

لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par

Rouane Mohamed Ilias

Thème

**Contribution à l'étude de pouvoir thérapeutique de quelques plantes médicinales
(Thymelaea et allium)**

Soutenu publiquement le

Jury:

Président: M^{er} ACEM K.

Université IBN KHALDOUN Tiaret

Encadrant: M^{me} BOUTELDJA R.

Université IBN KHALDOUN Tiaret

Co-encadrant: M^{me} ABDI F.Z.

Université IBN KHALDOUN Tiaret

Examineur 1: M^{er} ABBES M. A.

Université IBN KHALDOUN Tiaret

Année universitaire 2022-2023

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je m'exprime mes gratitude à Dieu tout-puissant pour m'avoir donné la force, le courage et la persévérance nécessaires pour réaliser ce modeste travail en utilisant les ressources à ma disposition.

*Je m'exprimer mes profondes gratitude envers ma encadrant, M^{me} **Bouteldja Rachida**, dont les conseils avisés et l'expertise scientifique nous ont permis d'avancer. Sa patience et sa disponibilité tout au long de ce projet, ainsi que le temps précieux qu'elle m'a consacré, a joué un rôle déterminant dans la réalisation de cette thèse. Je souhaite également adresser mes chaleureux remerciements à ma Co-promotrice, **Abdi Fatima Zohra***

Je tiens à adresser mes sincères remerciements aux membres du jury qui évalueront ma recherche, et j'espère qu'ils apprécieront mon travail.

Mes remerciements les plus sincères vont à toute l'équipe du laboratoire qui a contribué de manière significative à la réalisation de ce projet.

Enfin, je veux exprimer mes profondes reconnaissances à tous ceux qui ont apporté leur contribution à la création de ce mémoire.

Dédicaces

Tout d'abord, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné la force, le courage, la persistance et ma a permis d'exploiter les moyens disponibles afin d'accomplir ce modeste travail, dédié à :

Ma mère bien-aimée, qui est la source de lumière dans ma vie, et qui m'a offert tendresse et courage pour réussir. Je lui suis reconnaissant pour ses sacrifices et son soutien constant tout au long de mes études.

Mon cher Père, qui a toujours été un moteur et une source de motivation pour mes études

Mes frères et sœurs,

Ma famille,

Et également à tous mes amis et amies.

Résumé

Les plantes médicinales ont été utilisées depuis l'antiquité comme des remèdes naturels contre plusieurs affections qui atteignent la santé humaine.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer le pouvoir antioxydant et antibactérien de deux plantes médicinales très répandues chez la population algérienne : *Thymelaea* et *Allium*

A cet égard, nous avons un screening des molécules bioactives dans les extraits éthanoliques (80%) des deux plantes puis nous avons étudié le pouvoir antioxydant par le test DPPH et l'évaluation de l'activité antibactérienne s'effectuée contre quatre souches : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* et *Escherichia coli*.

Selon nos résultats, nous constatons que *T. hirsuta* est riche en terpénoïdes, tanins, mucilages et flavonoïdes, et que l'extrait éthanolique d'*A. sativum* est dépourvu de saponines, de tanins et de mucilages.

T. hirsuta a un pouvoir anti radicalaire plus intéressant qu'*A. sativum*. Les deux plantes présentent une activité antibactérienne contre *B. subtilis*, *S. aureus*, *M. luteus* et *E. coli*. Dont le spectre d'activité de *T. hirsuta* plus intéressant que d'*A. sativum*.

Mots clés : *Thymelaea*, *Allium*, pouvoir antioxydant, antibactérien, molécules bioactives.

Abstract

Medicinal plants have been used since ancient times as natural remedies for a wide range of ailments affecting human health.

The aim of the present study is to evaluate the antioxidant and antibacterial power of two medicinal plants generally used by the Algerian population: *Thymelaea* and *Allium*.

To this end, we screened the bioactive molecules in the ethanolic extracts (80%) of the two plants, then studied their antioxidant power using the DPPH test, and assessed their antibacterial activity against four strains: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* and *Escherichia coli*.

Our results show that *T. hirsute* is rich in terpenoids, tannins, mucilages and flavonoids, while the ethanolic extract of *A. sativum* is devoid of saponins, tannins and mucilages.

T. hirsuta has more interesting anti-free radical properties than *A. sativum*. Both plants have antibacterial activity against *B. subtilis*, *S. aureus*, *M. luteus* and *E. coli*. The spectrum of activity of *T. hirsute* is more interesting than that of *A. sativum*.

Key words: *Thymelaea*, *Allium*, antioxidant power, antibacterial, bioactive molecules.

استخدمت النباتات الطبية منذ العصور القديمة كعلاجات طبيعية للعديد من الأمراض التي تؤثر على صحة الإنسان. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم القدرة المضادة للأكسدة والمضادة للبكتيريا لنبتين طبيئتين مستخدمتين على نطاق واسع لدى سكان الجزائر *Thymelaea* و *Allium* في هذا الصدد ، قمنا بفحص للجزيئات النشطة بيولوجيًا في المستخلصات الإيثانولية (80%) للنبتين ثم درسنا قدرة مضادات الأكسدة عن طريق اختبار DPPH وتم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا مقابل أربع سلالات *Staphylococcus aureus* ، *Bacillus subtilis* ، *Micrococcus luteus* و *Escherichia coli* . وفقًا لنتائجنا، وجدنا أن *T. hirsuta* غني بالتيربينويدات والصبغ والفلافونويد في حين أن المستخلص الإيثانولي لـ *A. sativum* يخلو من الصابونين والصبغ. يمتلك *T. hirsuta* قوة معادية للجذور الحرة أكثر من *A. sativum*. أظهرت كلا النبتين نشاطاً مضاداً للجراثيم ضد بكتيريا *B. subtilis* و *S. aureus* و *M. luteus* و *E. coli* حيث أن طيف نشاط *T. hirsuta* أكثر إثارة للاهتمام من *A. sativum*.

الكلمات المفتاح : *Allium*، *Thymelaea* ، قوة مضادات الأكسدة ، مضاد للجراثيم ، جزيئات حيوية نشطة

Liste des abréviations

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium.

ATCC: American Type Culture Collection

MH: Muller Hinton.

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (C₁₈H₁₂N₅O₆).

EAG : Equivalent Acide Gallique.

EQ : Equivalent Quercétine.

FeCl₃ : chlorure ferrique.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice médiane

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium.

OH : Radical hydroxyle

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Les différentes classes des composés7

Tableau N°02 : Screening phytochimiques des extraits des plantes *T. hirsuta* et *A. sativum*.....12

Liste des figures

Figure N°01: La poudre des plantes;(A): <i>T. hirsuta</i> et (B): <i>A. sativum</i>	05
Figure N°02: Résultats de rendement d'extraction pour l'extrait éthanolique de <i>T. hirsuta</i> et <i>A. sativum</i>	10
Figure N°03: Résultats de la teneur en polyphénols d'extrait éthanolique de <i>T. hirsuta</i> et <i>A. sativum</i>	12
Figure N°04: Résultats de la teneur en Flavonoïdes d'extrait éthanolique de <i>T. hirsuta</i> et <i>A. sativum</i>	13
Figure N°05 : IC50 (mg/ml) d'A.ascorbique, <i>T. hirsuta</i> et <i>A. sativum</i>	15
Figure N°06 : Zones d'inhibition de l'extrait éthanolique de <i>T. hirsuta</i> et <i>A. sativum</i> à l'égard de <i>S. aureus</i> et <i>M. luteus</i>	16
Figure N°07: L'activité antibactérienne d'extrait éthanolique de <i>T. hirsuta</i> et <i>A. sativum</i>	17

Liste des annexes

Annexes I : Les étapes d'extraction.....	30
Annexes II : Analyses phytochimiques.....	31
Annexes III : Les courbes d'étalonnage.....	32
Annexes IV : Activité antibactérienne.....	33

Table des matières

Introduction générale	13
-----------------------------	----

Partie I : Synthèse Bibliographique

I. Les plantes médicinales	3
I.1 Aperçu des plantes médicinales	3
I.1.1 Définition des plantes médicinales	3
I.1.2 Utilisation traditionnelle des plantes médicinales	3
I.1.3 Phytothérapie	4
I.2 Exploration botanique des plantes étudiées	4
I.2.1 <i>Thymelaea</i>	4
I.2.2 <i>Allium</i>	6
II Principes actifs des plantes	7
II.1 Les métabolites secondaires	7
II.1.1 Les composés phénoliques	8
III Activités biologiques des extraits de plantes	9
III.1 Activité antioxydante	9
III.2 Activité antibactérienne	10

Partie II : Etude expérimentale

I. Matériels et Méthodes	13
I.1 Objectif du travail	13
I.2 Lieu de travail	13
I.3 Matériels et produits utilisés	14
I.3.1 Matériel végétal	14
I.4 Analyses phytochimiques	15
I.4.1 Préparation des extraits	15
I.4.2 Rendement des extraits	15
I.4.3 Screening phytochimique	16
I.4.4 Dosage des polyphénols	17
I.4.5 Dosage des flavonoïdes	17
II. Evaluation de l'activité biologique des extraits in vitro	18
II.1 Evaluation de l'activité antioxydante	18
II.1.1 Principe :	18
II.1.2 Mode opération :	18

II.2	Evaluation de l'activité antibactérienne :	19
II.2.1	Les souches bactériennes utilisées	19
II.2.2	Préparation de l'inoculum	19
II.2.3	Méthode des puits	19
Résultats et discussion		
I	Analyses phytochimiques :	21
I.1	Rendement d'extraction :	21
I.2	Screening phytochimiques	22
I.3	Dosage des polyphénols :	24
I.4	Dosage des Flavonoides :	25
II	Activité Antioxydante :	27
III	Activité antibactérienne :	29
	Conclusion	32
	Références bibliographiques	35
	Annexe	49

Introduction générale

La curiosité de l'homme et la nécessité ont mené l'homme à utiliser la nature pour son intérêt depuis l'antiquité. Les premières civilisations connues, telles que celles de Babylone, d'Égypte et de Grèce, utilisaient déjà des plantes médicinales pour soigner divers problèmes de santé.

