*O. europaea* récoltées dans la région de Mégarienne, ainsi que d'évaluer leurs potentiels antioxydants et antibactériens.

Les rendements d'extraction en extraits bruts sont de l'ordre de 2.67 et 3.67% successivement pour *T. gallica* et l'*O. europaea*.

L'analyse phytochimique a révélé la richesse de ces deux espèces en ces métabolites antioxydants, *T. gallica* est la plus riche en polyphénols, tannins totaux et condensés avec des pourcentages d'augmentation en faveur de cette espèce comparante d'*O. europaea*. A l'opposé, les flavonoïdes sont d'autant plus élevés dans les extraits d'*O. europaea* avec 20.23 ± 0.16 mg éq QR/g de MS.

La recherche de l'activité antioxydante totale par le test de réduction de phosphomolybdate a révélé que les extraits de *T. gallica* sont les plus puissants à réduire le molybdène avec 243 ± 0.69 mg éq AC/ g de MS.

Aussi cette même espèce est la plus apte à réduire l'ABTS avec une IC50 estimé de 0.06 ± 0.53 µg/ml.

L'activité antibactérienne évaluée suivant la méthode de diffusion sur disques a montré que nos extraits ont un effet inhibiteur envers *Listeria monocytogenes* plus particulièrement ceux obtenus à partir de *T. gallica* qui sont les plus efficaces.

Ces extraits n'ont montré aucune action contre *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis*. Ces résultats justifient, en partie, l'utilisation de ces plantes en médecine traditionnelle au Sahara. Il est donc impératif que des études analytiques structurales soient entreprises et approfondies afin de mettre en évidence les principaux principes actifs qui permettraient de résoudre de nombreux problèmes de santé humaine. Il est également envisageable d'élargir le domaine des tests biologiques pour rechercher par exemple des anti-inflammatoires, des antifongiques, des insecticides des inhibiteurs d'enzyme alpha amylase et glucosidase, des anticoagulants ou autres.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- **Achat S. 2013-** Polyphénols de l'alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Avignon.
- **Addab N., Fetni S., Hamlaoui F., Zerguine A., Mahloul K. 2020-** Evaluation comparative de l'activité anti-oxydante des extraits éthanoliques des feuilles d'Olea europaea L. de l'Est Algérien: Comparative evaluation of antioxidant activity of ethanolic extracts from leaves of Olea europaea L. from Eastern Algeria. Journal of the Faculty of Medicine of Oran 1, 4(2).
- **Agaié 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.
- **Aguilera-Carbo A., Augur C., Prado-Barragan L. A., Favela-Torres E., Aguilar C N. 2008-** Microbial production of ellagic acid and biodégradation of ellagitannins. Applied Microbiology and Biotechnology. 78: 189-199.
- **Alim A., Goze I., Goze H. M., Tepe B., Serkedjieva J. 2009-** In vitro antimicrobial and antiviral activities of the essential oil and various extracts of Salvia cedronella Boiss. Journal of Medicinal Plants Research, 3(5), 413-419.
- **Alupului A. 2012-** Microwave extraction of active principles from medicinal plants. U.P.B. Science Bulletin, Series B. 74(2).
- **Arab K., Bouchenak O., Yahiaoui K. 2013-** Évaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé. Afrique SCIENCE 09(3), 159 – 166.
- **Arfin T., Sonawane K., Tarannum A. 2019-** Review on detection of phenol in water. Adv. Mater. Lett, 10, 753-785.

B

- **Baccouri B, Zarrouk W, Krichene D, Nouairi I, Ben Youssef N, Daoud D, Zarrouk M.2007-** Influence of fruit ripening and Crop yield on chemical properties of

- virgin olive oils from seven selected Oleasters (*Olea europaea* L.). *J. Agro* ,6 (3): 388-396
- **Balasundram N., Sundram K., Samman S. 2006-** Phenolic compounds in plants and agriindustrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 99: 191–203.
 - **Banavente-Garcia O, Castillos J, Lorente J, Ortuno A. Del Rio JA. 2000-** Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food Chem*. 68: 457-462.
 - **Bernard F.X., Sablé S., Cameron B., Provost J., Desnottes J.F., Crouzet J., Blanche F. 1997-** Glycosylated flavones as selective inhibitors of topoisomerase IV. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 41(5), 992–998.
 - **Bhat S. V., Nagasampagi B. A., Sivakumar M. 2005-** Chemistry of Natural Products. Narosa, New Delhi, India. Ch. 4, 237.
 - **Borrelli G. M., Trono D. 2016-** Molecular approaches to genetically improve the accumulation of health-promoting secondary metabolites in staple crops—A case study: The Lipoxygenase-B1 genes and regulation of the carotenoid content in pasta products. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(7), 1177.
 - **Brahmkshatriya P.P, Brahmkshatriya P.S. 2013-** "Terpènes : chimie, rôle biologique et applications thérapeutiques", dans *Produits naturels : phytochimie, botanique et métabolisme des alcaloïdes, des composés phénoliques et des terpènes*. Éditeurs R. Kishan Gopal et M. Jean-Michel (Berlin, Allemagne : Springer Berlin Heidelberg), 2665–2691.
 - **Brouillard R. 1986-** The flavonoids *Advances. Research science*: 525-538 p.
 - **Brudzynski K., Abubaker K., Miotto D. 2012-** Unraveling a mechanism of honey antibacterial action: Polyphenol/H₂O₂-induced oxidative effect on bacterial cell growth and on DNA degradation. *Food Chemistry*, 133(2), 329–336.
 - **Bruneton J. 1999-** *Phytochimie. Plantes médicinales. Pharmacognosie*. 3^{ème} édition, Paris, France. pp : 125165.