Pour nous le recours à la nature devient une obligation vu l'utilisation abusive et irrationnelle des médicaments d'origine synthétiques qui présentent à côté de ses effets thérapeutiques des effets secondaires pouvant nuire la santé de l'homme.

Pour cela, les chercheurs sont encouragés à explorer le potentiel des plantes médicinales dans le but de trouver des remèdes naturels pour diverses maladies et problèmes de santé humaine.

Alors, il est impératif d'effectuer un renouvellement continu des principes actifs en réponse au problème posé par les résistances des microorganismes aux antibiotiques traditionnels. Ces molécules envisagées doivent posséder de nombreuses autres propriétés chimiques et utiliser de nouveaux mécanismes d'action contre ces microbes pathogènes.

La plupart des molécules qui composent les médicaments pharmaceutiques proviennent principalement des plantes médicinales (**Marin et Chrestin, 2007**). Sachant que les plantes restent une source quasi inépuisable de biomolécules, il devient logique de continuer ou même d'intensifier la recherche dans cette direction.

Plusieurs recherches montrent que les métabolites issus des plantes médicinales sont des molécules bioactives possédant des pouvoirs biologiques très intéressants : antioxydants, antibactériens, antifongiques, anti-inflammatoires ...etc (**Bahorun, 1997**).

À cet égard, notre étude vise à contribuer à la valorisation de deux plantes médicinales *Thymelaea* et *Allium* qui sont très utilisées par la population Algérienne et plus précisément par les habitants de la wilaya de Tiaret. L'intérêt de ce travail est de faire un screening des substances bioactives dans ces plantes et d'évaluer leurs pouvoirs antioxydant et antibactérien.

Pour atteindre ces objectifs l'étude est subdivisée en deux parties :

- Une première partie bibliographique, regroupe, les conceptions théoriques de bases relatives à notre thème.

- Une deuxième partie expérimentale, comprenant :

Un chapitre porte l'ensemble des matériels et des méthodes utilisés au cours de la partie expérimentale.

Le deuxième chapitre qui, s'intéresse à la discussion des résultats obtenus, ainsi que leur interprétation, et enfin une conclusion générale tout en présentant quelques perspectives pour la présente étude.

Partie I :
Synthèse Bibliographique

I. Les plantes médicinales

I.1 Aperçu des plantes médicinales

I.1.1 Définition des plantes médicinales

La pharmacopée définit les plantes médicinales comme des végétaux dont au moins une partie possède des propriétés curatives. Elles sont appelées "drogue végétale". Ce terme désigne tout matériau végétal utilisé à des fins thérapeutiques sans avoir subi de préparation pharmaceutique. La drogue végétale peut inclure la plante entière, une partie telle que les feuilles ou les racines, ou même un suc produit par la plante (Aissani et Chouaichia, 2015)

I.1.2 Utilisation traditionnelle des plantes médicinales

Selon **Sophie Limonier (2018)**, les plantes médicinales peuvent être utilisées de deux manières différentes :

1. Premièrement, la plante entière ou une partie de celle-ci est utilisée sans subir de processus d'extraction physico-chimique préalable. Dans ce cas, on utilise le terme "**totum**" pour désigner l'ensemble ou la partie de la plante utilisée. Le **totum** contient de nombreux composés actifs qui agissent en synergie. Le patient peut consommer le **totum** sous forme de gélules contenant de la poudre de plante, de comprimés ou de tisane (pour extraire les composés hydrosolubles). Cette utilisation des plantes médicinales est proche des pratiques traditionnelles, car elle implique l'utilisation de la partie entière de la plante, exploitant ainsi la synergie des composés actifs présents dans la plante pour obtenir un effet thérapeutique.

2. Deuxièmement, la plante entière ou une partie de celle-ci subit un processus d'extraction physico-chimique. Cela permet d'obtenir un extrait liquide, tel qu'un extrait aqueux ou hydro-alcoolique, en fonction du solvant utilisé. Cet extrait liquide subit ensuite généralement une étape de dessiccation pour obtenir un extrait sec. L'extrait sec est concentré en principes actifs de la même famille chimique. Dans cette méthode plus avancée, la plante est utilisée pour extraire son principe actif principal dans le but d'obtenir un effet thérapeutique spécifique. Cela permet de cibler une molécule précise provenant de la plante médicinale et d'obtenir un concentré de ce principe actif.

I.1.3 Phytothérapie

La phytothérapie, qui tire son nom du grec "phytos" signifiant "plantes" et "trepeia" signifiant "traitement", est une approche thérapeutique utilisant les plantes médicinales pour traiter des affections bénignes. Les plantes peuvent être consommées telles quelles, sous forme de tisanes, ou transformées en poudres, extraits, teintures, etc., afin de les utiliser comme composants de médicaments. En France, la législation exige que les plantes médicinales et les médicaments à base de phytothérapie présentent peu ou pas de risque de surdosage, de toxicité ou d'interactions dangereuses. Ainsi, la phytothérapie convient aux affections légères et aux traitements symptomatiques, et est souvent utilisée à des fins préventives (Elbidi, 2019).

La phytothérapie désigne l'utilisation de préparations à base de plantes entières ou d'organes de plantes tels que les feuilles, les fleurs, les racines, les fruits et les graines, pour le traitement curatif ou préventif des maladies et des troubles subjectifs. Ces plantes utilisées à cette fin sont communément appelées plantes médicinales (Lakehal et Sadek, 2022).

I.2 Exploration botanique des plantes étudiées

I.2.1 *Thymelaea*

I.2.1.1 Habitat

Le rayonnement initial de *Thymelaea* s'est produit au Miocène supérieur (Tortonien, Messinien), l'origine de *Thymelaea* est associée à la dégradation du climat global (diminution de la température et de l'humidité) enregistrée au cours du Miocène en Eurasie, l'évolution pré-*Thymelaea* semble avoir été guidée par l'adaptation progressive à conditions arides par le mésophylle ou mésoxérophylle ancestral, et la diversification rapide et extensive de *Thymelaea* s'est produite dans la péninsule ibérique ou dans le territoire nord-africain voisin, en réponse à des conditions géographiques et écologiques favorables, à savoir : thermophilie, communautés végétales ouvertes, espaces ouverts nouvelles capacités, terrain complexe, érosion active et territoires isolés (Herbada, 2006)

I.2.1.2 Définition

Le genre *Thymelaea* est une plante médicinale de la famille des plantes tropicales et subtropicales, qui comprend 31 espèces d'arbustes et d'herbes xérophylls. Il a une distribution méditerranéenne circonscrite, caractérisée par un périanthe persistant (rarement caduc), l'absence de disques intervertébraux (ou la présence d'une seule structure vestigiale), Le style devient souvent une membrane sous-cutanée et corticale (non charnue ou semi-coriacé) (**Herbada, 2006**)

I.2.1.3 Utilisation

Les espèces de ce genre ont été comprises dans nombreux études de dépistage à grande échelle, *Thymelaeaceae* a de nombreuses utilisations dans l'industrie textile; Dans les secteurs de la teinture et de la parfumerie, fabrication de sandales, lacets et paniers. Certains types de bois et d'écorces sont utilisés pour produire des matériaux de construction et des décorations (**Gelfand et al., 1985 : Borris et al., 1988**).

En médecine, les espèces des *Thymelaeaceae* sont recommandées pour le traitement des maladies de la peau, contre les morsures de serpent, les piqûres de scorpion, le paludisme et les maladies des yeux, activité anticancéreuse, dans le traitement de la lèpre (**Mekhelfi, 2016**)

I.2.1.4 Toxicité

Certaines espèces de *Thymelaeaceae* sont très vénéneuses parce qu'ils contiennent des esters diterpéniques telle que type Daphnane et Tigliane qui ont des propriétés irritantes (**Borris et al., 1988**). L'interaction externe avec le matériel végétal provoque une dermatite inflammatoire rouge, des vésicules et des pustules qui ont tendance à s'ulcérer. De plus, ces symptômes sont liés avec démangeaisons intenses (**Ferrari, 2002**).

I.2.2 *Allium*

"Allium" est un terme latin désignant l'ail qui émet un arôme distinctif associé à la plante. Il est classé comme monocotylédones, sont des plantes herbacées bulbeuses presque toutes les feuilles basilaires poussent sur les tiges aériennes (**Leurquin, 2013**)

I.2.2.1 Habitat

Allium est le genre le plus grand et le plus important de la famille des Amaryllidacées contenant plus de 750 espèces. Largement distribué dans les régions de saison sèche, notamment l'Asie centrale, l'Asie de l'Est, l'Asie du Sud-Ouest, l'Amérique du Nord, l'Europe de l'Est et l'Afrique du Nord (**Dupont *et al.*, 2012**).

I.2.2.2 Utilisation

Depuis l'Antiquité, l'ail occupe une place particulière en raison de sa multifonctionnalité. Il a été utilisé dans le traitement des morsures d'animaux, de la lèpre, de la peste, des maladies cardiaques, du cancer et de la prévention de la gangrène. En plus de fortes propriétés antibactériennes (**Gâtin *et al.*, 2012**).

Les espèces d>Allium sont utilisées pour réduire le risque des maladies cardiovasculaires en raison de leurs effets antithrombotiques, antihypertenseurs, hypolipémiant, hypocholestérolémiant et anti-hyperhomocystéïnémiques. Ils sont également connus pour d'autres propriétés biologiques telles que antibactériennes, antivirales, antidiabétiques, antispasmodiques, anticancéreuses, antimutagènes, antiasthmatiques, anti-inflammatoires, hépatoprotectrices, neuroprotectrices, hypotensives, hypoglycémiques, immunosuppressives, prébiotiques et procèdent de puissantes propriétés antioxydantes. Toutes ces activités sont principalement attribuées à la teneur élevée en composés bioactifs tels que les composés organosoufrés, les flavonoïdes, les terpénoïdes, les caroténoïdes, les phytoestrogènes, les minéraux et les vitamines (**Putnik *et al.*, 2019**).