- **Bruneton J. 2008-** Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. Ed: Tec et Doc. Lavoisier, Paris. pp 198-260.
- **Bruneton J. 2009-** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales (4e éd.). Paris, France: Lavoisier.
- **Bruyne T., Pieters L., Deelstra H. Vlietink A. 1999-** Condensed vegetable tannins: Biodiversity in structure and biological activities. *Biochemical Systematic and Ecology*. 27: 445- 459.
- **Buchanan B., Gruissem W., Jones R. 2000-** Biochemistry and molecular biology of plants (1e éd.). Maryland, USA: American society of plant physiologists.
- **Burt S. 2004-**Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.

C

- **Chaieb I. 2010-** Saponins as insecticides: a review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(1), 39-50.
- **Chebaibi A., Rhazi F., Lahlou amine I., Chahlaoui A., L'kassmi H. 2007-** Etude de l'activité antimicrobienne des feuilles de l'olivier (*Olea europaea L.*). Journée Scientifique « Ressources Naturelles et Antibiothérapie», 22 Juin 2007, Faculté des Sciences – Kenitra.
- **Cehma A., Djebar M.R. 2008-** Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 17, 36-45.
- **Chinnam N., Dadi P.K., Sabri S.A., Ahmad M., Kabir M.A., Ahmad Z. 2010-** Dietary bioflavonoids inhibit *Escherichia coli* ATP synthase in a differential manner. *International Journal of Biological Macromolecules*, 46(5), 478–486.
- **Chira K., Suh J.H., Saucier, C., Teissèdre P.L. 2008-** Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 6(2), 75-82.

- **Ciceral S.R.S.J., Lucas L.J., Keast R.S.J. 2012-** Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil. *Current opinion in biotechnology*, 23(2), 129-135.
- **Clifford M.N. 1999-** Appendix 1. A nomenclature for phenols with special reference to tea Washington, DC, CRC Press, Boca Raton Florida. 41 (5): 393-397.
- **Covas M.I. Nyssönen K., Poulsen HE. Kaikkonen J. Zunft H.J., Kiesewetter H. 2006-**The effect of polyphenols in olive on heart disease risk factors: a randomized trial. *Ann. Intern. Med.*, 145, 333-341.
- **Cowan M.M. 1999-** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12: 564-582.
- **Crozier A. 2003-** Classification and biosynthesis of secondary plant products: an overview. In *Plants” Diet and Health”*. Ed. Goldberg. pp: 27- 48.
- **Cushnie T.P.T., Lamb A.J. 2011-** Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *Int. J. Antimicrob. Agents* 38, 99–107.

D

- **D’Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R., Gargiulo R., Giovannini C., Masella R. 2007-** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-dellIstituto-Superiore-di-Sanità*. 43(4): 348-361.
- **Da O., Coulibaly M.T., 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.
- **Dangles O. 2006-** Propriétés chimiques des polyphénols dans les polyphénols en agroalimentaire. *Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires*. Lavoisier. 29-50.
- **Dangles O., Dufour C. 2006-** Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications. Eds Andersen O. and Markham K. CRC Press, Boca Raton. Chapter 9: p 443-469.

- **Dangles O., Dufour C. 2008-** Flavonoid-protein binding processes and their potential impact on human health. In *Recent Advances in Polyphenol Research*. Blackwell Publishing: Oxford. 01: 67-87.
- **Dangles O., Dufour C. 2008-** Recent advances in Polyphenol Research. Chapter 3: 67-87.
- **Dekdouk N., Malafronte N., Russo D., Faraone I., De Tommasi N., Ameddah S., Milella L. 2015-** Phenolic compounds from *Olea europaea* L. possess antioxidant activity and inhibit carbohydrate metabolizing enzymes in vitro. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- **Dembinska-Kiec A., Mykkänen O., Kiec-Wilk B., Mykkänen H. 2008-** Antioxidant phytochemicals against type 2 diabetes. *British Journal of Nutrition*. 99: ES109-ES117.
- **Dewick P.M. 2002-** *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach*; John Wiley et sons: Hoboken, NJ, USA.
- **Dewick P. M. 2001-** *Medicinal Natural Products*. Wiley. Ch. 6, 291.
- **Dongock D.N., Bonyo A.L., Mapongmestem P.M., 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.
- **Druzyńska B., Stepnińska A. Wolosiak R. 2007-** The influence of time and type of solvent on efficiency of the extraction of polyphenols from green tea and antioxidant properties obtained extracts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 6: 27-36.

E

- **Elmtili N., Ben Larbi Zarki K. 2010-** Les plantes Médicinales du Maroc: Quelle stratégie biotechnologique?. *Cahiers UAE*, 4(5), 1-4.

F

- **Fellah O., Hameurlaine S., Djermane M., Tahar W., Altun M., Gherraf N., Nieto G. 2019-** Water Extract of L. as effective Agents against C6 and HeLa tumor cell lines. *Acta Scientifica Naturalis*, 6(2), 1-13.
- **Fiorucci S., Golebiowski J., Cabrol-Bass D., Antonczak S. 2007-** DFT study of quercetin activated forms involved in antiradical, antioxidant, and prooxidant biological processes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 55: 903-911.

G

- **Galvez C.G., Martin-Cordero P., Houghton A.M. 2005-** Antioxidant activity of methanol extracts obtained from *Plantago* species, *J. Agric. Food Chem.* 53, 1927-1933.
- **Garcia-Brugger A., Lamotte O., Vandelle E., Bourque S., Lecourieux D., Poinssot B., Wendehenne D., Pugin A. 2006-** Early signaling events induced by elicitors of plant defenses. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 19, 711–724.
- **Garcia-Gómez A, Roig A, Bernal M.P. 2003-** Composting of the solid fraction of olive mill wastewater with olive leaves: organic matter degradation and biological activity. *Bioresource Technology*. 86 (1): 59-64.
- **Garcia-Lafuente A., Guillamon E., Villares A. 2009-** Flavonoids as antiinflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease. *Inflammation Research*. 58: 537-552.
- **Ghedira, K. 2008-** L'olivier. *Phytothérapie*, 6(2), 83-89.
- **Gonzalez M., Zarzuelo A., Gamez M.J., Utrilla M.P., Jimenez J., Osuna I. 1992-** Hypoglycemic activity of olive leaf. *Planta medica*, 58(06), 513-515.
- **Gonzalez-Gallego J., Garcia-Mediavilla M.V., Sanchez-Campos S., Tunon M.J. 2010-** Fruit polyphenols, immunity and inflammation. *British Journal of Nutrition*. 104: S15-S27.
- **Guignard J.L. 1996-** *Abrégé de biochimie végétale*, Ed. Masson, Paris, 160 p.

- **Guinard J.L., Dupont F. 2004-** Botanique : Systématique moléculaire, 13^édition, Masson, Paris, 285 pages.

H

- **Haddouchi F., Chaouche T. M., Ksouri R., Medini F., Sekkal F. Z., Benmansour A. 2014-** Antioxidant activity profiling by spectrophotometric methods of aqueous methanolic extracts of *Helichrysum stoechas* subsp. *rupestre* and *Phagnalon saxatile* subsp. *saxatile*. Chinese journal of natural medicines, 12(6), 415-422.
- **Halliwell B. 1994-** Free radicals and antioxidants: A personal view. Nutrition Reviews. 52:253-265.
- **Hamdi H.K., Castellon R. 2005-** Oleuropein, a non-toxic olive iridoid, is an anti-tumor agent and cytoskeleton disruptor. Biochemical and biophysical research communications, 334(3), 769-778.
- **Han X.H., Hong S.S., Hwang J.S., Lee M.K., Hwang B.Y., Ro J.S. 2007-** Monoamine oxidase inhibitory components from *Cayratia japonica*. Archives Pharmacal Research. 30: 07- 13.
- **Haraguchi H., Tanimoto K., Tamura Y., Mizutani K., Kinoshita T. 1995-** Mode of antibacterial action of retrochalcones from *Glycyrrhiza inflata*. Phytochemistry, 48(1), 125–129.
- **Harbone J B, Grayer R J, 1988.** The flavonoids, Advances. Research science: 1-20 p.
- **Harbone J.B. 1967-** Comparative biochemistry of the flavonoides. Academic press. New York, 1-130 p.
- **Hartmann T. 2007-** From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. Phytochemistry 68: 2831 - 2846.
- **Hashmi M. A., Khan A., Hanif M., Farooq U., Perveen S. 2015-** Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of *Olea europaea* (olive). Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.

- **Havsteen B-H. 2002-** The biochemistry and medical significance of flavonoids. *Pharmacology and Therapeutics*. 96: 67-202.
- **He Z., Xia W., Chen J. 2008-** Isolation and structure elucidation of phenolics compounds in Chinese olive (*Cnarium album* L.) fruit. *European Food Research and Technology*. 226: 1191-1196.
- **Heim K.E., Tagliaferro A.R., Bobilya D.J. 2002-** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 572-584.
- **Helander I. M., Alakomi H.L., Latva-Kala K., Mattila-Sandholm T., Pol I., Smid E.J., von Wright A. 1998-** Characterization of the action of selected essential oil components on gram negative bacteria. *J. Agric. Food Chem.*, 46(9), 3590–3595.
- **Herms D. A., Mattson W. J. 1992-** "The dilemma of plants: to grow or defend". *The quarterly Review of Biology*. 67(3): 283-335.

I

- **Ionescu D., Aldea I. M., Bleotu C., Economescu M. C., Matei L., Rizea G. D., Mihele, D. 2014-** Evaluation of antiviral and cytotoxic activities of *Tamarix gallica* and *Silybum marianum* extracts. *Farmacia*, 62(2), 329-340.

J

- **Jdey A., Falleh H., Jannet S. B., Hammi K. M., Dauvergne X., Ksouri R., Magné C. 2017-** Phytochemical investigation and antioxidant, antibacterial and anti-tyrosinase performances of six medicinal halophytes. *South African Journal of Botany*, 112, 508-514.
- **Jeandet P., Bessis R., Gautheron B. 1991-** The production of resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages. *American Journal of Enology and Viticulture*. 42, 41-46.
- **Jovanovic S.V., Steenken S., Tosic M., Marjanovic B., Simic M.G. 1994-** Flavonoids as antioxidants. *Journal of the American Chemistry Society*. 116: 4846-4851.