II. Principes actifs des plantes

II.1 Les métabolites secondaires

Les plantes médicinales produisent des métabolites secondaires (SM) qui remplissent divers rôles, tels que la défense contre les prédateurs et l'attraction des radicaux libres. Ces métabolites ont une grande importance pour la santé humaine et sont également utilisés dans d'autres domaines, tels que les pigments et les cosmétiques. Les SM sont généralement classés en trois groupes principaux en fonction de leurs voies de biosynthèse : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes.

Leur production dépend de facteurs biotiques et abiotiques.

Les métabolites sont des molécules produites lors du métabolisme des plantes ou des animaux, et ils sont divisés en métabolites primaires et métabolites secondaires.

Les métabolites primaires sont essentiels à la survie cellulaire et sont classés en glucides, lipides et acides aminés.

En revanche, les métabolites secondaires ne sont pas vitaux mais présentent une grande diversité structurale. Ils jouent un rôle dans les interactions entre les plantes et d'autres organismes vivants.

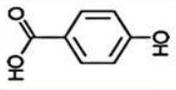
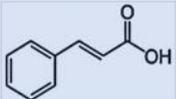
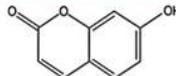
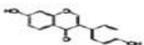
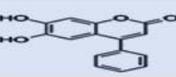
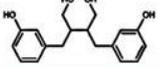
Les métabolites secondaires sont connus pour leurs nombreuses activités biologiques bénéfiques pour la santé, telles que leurs propriétés antibactériennes, anticancéreuses, antifongiques, analgésiques, anti-inflammatoires, diurétiques, gastro-intestinales et antioxydantes. Ils sont classés en composés phénoliques, terpénoïdes et stéroïdes, ainsi qu'en composés azotés ou alcaloïdes. (**Chiocchio *et al.*, 2021 ; Dahmoune et Hamdache, 2017**).

II.1.1 Les composés phénoliques

Les polyphénols, présents en abondance dans le règne végétal, représentent l'un des groupes de substances les plus nombreux et répandus. On compte actuellement plus de 8000 structures phénoliques connues. Ils sont caractérisés par leur structure chimique contenant au moins un cycle aromatique à 6 atomes de carbone et plusieurs groupes hydroxyles (OH). Ces composés phénoliques sont le produit de processus métaboliques secondaires chez les plantes et se trouvent dans tous leurs organes. Ils sont biosynthétisés par deux voies principales : la voie du shikimate et la voie de l'acétate (**Lugasi et al., 2003 ; Hennebelle et al., 2004**)

On peut déterminer les principales classifications des composés phénoliques en examinant leur structure de base, qui repose sur le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structurels qui les relient. Cela est présenté dans le Tableau suivant:

Tableau N°01 : Les différentes classes des composés phénoliques (**Manchado et Cheynier, 2006 ; Cheniti et Bennacef, 2020**)

Squelette carboné	Classe	Exemple	Structure	Origine
C ₆	Phénols simples	Hydroquinone		Busserole
C ₆ -C ₁	Acides hydroxybenzoïques	Acide parahydroxybenzoïque		Epice, fraise
C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinnamiques	Acide P- Coumarique		Tomates, ail
	Coumarines	Ombelliférone		Carottes
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes	Quercétine		Fruits, légumes
	Isoflavonoïdes	daïdzéïne		Graines de soja
	Anthocyanes	Dalphinioïl		Dalbergia sissoo
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanes	Pinorésinol		Pin
(C ₆ -C ₃ -C ₆) _n	Tanins condensés	Aesculitanins		Marronnier d'inde vigne

III. Activités biologiques des extraits de plantes

III.1 Activité antioxydante

Le terme "antioxydant" est généralement utilisé dans un sens large, désignant des agents capables d'interférer avec les processus impliqués dans le stress oxydatif. Dans un sens plus restreint, le terme désigne une action de rupture de chaîne pendant l'auto-oxydation des lipides **(Vichnevetskaia et Roy, 1999)**.

Les plantes médicinales riches en composés antioxydants aident à neutraliser les radicaux libres dans le corps, réduisant ainsi les dommages oxydatifs et le stress oxydant.

L'efficacité des antioxydants dépend du type d'oxydant. Par exemple, la vitamine E (α -tocophérol) est un antioxydant puissant pour la capture de radicaux, mais elle est un mauvais antioxydant contre la peroxydation lipidique par la lipoxygénase.

Les caroténoïdes peuvent être de faibles antioxydants pour la capture de radicaux, mais ils peuvent être de puissants inhibiteurs de l'oxydation induite par l'oxygène singe.

Les dommages oxydatifs peuvent être atténués non seulement par la capture de radicaux, mais aussi par la séquestration d'ions métalliques, la décomposition du peroxyde d'hydrogène et/ou des hydroperoxydes, l'extinction des pro-oxydants actifs et la réparation des dommages. **(Niki et Noguchi, 2000)**

III.2 Activité antibactérienne

Nombreuses plantes médicinales possèdent des propriétés antimicrobiennes, ce qui signifie qu'elles peuvent inhiber la croissance des micro-organismes tels que les bactéries.

Le type de microorganismes, le type et la concentration d'extrait déterminent leur mode d'action. En règle générale, les bactéries Gram(-) sont plus résistantes que les bactéries Gram(+), et cela est dû à la façon dont leur membrane externe est structurée.

La composition chimique des extraits végétaux peut également contribuer à cette variabilité d'efficacité.

L'effet antibactérien d'un extrait est probablement dû à la synergie entre de nombreux composants qui, lorsqu'ils sont séparés deviennent inactifs individuellement.

L'activité des principes actifs est également liée aux conditions de séchage et de broyage de la plante et dépend de plusieurs facteurs, tels que le mode d'extraction qui s'influe directement à la concentration en principes actifs.

Partie II :

Etude expérimentale

Chapitre I :

Matériels et Méthodes

I. Matériels et Méthodes

I.1. Objectif du travail

Les objectifs principaux de cette étude sont les suivants:

- Réaliser une étude préliminaire en appliquant une gamme de tests in vitro pour l'évaluation du profil phytochimique des extraits de deux plantes médicinales :Thymelaea et d'Allium.
- Évaluer le potentiel antibactérien de ces plantes médicinales contre quatre souches bactériennes référencées ATCCC ; *Micrococcus luteus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*,*Escherichia coli*.
- Déterminer le pouvoir antioxydant via la capacité de piégeage des radicaux libres par la baie de la méthode DPPH.

I.2 Lieu de travail

Cette expérience a été réalisée au sein du laboratoire d'hygiène et de pathologie animale de l'Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun- Tiaret durant la période du 05/02/2023 à 04/05/2023.

I.3 Matériels et produits utilisés

I.3.1 Matériel végétal

Dans ce présent travail nous avons sélectionné deux plantes *Thymelaea hirsuta* L. et *Allium sativum* L. Ces plantes ont été identifiées par un botaniste. Les échantillons de *T. hirsuta* ont été collectés au niveau de la wilaya de Tiaret le mois de janvier 2023 et les fruits de *A. sativum* frais ont été achetés chez un herboriste de la même région.

Les plantes ont été séchées à l'air libre et à l'obscurité puis broyées par un broyeur électrique pour obtenir une poudre. Celle-ci est tamisée pour avoir une poudre homogène. Les échantillons sont conservés dans des bocaux hermétiques à l'abri de la lumière.



FigureN°01:La poudre des plantes;(A):*T. hirsuta* et (B):*A. sativum*.

I.4 Analyses phytochimiques

I.4.1 Préparation des extraits

Différentes méthodes sont particulièrement adaptées à l'extraction des composés bioactifs. Parmi elles, la macération (**Chaouche, 2014**), nous avons mélangé 20 g de poudre avec 200 ml d'éthanol à (80%) sous agitation continue à l'aide d'un secoueur pendant 24 heures à une température ambiante.

Le mélange a été filtré sur un papier filtre et le filtrat a été évaporé à l'aide d'une étuve ventilée à une température de 40 °C. Le résidu sec obtenu a été conservé à -20°C jusqu'à son utilisation.

I.4.2 Rendement des extraits

Le rendement d'extraction est défini comme le rapport entre la masse de résidu sec obtenue et la masse de matière végétale sèche mise en œuvre (**Lakehal et Sadek, 2021; Mahmoudi et al., 2013**), il est exprimé par la formule suivante:

$$R\% = \frac{M_{\text{ext}}}{M_{\text{éch}}} \times 100$$

R : le rendement en %

M_{ext}: est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg.

M_{éch} : est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg.

I.4.3 Screening phytochimique

I.4.3.1 Tanins

Pour détecter la présence de tanins, 1 à 2 gouttes d'une solution de FeCl_3 diluée à 1% sont ajoutées à 2 ml de chaque extrait. En effet, une couleur vert foncé suggère la présence de tanins catéchiques, tandis que le bleu-vert signifie la présence de tanins galliques (**EL-Haoud et al., 2018**).

I.4.3.2 Saponines

Placer 10 ml de chaque extrait dans un tube à essai. Agiter le tube pendant 15 secondes puis laisser reposer pendant 15 min. La hauteur de la mousse est supérieure à 1 cm indiquant la présence de saponines (**EL-Haoud et al., 2018; Elbidi. 2016**).

I.4.3.3 Terpénoïdes

Dans un tube à essai, mélanger 0,2 g d'extrait sec avec 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré. Si un anneau brun-rouge rouille de l'interface, cela indique la présence de terpénoïdes (**Elbidi. 2016**).

I.4.3.4 Mucilages

Les mucilages peuvent être détectés en introduisant 1 ml de l'extrait dans un tube à essai et en y ajoutant 5 ml d'éthanol absolu. Après un certain temps, la formation d'un précipité floconneux lors du mélange indique la présence d'un mucilage (**Belouadah. 2020**).

I.4.3.5 Flavonoïdes

Quelques gouttes de solution d'acétate de plomb ont été ajoutées à 3 mL d'extrait, et la formation d'un précipité de couleur jaune a indiqué la présence de flavonoïdes (**Tiwari et al., 2011**).