- **Juven B.J., Kanner J., Schved F., Weisslowicz H. 1994-** Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied Bacteriology*, 76, 626– 631.

K

- **Kalamurfi M., Mujahid M., Badruddeen, J., Khalid M., Khan, M. I., Usmani, A. 2016-** *Tamarix gallica*: For traditional uses, phytochemical and pharmacological potentials. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(1), 809-814.
- **Karlsen A., Retterstøl L., Laake P., Paur I., Kjølrsrud-Bøhn S., Sandvik L., Blomhoff, R. 2007-** Anthocyanins inhibit nuclear factor- κ B activation in monocytes and reduce plasma concentrations of pro-inflammatory mediators in healthy adults. *The Journal of nutrition*, 137(8), 1951-1954.
- **Komaroz, M., 1949-** *Flora USSR*. L. Academ. Nauk, USSR, pp. 290 – 321
- **Konkon, N. G., Simaga, D., Adjoungova, A. L., N'Guessan, K. E., Zirihi, G. N., & Kone, B. D. 2006-** Etude Phytochimique de *Mitragyna inermis* (Willd.) O. Ktze (Rubiaceae), plante à feuille antidiabétique. *Pharm. Méd. Trad. Afr*, 14, 73-80.
- **Ksouri R., Falleh H., Megdiche W., Trabelsi N., Mhamdi B., Chaieb K., Abdelly C. 2009-** Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical toxicology*, 47(8), 2083-2091.
- **Kulma A. Szopa J. 2007-** Catecholamines are active compounds in plants. *Plant Sci*.

L

- **Lakache Z., Tigrine C., Aliboudhar H., Kameli A. 2021-** Composition chimique, activités anti-inflammatoire, antalgique et cytotoxique in vivo de l'extrait méthanolique des feuilles d'*Olea europaea*. *Phytothérapie*, 19(2), 83-92.
- **Lambert R.J.W., Stratford M. 1999-** Weak-acid preservatives: Modelling microbial inhibition and response. *Journal of Applied Microbiology*, 86(1), 157–164.

- **Leopoldini M., Russo N., Toscano M. 2011-** The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants. *Food Chemistry*. 125: 288-306.
- **Lin C., Chen C., Liang Y., Lin J. 2002-** Molecular modeling of flavonoids that inhibits xanthine oxidase. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 294: 167-172.
- **Lin D., Xiao M., Zhao J., Li Z., Xing B., Li X., Zhang Q., Liu Y., Chen H., Qin W., Wu H., Chen S. 2016-** An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*, 21(10), 1374., 172, 433-440.
- **Linden L., Lorient D. 1994-** *Biochimie agro-industrielle-Valorisation alimentaire de la production agricole*. ED : Masson. Paris. Milan. Barcelone, 359p.
- **Long H.S., Tilney P.M. Van Wyk B.E. 2010-** The ethnobotany and pharmacognosy of *Olea europaea* subsp. *africana* (Oleaceae). *South African Journal of Botany*. 76 (02): 167-420.

M

- **Macheix J.-J., Fleuriet A. Jay-Allemand C. 2005-** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Lausanne, Suisse : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- **Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. 2004-** Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. 79: 727-747.
- **Marc, F., Davin, A., Deglene-Benbrahim, L., Ferrand, C., Baccaunaud, M., & Fritsch, P. 2004-** Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *M/S: médecine sciences*, 20(4), 458-463.
- **Mansour-Gueddes S. B., Saidana-Naija D., Bchir A., Braham M. 2020-** Climate change effects on phytochemical compounds and antioxidant activity of *Olea europaea* L. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(1), 436-455.

- **Martin S., Andriantsitohaina R. 2002-** Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphenols on the endothelium. *Annales de Cardiologie et d'Angiologie*. 51: 304-315.
- **Medina J.H., Viola H., Wolfman C., Marder M., Wasowski C., Calvo D. Paladini A.C. 1997-** Overview—flavonoids: A new family of benzodiazepine receptor ligands. *Neurochem. Res.* 22, 419–425.
- **Medini F., Fellah H., Ksouri R., Abdelly C. 2014-** Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant and antimicrobial activities of organic extracts of shoots of the plant *Limonium delicatulum*. *Journal of Taibah University for science*, 8(3), 216-224.
- **Michalowicz J., Duda W. 2007-** Phenols--Sources and Toxicity. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16(3).
- **Micol V., Caturia N., Perez-Fons L., Mas V., Perez L. et Estepa A. 2005-** The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic septicaemia Rhadovirus (VHSV). *Antiviral Research*, 66: 129-136
- **Miliauskas G, Venskutonis P.R, Van Beek T.A. 2004-** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food chemistry*. 85 (2): 231-237.
- **Mompon B., Lemaire B., Mengal P., Surbel D. 1996-** Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. IN « Polyphénols 96 ». Ed INRA. 31-35.
- **Mori A., Nishino C., Enoki N., Tawata S. 1987-** Antibacterial activity and mode of action of plant flavonoids against *Proteus vulgaris* and *Staphylococcus aureus*. *Phytochemistry*, 26(8), 2231– 2234.

N

- **N'Guessan K, Kadja B, Zirihi GN, Traoré D, Aké-assi L. 2009-** Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes. *Sciences - Nature*, 6: 1-15.

- **Naczk M., Shahidi F. 2006-** Phenolics in cereal, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 41, 1523-1542.
- **Nagao A., Seki M., Kobayashi H. 1999-** Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 63(10), 1787-1790.
- **Naïtali M., Dubois-Brissonnet F. 2017-** Développement des microorganismes pathogènes dans les aliments.
- **Nashwa F.M, Abdel-Aziz M.E 2014-** Efficiency of olive (*Olea europaea* L.) leaf extract as antioxidant and anticancer agents. *J Agroalimnt Processes Technol* 20:46–53.
- **Niang L., Ali M. S., Ayessou N. C. M., CISSE M., Diop C. M. 2021-** Composition en métabolites secondaires et en minéraux de deux plantes médicinales: *Bauhinia rufescens* Lam et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. *Afrique SCIENCE*, 19(2), 126-135.

O

- **O’Connell J.E., Fox P.F. 2001-** Signification and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk dairy products: a review. *International Dairy Journal*. 11(3): 103-120.
- **Oksman-Caldentey KM., Inzé D. 2004-** Plant cell factories in the post-genomic era: new ways to produce designer secondary metabolites. *Trends in plant science*, 9(9):433-440.
- **Ouédraogo B., Yoda J., Kini B.F., 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.
- **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.

P

- **Parr A.J., Bolwell G.P. 2000-** Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 985-1012.
- **Pelt J.M. 1980-** Les drogues. Leur histoire, leurs effets, Ed. Doin.
- **Pietta P.G. 2000-** Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Production*. 63: 1035-1042.
- **Plaper A., Golob M., Hafner I., Oblak M., Šolmajer T., Jerala R. 2003-** Characterization of quercetin binding site on DNA gyrase. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 306(2), 530–536.

R

- **Raja P. B., Rahim A. A., Qureshi A. K., Awang, K. 2014-** Green synthesis of silver nanoparticles using tannins. *Materials Science-Poland*, 32(3), 408-413.
- **Rao SR, Ravishankar G.A. 2002-** Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology advances*. 20(2):101-153.
- **Ribeiro de Lima M.T., Waffo-Teguo P., Teissedre P.L., Pujolas A., Vercauteren J., Cabanis J.C., Merillon J.M. 1999-** Determination of stilbenes (trans-astringin, cis- and trans-piceid, and cis- and trans-resveratrol) in portuguese wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 2666-2670.
- **Ribereau G.P. 1968-** Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, Paris, 254 p.
- **Ribereau-Gayon P. 1968-** Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod. Paris. pp: 173-201.
- **Rodriguez Vaquero M.J., Alberto M.R., Manca de Nadra M.C. 2007-** Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines. *Food Control* 18, 93–101.

- **Rotondi A., Magli M. 2004-** Ripening of olives var. correggiolo: modification of oxidative stability of oils during fruit ripening and oil storage. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2(3et 4), 193-199.
- **Ruckebusch Y. 1979-** Le dépistage des effets indésirables des médicaments. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 132(1), 61-64.

S

- **Salama Z. A., Aboul-Enein A. M., Gaafar A. A., Asker M. S., Aly H. F., Ahmed H. A. 2020-** In-vitro antioxidant, antimicrobial and anticancer activities of banana leaves (*Musa acuminata*) and olive leaves (*Olea europaea* L.) as by-products. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 13(2), 687-696.
- **Salas-Salvadó J., Fernández-Ballart J., Ros, E., Martínez-Gonzalez M. A., Fitó M., Estruch R. 2008-** PREDIMED Study Investigators. Effect of a Mediterranean diet supplemented with nuts on metabolic syndrome status: one-year results of the PREDIMED randomized trial. *Archives of internal medicine*, 168(22), 2449-2458.
- **Sanogo R. 2006-** Le rôle des plantes en médecine traditionnelle. Développement, environnement et santé. 10e Ecole d'Eté de l'IEPF et du SIFEE, Bamako, du, 6.
- **Santos R. D., Shetty K., Cecchini A. L., Silva Miglioranza L. H. 2012-** Phenolic compounds and total antioxidant activity determination in rosemary and oregano extracts and its use in cheese spread. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(2), 655-666.
- **Scalbert A., Manach C., Morand C., Remesy C., Jimenez L. 2005-** Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 45: 287-306.
- **Sehrawat A., Sultana S. 2006-** *Tamarix gallica* ameliorates thioacetamide-induced hepatic oxidative stress and hyperproliferative response in Wistar rats. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 21(2), 215-223.
- **Shahidi F., Yeo J. 2016-** Insoluble-bound phenolics in food. *Molecules*, 21(9), 1216.
- **Sharma, S.K., Parmar, V.S., 1998.** Novel constituents of *Tamarix* species. *Journal of Scientific and Industrial Research* 57, 873 – 890. Smith, R.C., Reeves, J.C., Dage,