I.4.4 Dosage des polyphénols

La teneur en polyphénols des extraits a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu (Belkhir, 2018). Cette méthode est basée sur la quantification des groupes hydroxyles présents dans l'extrait. Le protocole consiste à ajouter 1 ml de différentes dilutions de chaque extrait (1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/265, 1/512) dans des tubes à essai, suivi d'un mélange de 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois et de 800 µl de carbonate de sodium à 7,5%. Les tubes sont agités et incubés pendant 30 minutes avant de mesurer l'absorbance à 765 nm. Une courbe d'étalonnage est également réalisée à l'aide de l'acide gallique (Rachedi, 2018).

I.4.5 Dosage des flavonoïdes

Pour le dosage des flavonoïdes, la technique colorimétrique au chlorure d'aluminium a été utilisée (Aiyegoro et Okoh, 2010). La méthode consiste à mettre 0,5 ml de chaque dilution dans un tube à essai, puis à ajouter 1,5 ml de méthanol (95%), 0,1 ml de chlorure d'aluminium à 10%, 0,1 ml d'acétate de sodium (1 M) et 2,8 ml d'eau distillée.

Le mélange est laissé à incuber pendant 30 minutes à température ambiante, puis les absorbances sont lues sur un spectrophotomètre UV-VISIBLE à 415 nm. En utilisant la quercétine comme référence, les résultats sont exprimés en milligrammes équivalents de quercétine par gramme de matière végétale sèche (Harrar, 2012).

II. Evaluation de l'activité biologique des extraits in vitro

II.1 Evaluation de l'activité antioxydante

II.1.1 Principe

Le test DPPH est couramment utilisé pour évaluer l'activité antioxydante. Ce test est basé sur la capacité du DPPH à créer des radicaux libres stables, qui donnent une couleur violet foncé à la solution. Lorsqu'un agent antioxydant est introduit, il réduit les radicaux DPPH, ce qui fait passer la solution du violet vers le jaune. La spectrophotométrie à 517 nm peut être utilisée pour contrôler le changement de couleur et déterminer le potentiel antioxydant de l'échantillon testé. La stabilité des radicaux DPPH est due à la délocalisation des électrons libres dans la molécule (**Larabaetal., 2016**).

II.1.2. Mode opération

Dans cette méthode, une gamme de concentration d'extrait éthanolique pour chaque plante de 0,0125 à 5 mg/ml a été réalisée. Celui-ci a été mélangé à la solution méthanolique de DPPH à raison de 4 mg par 100 ml de méthanol pour des volumes égaux, suivi d'une incubation de 30 minutes dans l'obscurité. Enfin, une lecture au spectrophotomètre a été effectuée à une longueur d'onde de 517 nm contre un blanc (**Nwalo et al., 2017 ; Bougandoura et Bendimerad, 2012**). L'acide ascorbique est utilisé comme antioxydant de référence (**Msene et al., 2014**).

Le pourcentage d'inhibition est calculé par la formule suivante:

$$\% = \frac{(AT - AE)}{AT} \times 100$$

Où:

% : Pourcentage de capture des radicaux libres par DPPH.

AT : Absorbance du témoin.

AE : Absorbance d'extrait.

II.2 Evaluation de l'activité antibactérienne

II.2.1 Les souches bactériennes utilisées

La puissance antibactérienne des extraits a été évalué sur des souches bactériennes référencées par l'ATCC, incluant *Staphylococcus aureus* à Gram positif (ATCC 25923), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633) et *Micrococcus luteus* (ATCC 14452) et d'autres *Escherichia coli* à Gram négatif (ATCC 25922) prévention de l'hygiène des laboratoires et de la pathologie animale Institut vétérinaire, Tiaret. Par la méthode du puits (**Balouiri et al., 2016**) à une concentration de 100.

II.2.2 Préparation de l'inoculum

Les souches bactériennes ont été standardisées sur l'échelle de 0,5 Mcfarland. A partir d'une culture jeune de 18 à 24h sur gélose nutritive, quelques colonies sont prélevées et mélangées à de l'eau physiologique stérile. Le mélange est homogénéisé à l'aide d'un vortex et une lecture au spectrophotomètre est effectuée à une longueur d'onde de 625 nm avec une lecture entre 0,008 et 0,13 (**Benbelaïd et al., 2016; Harrar. 2012**).

II.2.3 Méthode des puits

La méthode des puits a été utilisée pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits contre les souches étudiées.

Pour cela, des puits d'environ 6 mm de diamètre ont été formés sur la gélose à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. Les plaques de Mueller Hinton ont ensuite été inoculées à l'aide d'un écouvillon stérile. Les puits ont été remplis avec les extraits des plantes étudiées à une concentration de 100mg/ml à l'aide de micropipettes (**Toty et al., 2013**). Après 24h d'incubation à 37°C, les zones d'inhibition ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse produit par les différents extraits (**Belkhiri, 2018**).

III. Etude statistique

Pour pouvoir faire une étude statistique, chaque test est réalisé en trois essais. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart type. Le logiciel utilisé est Excel .

Chapitre II :

Résultats et discussion

Résultats et discussion

I. Analyses phytochimiques

I.1 Rendement d'extraction

Les résultats des rendements sont exprimés en pourcentage (Figure N°). Les résultats obtenus à partir de l'extrait éthanolique (80%) d' *A. sativum* montrent un rendement significatif de 20,72% et de 10,62% pour l'extrait éthanolique de *T. hirsuta*..

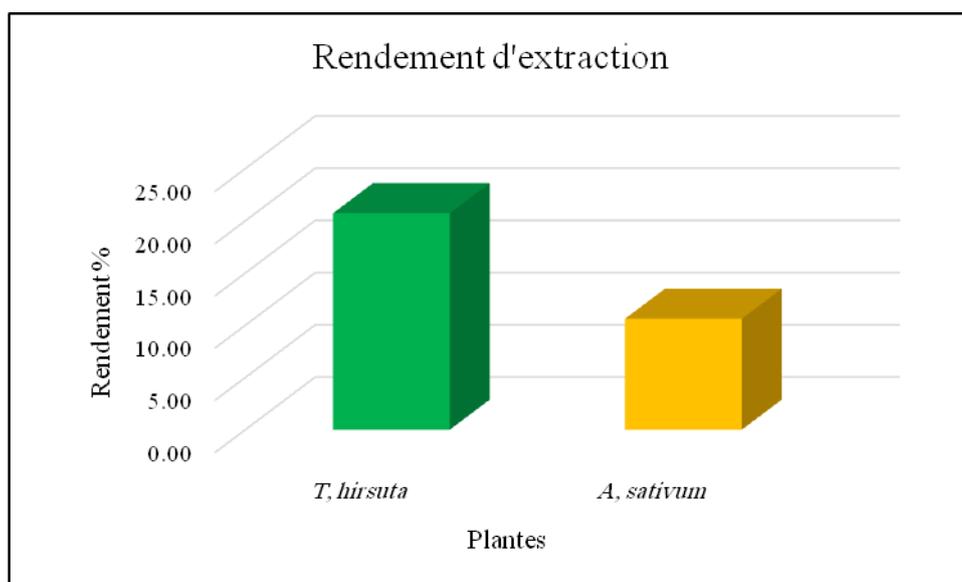


Figure N°02: Résultats de rendement d'extraction pour l'extrait éthanolique de *T. hirsuta* et *A. sativum*

Ces résultats sont confirmés par les travaux de **Najjaet al., (2011)**. Rapportent que l'extrait éthanolique d'*A. roseum* et d'*A. ampeloprasum* a constitué un rendement de 23,86 et 7,01% respectivement. Une autre étude, réalisée sur des extraits éthanoliques et aqueux d'*A. sativum*, a mis en évidence des rendements de 12,7 et 17,2 % respectivement (**Tijani et al., 2019**).

Par ailleurs, les extraits aqueux et méthanoliques obtenus à partir des feuilles et des fleurs de *T. hirsuta* sont respectivement de 13,25 % et de 11,55 % (**Merghemet al., 2020**). Parallèlement, l'extraction par macération de l'extrait méthanolique, de l'acétate d'éthyle et de l'hexane de *T. hirsuta* a permis d'obtenir une teneur en résidus secs de 8,11 ; 2,35 ; 2,57% (**Yahyaoui et al., 2017**).

Notre résultats pour l'extrait éthanolique de *T. hirsuta* sont faibles par rapport à ceux obtenus dans l'étude d'**Ammor et al.**,(**2018**). Ils révèlent que l'extrait hydroéthanolique fournit un rendement de 31,20% suivi de l'extrait aqueux (28,73%).

En **2020**, **Karouche et al.** ont estimé le rendement des extraits méthanoliques et aqueux de feuilles et de racines de *T. hirsuta*, rapportant que les extraits méthanoliques et aqueux de feuilles avaient un rendement de 7,8 % et 4 %, et les extraits de racines un rendement de 4,8 % et 7 %.

Des recherches ont montré que le rendement est influencé par un certain nombre de paramètres, notamment la plante, l'espèce, l'organe, la durée de stockage et la période de récolte, ainsi que par des facteurs écologiques tels que le climat, les caractéristiques physico-chimiques du sol, la pluviométrie et la température, et par la méthode d'extraction appliquée, à savoir la présence d'agglomérats dans un milieu compact, la surface spécifique d'extraction diminue et le chemin de diffusion au sein de la matrice solide accroît, ce qui crée des limitations de transfert de masse pour le rendement (**Fettah et Laouz, 2019; Felhiet al., 2017; Del Valle et al., 2008**).

I.2 Screening phytochimiques

Les résultats du criblage phytochimique montrent que l'extrait éthanolique de *T. hirsuta* est riche en terpénoïdes, tanins, mucilages et flavonoïdes, et que l'extrait éthanolique d'*A. sativum* est dépourvu de saponines, de tanins et de mucilages (Tableau N°).