- R.C., Schnettler, R.A., 1987. Antioxidant properties of 2-imidazolones and 2-imidazolthiones. *Biochemical Pharmacology* 36, 1457 – 1460.
- **Silva S., Gomes L., Leitao F., Bronse M., Caelho A.V., Boas V. 2010-** Secoiridoids in olive seed: characterization of nüzhenide and 11-methyl oleosides by liquid chromatography with diode array and mass spectrometry. *Grassasy Aceittes*. 61 (02): 157-164.
 - **Skerget M., Kotnik P., Hadolin B., Hras A.R., Simonic M., Knez Z. 2005-** Phenols, proanthocyanidines, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89: 191-198.
 - **Sofowora A. 2010-**Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. KARTHALA Editions.
 - **Sokolov, L.D., 1986.** Rastitelnye USSR. L. Academ. Nauk, USSR, pp. 100 – 105.
 - **Swain T., Hillis W.E., 1956.** The phenolics constituents of prunus domestica -1- the quantitative analysis of phenolics constituents. *J. of the Sei. of Food and Agric.*:10-13.
- T**
- **Tabet A., Boukhari A. 2018-** Antioxidant and antibacterial activities of two Algerian halophytes. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 50(1), 114-121.
 - **Tadeg H., Mohammed E., Asres K., Gebre-Mariam T. 2005-** Antimicrobial activities of some selected traditional Ethiopian medicinal plants used in the treatment of skin disorders. *J. Ethnopharmacol.* 100, 168–175.
 - **Thakur G.S., Sharma R., Sanodiya B.S, Baghel R., Thakur R., Singh B.N., Bisen P.S. 2013-** In vitro induction of tuber formation for the synthesis of secondary metabolites in *Chlorophytum borivilianum* Sant. et Fernand. *African journal of Biotechnology*. 12(20).
 - **Tissot P. 1937-** L'Olivier dans le bassin méditerranéen. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 17(192), 586-610.

- **Touaibia M, Chaouch F.Z. 2014-** Evaluation de l'activité anti-oxydante des extraits aqueux, méthanolique et éthanolique de l'espèce saharo-endémique *Myrtus nivellei* Batt et Trab. (Myrtaceae) [Evaluation of the antioxidant activity of aqueous, methanolic and ethanolic extracts of the Sahara-endemic species *Myrtus nivellei* Batt and Trab. (Myrtaceae)]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 6 (3): 407.
- **Tsao R., Yang R. 2003-** Optimization of a new mobile phase to know the complex and real polyphenolic composition: towards a total phenolic index using high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1018(1), 29-40.

U

- **Ultee A., Bennik M.H.J., Moezelaar R. 2002-** The Phenolic Hydroxyl Group of Carvacrol Is Essential for Action against the Food-Borne Pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(4), 1561–1568.

V

- **Vermerris W., Nicholson R. 2008-** Isolation and identification of phenolic compounds. In *Phenolic compound biochemistry* (pp. 151-196). Springer, Dordrecht.

W

- **Wolfgang L., Dieter P. 2010-** Gros plan sur les plantes de Méditerranée- sur les guides Nathan, 10165758, Clerc s.a.s 18200 Saint-Amand-Montrond, France, 255 pages.

Y

- **Yang J., Xian M., Su S., Zhao G., Nie Q., Jiang X., Liu, W. 2012-** Enhancing production of bio-isoprene using hybrid MVA pathway and isoprene synthase in *E. coli*. *PloS one*, 7(4), e33509.
- **Yordi, E. G., E. M. Pérez, M. J. Matos and E. U. Villares. 2012-** Antioxidant and Pro-Oxidant Effects of Polyphenolic Compounds and Structure-Activity Relationship Evidence. Chapter 2, INTECH. DOI: 10.5772/29471

Z

- **Zirihi G.N, Datté J.Y, Kra-Adou K.M, Grellier P. 2007-** Phytochemical and pharmacological studies of the alcoholic extract (MFA) of *Fagara macrophylla* (Oliv.) Engl. (Rutaceae): the chemical structure of the active compound inducing antipaludic activity. *Journal of Chinese Clinical Medicine*, 2 : 205-210.
- **Zirihi G.N, Grellier P, Guédé-Guina F, Bodo B, Lengo M., 2005-** Isolation, Characterisation and antiplasmodial activity of steroidal alkaloids from *Funtumia elastic* (Preuss) Stapf. *Biorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 15: 2637-2640.
- **Zirihi G.N. 2006-** Études botanique, pharmacologique et phytochimique de quelques plantes Médicinales anti-paludiques et/ou immunogènes utilisées chez les Bété du Département d'Issia, dans l'ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'État, Université de Cocody Abidjan, UFR Biosciences. 126p.
- **Zwenger S., Basu C. 2008-** Plant terpenoids: applications and future potentials. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*, 3(1), 1.

Annexe 01

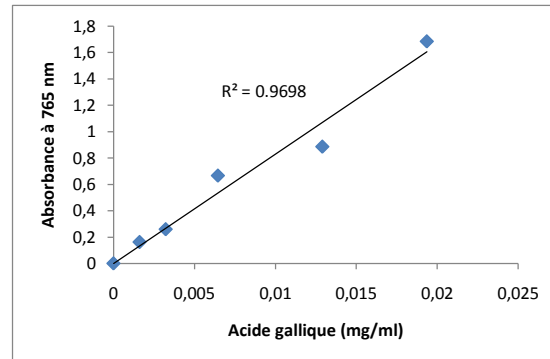


Figure 01 : Droite d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

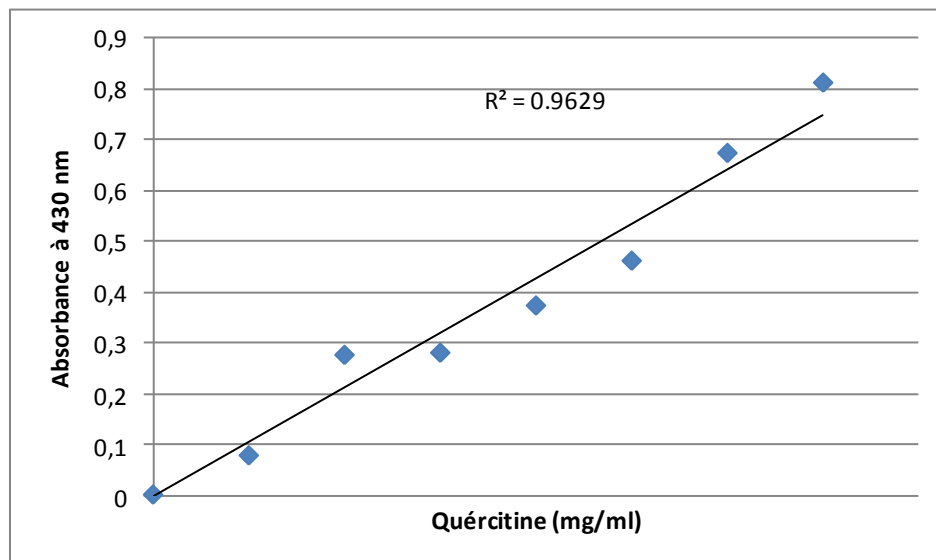


Figure 02 : Droite d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

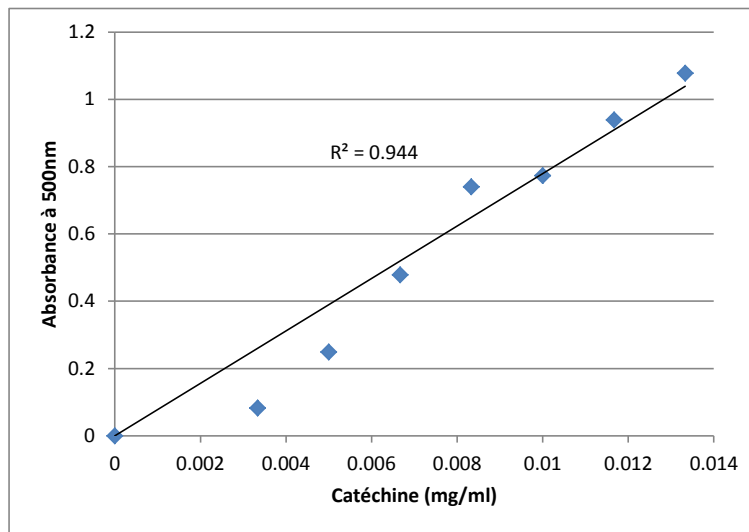


Figure 03 : Droite d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés.

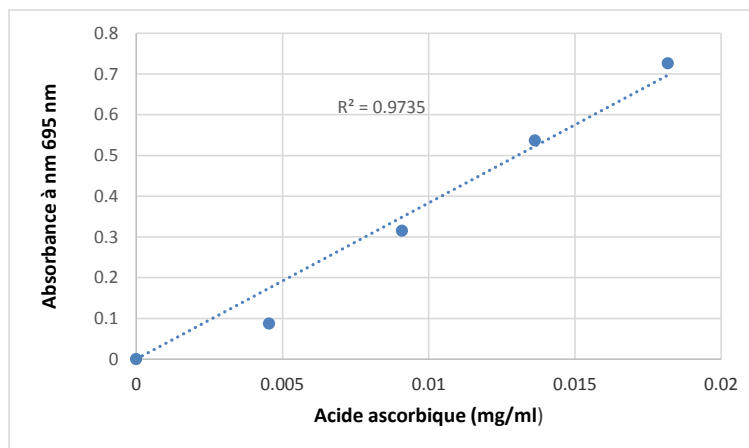
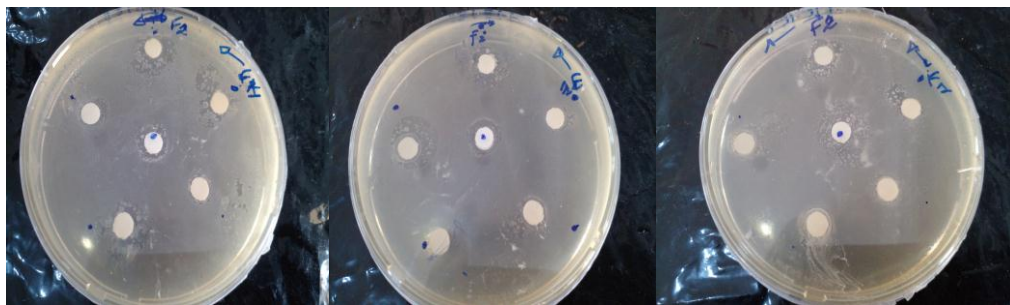


Figure 04 : Droite d'étalonnage de l'acide ascorbique pour l'évaluation de l'activité antioxydante totale.

Annexe 02



Photo 04 : Coulage du milieu de culture Muller Hinton et préparation de l'inoculum.



Photos 05: Résultats d'évaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait de *T.* contre *Listeria monocytogenes*.



Photos 06: Résultats d'évaluation de l'activité antimicrobienne d'extrait d'*O. europaea* contre *Listeria monocytogenes*.