Ces résultats sont confortés par les travaux d'**Azza et al., 2012**. Celui-ci montre la richesse de l'extrait aqueux de *T. hirsuta* du Maroc en flavonoïdes, alcaloïdes, stéroïdes et tanins, et qu'il n'y avait pas de saponines. Par ailleurs, en **2016**, **Dehimiet ses collègues** ont rapporté la présence de tanins et de flavonoïdes dans les extraits aqueux, éthanoliques et acétoniques de *T. microphyllaa*, de saponines dans l'extrait aqueux et de terpénoïdes dans les extraits aqueux et acétoniques. D'autres recherches révèlent la richesse des feuilles, des fleurs et des tiges de *T. hirsuta* en tanins et en saponines (**Al-Bendakli et al., 2022 ; Omari et al., 2014**).

En **2019**, **Fouzy et al.**, exposent la richesse des extraits aqueux et éthanoliques en molécules bioactives parmi lesquelles des Flavonoïdes, des Tanins, des Triterpènes, des Saponines.

Le dépistage phytochimique des feuilles et des racines de *T. hirsuta* a permis de mettre en évidence la présence de tanins et de saponines (**Karouche et al., 2020**).

Tableau N°02 : Screening phytochimiques des extraits des plantes *T. hirsuta* et *A. sativum*.

Plantes / Molécules bioactifs	<i>T. hirsuta</i>	<i>A. sativum</i>
Flavonoïdes	+	+
Tanins	+	-
Terpénoïdes	+	+
Mucilage	+	-
Saponines	-	-

Les extraits aqueux et éthanoliques d'*A. sativum* signalent la présence d'alcaloïdes, de terpénoïdes, de flavonoïdes, de saponines, de tanins (**Sherkar et al., 2023; Oluşanmi et Amadi, 2010**).

Cependant, nos résultats sont en désaccord avec ceux d'**Oluşanmi et Amadi (2009)**. Ceux-ci rapportent que l'extrait aqueux et éthanolique d'*A. sativum* renferme des flavonoïdes en l'absence de tanins et de polyphénols.

En revanche, des chercheurs ont déclaré que le criblage phytochimique de l'extrait éthanolique et d'eau chaude d'*A. sativum* révélait la présence de tanins, de terpénoïdes et de flavonoïdes (**Obi et al., 2022; El-khamissi et al., 2019**).

En **2021**, **Snoussi** et ses collègues déclarent que le screening phytochimique de l'extrait aqueux d'*A. subhirsutum* est particulièrement riche en saponines, terpènes et flavonoïdes.

Les extraits d'ail contiennent une variété de composés bioactifs, notamment des flavonoïdes, des saponines et des alcaloïdes (**Kiprop et Muthangya, 2021; Arify et al., 2018**).

I.3 . Dosage des polyphénols

Les résultats de dosage des polyphénols pour l'extrait éthanolique (80%) de *T. hirsuta* et d'*A. sativum* révèlent que la teneur en polyphénols de l'extrait de *T. hirsuta* ($304,81 \pm 1,98$ mg EAG/g) est élevée par rapport à celle de l'extrait d'*A. sativum* ($11,27 \pm 0,13$ mg EAG/g) (figure N°03).

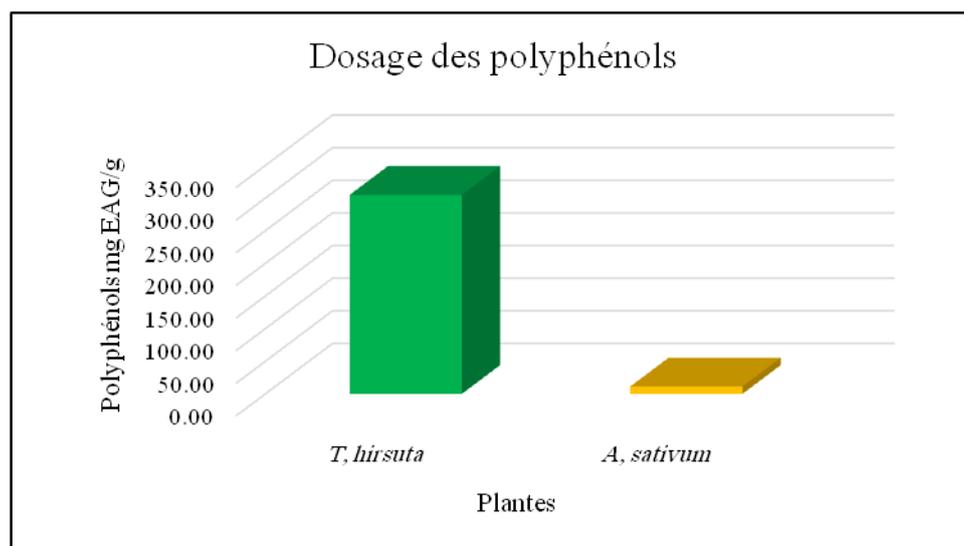


Figure N°03 : Résultats de la teneur en polyphénols d'extrait éthanolique de *T. hirsuta* et *A. sativum*.

Cette différence peut être expliquée par la nature des espèces ce qui influence la diversité des composés bioactifs. Ceci est également confirmé par les travaux de **Ksouriet *al.*, 2008**, qui révèlent que la haute teneur en polyphénols de *T. hirsuta* tunisien est dépendante du stress de la plante : températures chaudes, forte exposition au soleil, sécheresse et courte période de végétation. En effet, les quantités de polyphénols obtenues peuvent être liées aux conditions d'extraction, notamment à la nature et à la polarité du solvant, ou à l'espèce, à l'âge et à l'organe de la plante, ainsi qu'au climat, le type de sol et la région géographique de la plante (**El-Bondkly et *al.*, 2022 ; Björkman et *al.*, 2011**).

En 2013, **Trigui** et ses collègues ont réalisé une étude comparative de la capacité d'extraction de différents solvants pour extraire les polyphénols de *T. hirsuta*, montrant que $147,6 \pm 1,85$; $101,6 \pm 7,52$ mg EAG/g d'extrait d'acétone, d'acétate d'éthyle respectivement.

En effet, l'extrait d'hydroéthanol à 50 % de *T. hirsuta* fournit un rendement en polyphénols plus élevé (345,2 mg EAG/g) (**Akrout et al., 2011**).

D'autre part, la teneur en polyphénols de la tige et de la fleur de *T. hirsuta* est respectivement de $93,78 \pm 3,12$ et $113,96 \pm 9,97$ mg EAG/ g (**Amari et al., 2014**).

En parallèle, l'extrait éthanolique à 96% d'*A. sativum* donne une concentration en polyphénols de $12,24 \pm 1,64$ mg EAG/g (**Madani et al., 2023**). En 2022, **Dos Santos** et ses collègues ont rapporté que l'extrait aqueux *A. sativum* donnait $39,1 \pm 1,4$ mg EAG/g ; l'extrait hydroalcoolique (70%) $62,03 \pm 5,16$ mg EAG/g et l'extrait de macération hydroalcoolique (50%) $0,12 \pm 1,06$ mg EAG/g.

I.4 Dosage des Flavonoïdes

Les résultats des flavonoïdes sont illustrés dans la Figure N°04 révèlent un niveau de : $197,23 \pm 3,37$ et $119,5 \pm 6,68$ mg EQ/g pour *T. hirsuta* et *A. sativum*, respectivement. Nous pouvons dire que *T. hirsuta* est très riche en flavonoïde que *A. sativum*.

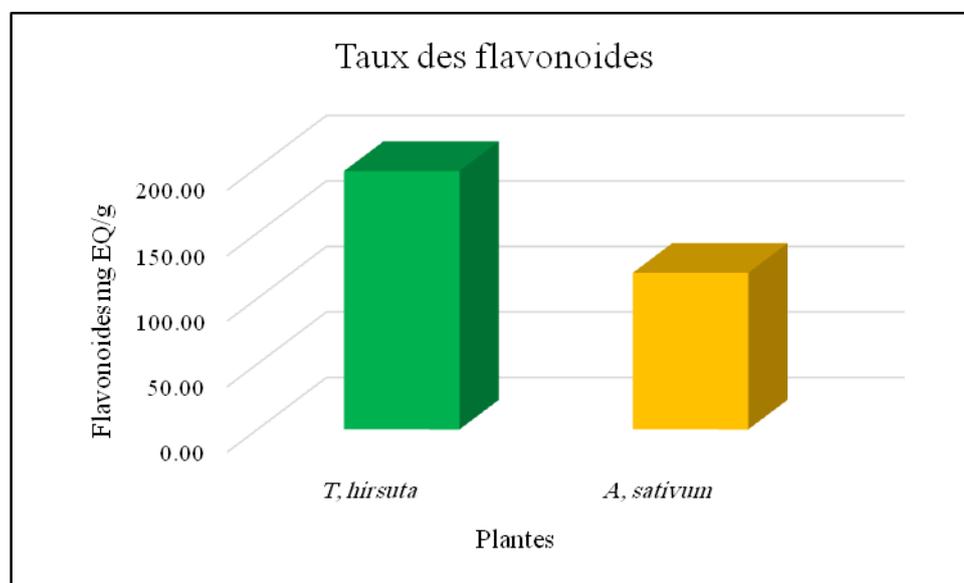


Figure N°04 : Résultats de la teneur en Flavonoïdes d'extrait éthanolique de *T. hirsuta* et *A. sativum*.

Ces résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **El-Bondkly et al., (2020)**, qui ont révélé que les extraits d'hexane, de méthanol et d'acétone de *T. hirsuta* représentaient une teneur en flavonoïdes de $15,76 \pm 1,65$; $41,83 \pm 0,31$ et $40,39 \pm 0,26$ mg EQ/g respectivement.

Une autre étude comparative de l'effet de deux méthodes d'extraction, par macération à froid et par soxhlet, sur la qualité phytochimique de la partie aérienne de *T. hirsuta* de Tunisie, a montré que l'extrait méthanolique avait une teneur en flavonoïdes de $144,32 \pm 2,60$ à $162,61 \pm 2,60$ mg EQ/g et de $88,76 \pm 7,24$ à $163,64 \pm 3,32$ mg EQ/g (**Yahyaouiet al., 2017**).

La teneur en flavonoïdes de l'extrait aqueux de *T. hirsuta* est de $41,05 \pm 13,1$ mg EQ/g, celle de l'éthanol de $60,45 \pm 11,11$ mg EQ/g et celle de l'acétone de $137 \pm 12,85$ mg EQ/g (**Dehimi et al., 2016**).

L'extrait éthanolique à 70 % contient 544 mg Ru/g de flavonoïdes, alors que l'extrait d'eau froide en contient 463 mg Ru/g (**El-khamissi et al., 2019**).

En 2020, **Merghem et al.**, ont déclaré que l'extrait aqueux de *T. hirsuta* contenait une quantité de flavonoïdes équivalente à 4,59 mg EQ/g et que l'extrait méthanolique contenait 26,42 mg EQ/g.

De leur part, **Omari et al., 2014**, montrent que l'extrait aqueux de la fleur de a fourni un niveau significatif de $5,70 \pm 0,06$ mg EQ /g suivi par la feuille et la tige de $3,15 \pm 0,15$ et $2,61 \pm 0,13$ mg EQ /g.

Les résultats du dosage des flavonoïdes sont en harmonie avec ceux trouvés par **Snoussi et al., 2022**, révélant que l'extrait aqueux d'*A. subhirsutum* représente $231 \pm 0,022$ mg EQ/g.

Par contre nos résultats ne sont pas cohérents avec d'autres travaux publiés qui indiquent que l'extrait alcoolique d'*A. sativum* à 50 % de 0, 1823 mg de rutine/ml (**Trifunski et al., 2015**).

En effet, d'autres études montrent que la poudre, l'extrait et l'huile d'*A. sativum* sont riches en flavonoïdes en quantités variables (**Melguizo-Rodríguez et al., 2022** ; **Sahli et al., 2021**).

II. Activité Antioxydante

Les antioxydants d'origine végétale, et notamment les polyphénols végétaux, contribuent à protéger l'organisme humain pour lutter contre le stress oxydatif et ses effets néfastes (**Rathod et al., 2023**).

Les résultats de l'activité antioxydante sont présentés dans la Figure N°05 montrant que la concentration requise pour une inhibition de 50% du radical libre DPPH pour A. ascorbique, *T. hirsuta* et *A. sativum* était de 0,031, 0,009 et 0,38 mg/ml respectivement.

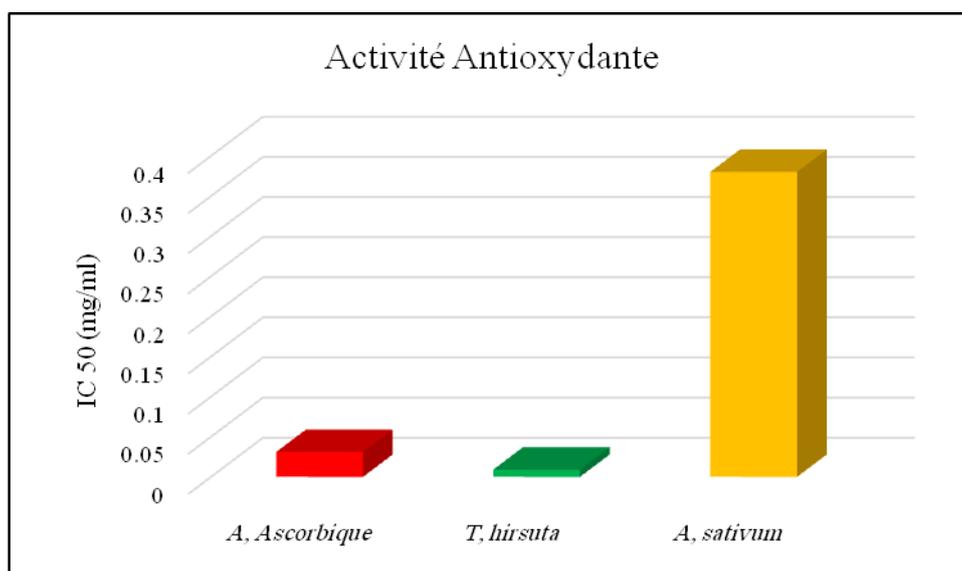


Figure N°05: IC₅₀ (mg/ml) d'A. ascorbique, *T. hirsuta* et *A. sativum*.

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par **Merghem et al. (2020)** révèlent que l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux de *T. hirsuta* ont la capacité de piéger 50% des radicaux libres DPPH à une concentration de $0,030 \pm 0,004$; $0,275 \pm 0,019$ mg/ml respectivement. Dans le même sens, **Kadri et al., (2011)** ont montré le pouvoir antioxydant des huiles essentielles de *T. hirsuta* par piégeage des radicaux libres DPPH avec une IC₅₀ de 80,75 µg/ml.

La concentration d'extrait de *T. microphylla* suffisante pour inhiber 50 % des radicaux libres DPPH était de $3,2 \pm 0,31$ µg/ml (**Ben Mansour et al., 2022**).

D'autres travaux effectués sur des extraits de méthanol et d'acétone à 70 % ont révélé que la concentration capable de retenir 50 % des radicaux libres était de $0,17 \pm 0,001$ et de $1,90 \pm 0,015$ mg/ml, respectivement (**Tlili et al., 2019**).

Le pouvoir antioxydant d'extrait méthanolique, Aqueux des feuilles et des racines de *T. hirsuta* avec IC 50 de (574 et 622 μ g/ml) et (570 et 1982 μ g/ml) respectivement (**Karouche et al., 2020**).

En effet, les différents extraits aqueux, éthanolique et chloroforme d'*A. sativum* piègent le radical libre DPPH à $79,21 \pm 0,74$; $51,16 \pm 0,13$ et $13,44 \pm 5,14\%$ à une concentration de 200mg/ml (**Jang et al., 2018**). Et celui de l'extrait éthanolique à 70% est de 670,03 μ g/ml \pm 1,86 à une concentration de 200mg/ml (**Azizah et al., 2020**).

En **2022**, des travaux ont montré que l'ail avait un effet antioxydant, avec un IC50 allant de 4,43 à 16,33 mg/ml (**Ourouadi et al., 2022**). D'autres études ont mis en évidence l'effet antioxydant de l'*A. sativum* (**Nagella et al., 2014; Taji et al., 2011**).

Nos résultats montrent une forte capacité de l'extrait éthanolique de *T. hirsuta* par rapport à celui d'*A. sativum*. Ceci peut être expliqué par la teneur élevée en polyphénols des extraits de *T. hirsuta*.

Ces dérivés phénoliques sont reconnus comme des antioxydants actifs capables de traiter et de favoriser diverses pathologies, grâce à leur capacité à capter les ROS et à réguler l'activité de diverses espèces d'oxydases dans l'organisme (**Yan et al., 2020**). Dans le même sens, d'autres études indiquent que la richesse des parties aériennes de *T. hirsuta* en composés phénoliques et en flavonoïdes capables de présenter un pouvoir antioxydant naturel (**Amari et al., 2021**).

III. Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne a été évaluée en mesurant la zone d'inhibition (**Figure N°05**). La Figure N°05 montre les résultats de l'activité antibactérienne des extraits éthanoliques de *T. hirsuta* et d'*A. sativum*. La capacité antibactérienne de *T. hirsuta* (100mg/ml) est optimale contre *B. subtilis* (21 ± 1 mm) suivi de *S. aureus* ($16,5 \pm 2,12$ mm) ; *M. luteus* ($12,5 \pm 0,71$ mm) et *E. coli* ($10 \pm 1,41$ mm).

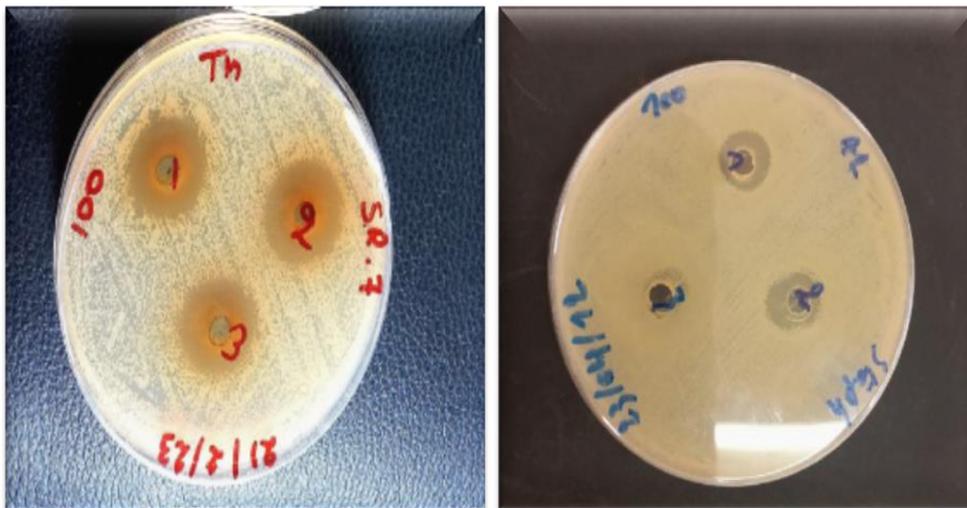


Figure N°06: Zones d'inhibition de l'extrait éthanolique de *T. hirsuta* et *A. sativum* à l'égard de *S. aureus* et *M. luteus*.

Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenus par **Fouzy et al., (2019)** montrant que les extraits éthanoliques et aqueux de *T. hirsuta* vis à vis de *S. aureus*, *E. coli* avec des zones d'inhibition de 8 à 12 mm. Dans le même sens, une autre étude révèle que l'huile essentielle de *T. hirsuta* est bien efficace contre huit souches bactériennes testées, notamment *E. coli*, *B. subtilis* et *S. aureus*, avec des zones d'inhibition de 15,2, 16,33 et 15,36 mm respectivement (**Bounab et al., 2019**).

En 2017, Felhi et ses collaborateurs ont mené une étude sur la capacité des huiles essentielles de *T. hirsuta* à cibler divers micro-organismes à Gram négatif et à Gram positif, prouvant leur efficacité antibactérienne à la fois contre les Gram positifs et les Gram négatifs. En outre, certains rapportent que les Gram-négatifs sont sensibles aux Gram-positifs en raison de leur structure membranaire, qui agit comme une barrière aux molécules bioactives (Trigui et al., 2013).