Composition en métabolites bioactifs et propriétés biologiques de quelques plantes médicinales sahariennes

Résumé

Cette étude est une contribution à la valorisation de plantes médicinales sahariennes, *Olea europaea* et *Tamarix gallica* largement utilisées en phytothérapie traditionnelle pour prévenir et traiter diverses maladies. Le dosage des phénols totaux, flavonoïdes, tanins totaux et condensés des extraits hydroéthanoliques issus des parties aériennes de ces plantes a été effectué par des méthodes colorimétriques. *T. gallica* sont les plus riches en phénols totaux, ($119,44 \pm 32,08$ mg éq AG/g de MS), tanins totaux ($94,81 \pm 26,12$ mg éq AT/g de MS) et condensés ($01,43 \pm 0,16$ mg éq CT /g de MS). Les flavonoïdes sont plus importants dans ceux d'*O. europaea* ($20,23 \pm 1,16$ mg éq QE/g de MS). L'évaluation de l'activité antioxydante a été effectuée par le test de phosphomolybdate et d'ABTS, les résultats ont montré que *T. gallica* est la plus efficace pour réduire le molybdène avec $80,82 \pm 05,69$ mg/g et l'ABTS^{°+} avec IC₅₀ égale de ($23 \pm 03,13$ µg/ ml). La méthode d'antibiogramme sur disques a été utilisée pour rechercher l'activité antibactérienne, les extraits de ces deux plantes *T. gallica* et *O. europaea* ont un effet inhibiteur envers *Listeria monocytogenes*. Au contraire, *Bacillus subtilis* et *Escherichia coli* sont insensibles à ces extraits.

Mots clés : *Tamarix gallica* L., *Olea europaea* L., polyphénols, flavonoïdes, tanins, activité antioxydante, activité antimicrobienne.

مكونات بعض النباتات الطبية الصحراوية من المستقلبات الأيضية النشطة حيويًا وخصائصها البيولوجية

الملخص

هذه الدراسة هي مساهمة في تقييم و تثمين النباتات الطبية الصحراوية الطرفية (*Tamarix gallica L.*) و الزيتون (*Olea europaea L.*) التي تستخدم على نطاق واسع في طب الأعشاب التقليدي للوقاية و علاج العديد من الأمراض. ترتكز هذه الدراسة على التحليل الكمي الفينولات الكاملة ، الفلافونويدات، التانين الكامل و المكثف للمستخلصات الإيثانولية المائية الخاصة بالأجزاء الهوائية لهذه النباتات تمت بالمعايرة اللونية.

T. gallica هي الأكثر احتواءً على الفينولات الكاملة، ($119,44 \pm 32,08$ mg éq AG/g de MS)، التانين الكامل ($94,81 \pm 26,12$ mg éq AT/g de MS)، التانين المكثف ($01,43 \pm 0,16$ mg éq CT /g de MS). الفلافونويدات موجودة بكثرة في *O. europaea* بقيمة ($20,23 \pm 1,16$ mg éq QE/g de MS).

تقييم النشاط المضاد للأوكسدة المنجز باختباري الفوسفوموليبيدات و ABTS، أظهرت النتائج أن *Tamarix gallica* الأكثر فعالية في إرجاع الموليبيدان $80,82 \pm 05,69$ mg/g و كذا لها الفاعلية في إرجاع $ABTS^{\circ+}$ مع IC_{50} تساوي ($23 \pm 03,13$ µg/ ml). كما بينت دراسة النشاط المضاد للبكتيريا التي أجريت بواسطة طريقة المضادات الحيوية على الأقراص ، ان المستخلصات الخاصة بالنبتين *T. gallica* و *O. europaea* لديها تأثير مثبت ضد *Listeria monocytogenes* . . على العكس من ذلك بالنسبة ل *Bacillus Subtilis* و *Escherichia Coli* فإنها مقاومة لهذه المستخلصات.

الكلمات المفتاحية: الطرفية (*Tamarix gallica L.*)، الزيتون (*Olea europaea L.*) ، الفينولات، الفلافونويدات، التانين، النشاط المضاد للأوكسدة، النشاط المضاد للمكروب.

Composition on bioactive metabolites and biological properties of some Saharan medicinal plants

Abstract

This study is a contribution to the development of Saharan medicinal plants, *Olea europaea* and *Tamarix gallica* widely used in traditional herbal medicine to prevent and treat various diseases. The dosage of total phenols, flavonoids, total and condensed tannins of the hydroethanolic extracts from the aerial parts of these plants were carried out by colorimetric methods. *T. gallica* is the richest in total phenols (119.44 ± 32.08 mg EAG/g DM), total tannins (94.81 ± 26.12 mg EAT/g DM) and condensed tannins (01.43 ± 0.16 mg ECT / g DM). Flavonoids are more important in those of *O. europaea* (20.23 ± 1.16 mg EQ/g DM). The evaluation of the antioxidant activity was carried out by the test of phosphomolybdate and ABTS, the results showed that *T. gallica* is the most effective in reducing molybdenum with 80.82 ± 05.69 mg/ g and the ABTS^{o+} with IC₅₀ equal to (23 ± 03.13 µg/ml). The method of antibiogram on discs was used to research the antibacterial activity, the extracts of these two plants *T. gallica* and *O. europaea* have an inhibitory effect against *Listeria monocytogenes*. On the contrary, *Bacillus Subtilis* and *Escherichia Coli* are insensitive to these extracts.

Keywords: *Tamarix gallica* L., *Olea europaea* L., polyphenols, flavonoids, tannins, antioxidant activity, antimicrobial activity.