L'extrait d'éther de pétrole, de dichlorométhane, de méthanol et d'éthanol de *T. hirsuta* inhibent la croissance de *S. aureus* (Deramchia et al., 2017).

Pour *A. sativum*, les résultats qui indiquent son impact sur *S. aureus* ($12,66 \pm 3,21$ mm) ; *B. subtilis* ($11,88 \pm 1,25$ mm) ; *M. luteus* ($10,33 \pm 1,15$ mm) ; *E. coli* ($11,17 \pm 1,04$ mm).

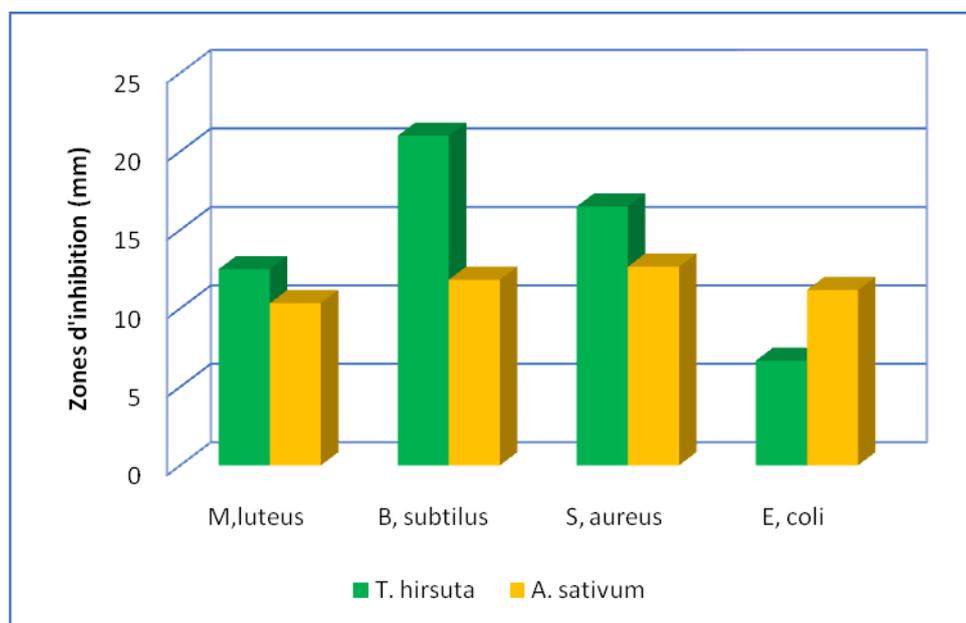


Figure N°07 : L'activité antibactérienne d'extrait éthanolique de *T. hirsuta* et *A. sativum*.

En 2022, **Gabriel et al.** ont également confirmé nos résultats lors de leur recherche. Ils ont constaté que l'extrait d'ail à une gamme de concentrations de 40, 60, 80 et 100 mg/ml exerce un effet antibactérien sur *S. aureus* ($17,3 \pm 0,8$; $18,9 \pm 1,5$; $20,0 \pm 1,1$ et $21,4 \pm 0,5$ mm) et *E. coli* ($16,2 \pm 0,7$; $17,4 \pm 0,4$; $18,1 \pm 0,4$ et $19,3 \pm 0,6$ mm), respectivement.

Aux concentrations de 5, 10 et 15 mg/ml, l'extrait d'ail a exercé un effet antibactérien sur les souches isolées de *S. aureus* et d'*E. coli*, dont les zones atteignaient respectivement (13, 15 et 20 mm) et (11, 11 et 16 mm) (**Abiy et al., 2016**).

En outre, l'extrait méthanolique d'ail australien a permis une inhibition forte par rapport à l'extrait aqueux contre *S. aureus* ($34,3 \pm 2,1$ et $19,1 \pm 1,1$ mm) respectivement (**Phan et al., 2019**).

Diverses études prouvent la capacité antibactérienne importante des extraits d'*A.sativum* envers les bactéries Gram-positives et Gram-négatives; *S. aureus*, *E. coli* et *B. subtilis* (**Magryset al., 2021** ; **Sahli et al., 2021**).

Cette activité s'explique par la teneur élevée en polyphénols et en flavonoïdes des extraits de *T. hirsuta* et d'*A. sativum*. Ces extraits empêchent les protéines de transport cellulaire, stimulent la rupture et la lyse des parois microbiennes et empêchent la réplication de l'ADN microbien, la motilité de l'attachement et la communication entre les cellules (**Hanoun et al., 2023**; **Mickymaray, 2019**).

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales traditionnelles ont été utilisées dès les premiers âges dans le traitement de diverses maladies humaines et prévenir de nombreuses maladies infectieuses. Elles présentent une vaste gamme d'effets pharmacologiques et bénéfiques pour la santé humaine.

L'objectif de ce travail est de porter un screening des composées bioactives présentes dans deux plantes médicinales connues par leurs vertus thérapeutiques *Thymelaea* et *Allium* et l'évaluation de pouvoir antioxydant et antibactérien de ces deux plantes.

A la lumière des résultats recueillis, il nous est possible de conclure que :

Le rendement d'extrait éthanolique (80%) d'*A. sativum* plus intéressant que le rendement de *T. hirsuta*.

Les résultats du criblage phytochimique montrent que l'extrait éthanolique de *T. hirsuta* est riche en terpénoïdes, tanins, mucilages et flavonoïdes, et que l'extrait éthanolique d'*A. sativum* est dépourvu de saponines, de tanins et de mucilages.

La teneur en polyphénols de l'extrait de *T. hirsuta* est élevée par rapport à celle de l'extrait d'*A. sativum*)

T. hirsuta est plus riche en flavonoïdes que *A. sativum*..

Pour l'activité antioxydante, *T. hirsuta* a un pouvoir anti radicalaire plus intéressant que *A. sativum*.

Concernant l'activité antibactérienne, les deux plantes présentent un pouvoir d'inhibition pour *B. subtilus*, *S. aureus*, *M. luteus* et *E. coli*. Dont le spectre d'activité de *T. hirsuta* plus intéressant que d'*A. sativum*.

En général, nous pouvons dire que ces deux plantes sont riches en métabolites secondaires qui donnent une valeur thérapeutique et médicinale importante, mais cette étude n'est qu'un tout premier essai et pas indicative sur le mécanisme réel par lequel agit ces métabolites, et elle ne constitue qu'une étape préliminaire dans la détermination et la valorisation de *T. hirsuta* et *A. sativum*.

L'objectif de ce travail a été en grande partie atteint, bien que certains paramètres ou certaines techniques prévues à effectuer n'aient pas pu être réalisées en raison de non disponibilité de matériel et des moyens.

La contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne et la mise en évidence de pouvoir antioxydant des deux plantes ont donné des résultats très encourageants qui devront être complétés par des études supplémentaires et nécessaires afin d'identifier ces composants.

Par conséquent, ce travail ouvre des perspectives diverses :

- L'extraction et l'analyse quantitative et qualitative de molécules responsables de pouvoir antibactérien et antioxydant.
- Etudier d'autres activités de ce genre (anti-inflammatoire, anticancéreuse)
- Déterminer le mode d'action de ces substances par l'utilisation de méthodes conventionnelles.

Références bibliographiques

AbiyEphrem, BerheAsefaw. 2016. Anti-Bacterial Effect of Garlic (*Allium sativum*) against Clinical Isolates of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* from Patients Attending Hawassa Referral Hospital, Ethiopia. *Journal of Infectious Diseases and Treatment*, 2(2): 18. DOI: 10.21767/2472-1093.10002.

Aissani Fatine., et Chouaichia Marwa. 2015. Etude de l'effet antibactérien de l'extrait méthanolique de l'ail (*Allium sativum* L). [Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 - Guelma].

Akrout Ahmed, Gonzalez Lidia Alarcon, El JaniHajer, Madrid Pablo Campra. 2011. Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaeahirsuta* from southern Tunisia. *Food and Chemical Toxicology*, 49 :342–347.doi:10.1016/j.fct.2010.11.003.

Alberto Bertelli., Marco Biagi., Maddalena Corsini., GiuliaBaini., Giorgio Cappellucci., et ElisabettaMiraldi. 2021. Polyphenols:Fromtheory to practice. *Foods*, 10(11), 2595.

Amari NesrineOuda ,RazafimandimbyBienvenue , Auberon Florence , Azoulay Stephane , Fernandez Xavier , BerkaniAbdellah , Bouchara Jean-Philippe , and Landreau Anne . 2021. Antifungal and Antiaging Evaluation of Aerial Part Extracts of *Thymelaeahirsuta* (L.) Endl. *Natural Product Communications*, 16(2): 1–10. DOI:10.1177/1934578X20987932.

Amari NesrineOuda, Bouzouina Mohamed, BerkaniAbdellah, LotmaniBrahim. 2014. Phytochemical screening and antioxidant capacity of the aerial parts of *Thymelaeahirsuta* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(2): 104-109. doi:10.1016/S2222-1808(14)60324-8.

Amarni Abdelhamid., et Ben AoualiAmeur. (2017). Evaluation Des Propriétés Des Antioxydants Chez Deux Plantes Médicinales (*allium Sativum* Et *Artemisia Herba. alba*) Et Leur Influence Sur La Pyrale Des Dattes (*EctomyeloisCeratoniae* Zeller., 1839) [Mémoire de Master, Université Hamma Lakhdar - Eloued].

Aniszewski Tadeusz. 2007. Alkaloids-Secrets of Life: Alkaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role. Elsevier.

Anne-Sophie Limonier. 2018. La phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Sciences pharmaceutiques..fdumas-01840619f

ArifyToryali, Ezhilvalavan S, Varun A, Sundaresan A and Manimaran K. 2018. Qualitative phytochemical analysis of garlic (*Allium sativum*) and nilavembu (*Andrographispaniculata*). *International Journal of Chemical Studies*, 6(3): 1635-1638.

AzizahZikra, YaniPutri, Yetti Rina Desni. 2020. Antioxidant Activity Ethanol Extract of Garlic (*Allium sativum* L.) and Black Garlic. *International Journal of Research and Review*, 7(9) : 94-103.

Azza Zohra, Marnissi Farida, Naya Abdallah, BenjellounNajib, ZamyatiSoumia, Amrani Mariam AndOudghiriMounia. 2012. Toxicological evaluation of *Thymelaeahirsuta* and protective effect against CCl₄-induced hepatic injury in rats. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 6(1): 379-393. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>.

Bahorun T. 1997. Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Food and agricultural resarch council, Réduit, Mauritius, 60,83-94.

Belkhiri Farida. 2018. Activité antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales:salviaverbenaca et *Lepidiumsativum*. Diss. [Mémoire de Master, Université Ferhat Abbas Sétif 1].

Belouadah Nawal., et Warda Attoui. 2020. Screening phytochimique de l'espèce *AlchemillaVulgaris*. Diss. [Mémoire de Master, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA].

Ben Mansour Rim, ChaouachiFeten, Falleh Hanen, Pichette André, Legault Jean, Ksouri Riadh. 2022. Powerful anti-inflammatory, anti-Herpes and anticancer capacities of *Thymelaeamicrophylla* L. and TLC phenolic identification. *Journal of Natural Product Research and Applications*, 1 (3) : 1-16. DOI: 10.46325/jnpra.v1i03.24.

BEN MOUSSA Rahma., et SIFI Hadjer. 2020. Contribution à la caractérisation biologique d'huile de germes de blé (*TriticumdurumDesf*) issus de région d'El-Oued [Mémoire de Master, Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED]

BENYAHKEM Meriem., et LAMRI Khaoula. 2017. Contribution à l'étude de l'activité antioxydante des extraits phénoliques des trois espèces: *Punicagranatum* L.(Grenadier); *Zeamays* L.(Maïs) et *Lawsoniainermis* L.(Henné) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).

Björkman Maria, KlingenIngeborg, Birch Andrew N.E., Bones Atle M., Bruce Toby J.A., Johansen Tor J., Meadow Richard, MølmannJørgen, Seljåsen Randi, Smart Lesley E., Stewart Derek. 2011. Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health – Influences of climate, environment and agronomic practice. *Phytochemistry*, 72: 538–556. doi:10.1016/j.phytochem.2011 . 01.014.

BOUAFIA Rabiaa., et BENMAAMAR Abdessamad. 2015. Etude Phytochimique De La Partie Aérienne De *Zygophyllum Album* Et Évaluation De Ses Activités Antimicrobiennes [Mémoire de Master, Université Saad Dahleb - Blida].

Bougandoura Nabila., et Nassima Bendimerad. 2013. "Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Saturejacalaminth*ssp. *Nepeta* (L.) Briq." *Revue Nature et Technologie* Volume 5, Numéro 2, Pages 14-19

BounabSouhila, LogradaTakia, Ramdani Messaoud, Chalard Pierre, Figueredo Gilles. 2019. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Thymelaeahirsuta*from Algeria. *Biodiversitas*, 20 (10): 2868-2876. DOI: 10.13057/biodiv/d201012.

Chabot S, Becard G, Piche Y .1992. Life cycle of *Glomus intraradix*in root organ culture. *Mycologia*84: 315-21.

Chaouche Tarik Mohammed. 2014. "Contribution à l'étude des activités anti oxydantes et antimicrobiennes des extraits de quelques plantes médicinales." (Doctorat en Biologie. Université Abou BekrBelkaid Tlemcen) (UABT) 35.

CHENITI Toufik., et BENNACEF Farouk. 2020. Contribution à l'étude de l'activité antioxydante et antibactérienne du *Pistacialentiscus* L [Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A -].

Chiocciollaria., Manuela Mandrone., Paola Tomasi., Lorenzo Marincich., et Ferruccio Poli. 2021. "Plant Secondary Metabolites: An Opportunity for Circular Economy" *Molecules* 26, no. 2: 495. <https://doi.org/10.3390/molecules26020495>

Cowan Marjorie Murphy. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev.* Oct;12(4):564-82. doi: 10.1128/CMR.12.4.564. PMID: 10515903; PMCID: PMC88925.

DAHMOUNE ZOHRA., et HAMDACHE SAIDA. 2017. Etude ethnobotanique de quatre plantes médicinales *Artemisia herba alba* A, *Charthamuscaeruleus* L, *Inulaviscosa* et *Marrubiumvulgare* L au niveau de la région de Maâtkas et de Kadiria et mise en application de *Charthamuscaeruleus* L (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

DehimiKhadidja, Speciale Antonio, Saija Antonina, DahamnaSaliha, Raciti Roberto, Cimino Francesco, CristaniMariateresa. 2016. Antioxidant and Anti-inflammatory Properties of Algerian *Thymelaeamicrophylla*Coss. and Dur. Extracts. *Pharmacognosy Magazine*, 12:203-10. DOI: 10.4103/0973-1296.186345.

Del Valle José Manuel, Mena C, MateoBudinich. 2008. Extraction of garlic with supercritical co2 and conventional organic solvents. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 25 (03): 535 – 542.

DeramchiaNawel, MostefaBelhakem. 2017. Antimicrobial activity of phenolic extracts and essential oil from *Thymelaeahirsute*.*South Asian Journal of Experimental Biology*, 7(1): 35-41. DOI: [https://doi.org/10.38150/sajeb.7\(1\).p35-41](https://doi.org/10.38150/sajeb.7(1).p35-41).

DeramchiaNawel, BelhakemMostefa. 2017. Antimicrobial activity of phenolic extracts and essential oil from *Thymelaea hirsute*. *South Asian Journal of experimental biology*, 7(01): 35-41. DOI: <https://doi.org/10.38150/sajeb>.

Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P., Vidal N. 2006. Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*97 : 654–660. doi:10.1016/j.foodchem.2005.04.028.

Dos Santos Paula Correia Medeiros, da Silvaa Larissa Morais Ribeiro, Magalhaes FranciscoErnani Alves, Cunhaa Fernando Eugenio Teixeira, Ferreiraa Maria Jaiana Gomes, de FigueiredoEvâniaAltina Teixeira. 2022. Garlic (*Allium sativum* L.) peel extracts: From industrial by-product to food additive. *Applied Food Research*, 2 (100186) : 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100186>.

Elbidi Asma. 2016. "Screening phytochimique de quelques plantes steppiées *ArtemisiaCampestris* et *TeucriumPolium* de la région de El Hamel wilaya de M'Sila. [Master professionnel. Université Zaine Achour de Djelfa].

El-BondklyEsraa Ahmed Mohamed, El-GendyMervatMorsy, El-BondklyAya Ahmed Mohamed, El-Shenawy Fareed Shawky, El-BondklyAlaa Ahmed Mohamed. 2020. In Vitro, Evaluation of Anticancer and Anti-dermatophytes Activities of Some Egyptian Medicinal Plants. *Research Square*, 1-15. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-56361/v1>.

EL-Haoud Hamid., Boufellous Moncef., BerraniAssia., HindTazougart., et BengueddourRachid.(2018).SCREENINGPHYTOCHIMIQUE D'UNEPLANTEMEDICINALE:MenthaSpicataL.Am. J. Inn. Res. AppliedSc, 12, 2429-5396.

El-khamissi, H. A. Z. Saad Z. H. and H. E. Rozan. 2019. Phytochemicals Screening, Antioxidant and Anticancer Activities of Garlic (*Allium sativum*) Extracts. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 10(4): 79 – 82.

Fahima Ali-RACHEDI., Souad MERAGHNI., Nourhène TOUAIBIA., et Sabrina MESBAH. (2018)"Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *ScabiosaAtropurpurea*sub. *Maritima* L." *Bulletin de la société royale des sciences de liège*.

Felhi Samir, ChaaibiaMouna, Bakari Sana, Ben Mansour Riadh, Békir Ahmed, GharsallahNéji, Kadri Adel. 2017. Anti-microbial screening and cytotoxic activity of aerial part of *Thymelaeahirsuta* L. essential oil growing in south-west Tunisia. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 30(1):87-91.

Felhi Samir, DaoudAmal, HajlaouiHafedh, KaisMnafgui ,GharsallahNéji, Kadri Adel. 2017. Solvent extraction effects on phytochemical constituents profiles, antioxidant and antimicrobial activities and functional group analysis of *Ecballium elaterium* seeds and peels fruits. *Food Science and Technology*, 37(3): 483-492. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.23516>.

FereidoonShahidi., VamadevanVaratharajan., Won Young Oh., et Han Peng. (2019). Phenolic compounds in agri-food by-products, their bioavailability and health effects. *Journal of Food Bioactives*, 5, 57–119. <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.5178>

Ferrari Julian. (2002). Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire des *Thymelaeaceae* et investigation phytochimique de l'une d'elles : *Gnidia involucrata* Steud ex

A. Rich. Thèse de Doctorat. Université de Lausanne. Faculté des Sciences. Institut de Pharmacognosie et Phytochimie. 242 p.

FethiBenbelaïd., AbdelmounaïmKhadir., Mourad Bendahou., Fatima Zenati., ChafikaBellahsene., Alain Muselli., et Jean Costa. (2016). Antimicrobial activity of Rosmarinuseriocalyx essential oil and polyphenols: An endemic medicinal plant from Algeria. *Journal of Coastal Life Medicine*, 4(1), 39-44.

FouzyAlafid , Salem Mohamed Edrah , Fatimh Mustafa Meelad , SoadBelhaj , Khaled Altwair and NaserRamdanMaizah. 2019. Evaluation Of Phytochemical Constituents And Antibacterial Activity Of *ThymelaeaHirsuta* (L.) Endl, And That Utilised As A Conventional Treatment Of Infertility And Diabetic In Libya. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 8 (11) : 72-88. DOI: 10.20959/wjpr201911-15881.

Francenia Santos-Sánchez Norma., Salas-Coronado Raul., Villanueva-Cañongo Claudia., et Hernández-Carlos, Beatriz. (2019).Antioxidant Compounds and TheirAntioxidantMechanism. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.85270

Frédéric Dupont., et Jean-Louis Guignard. (2012). “Botanique : les familles de plantes”, 15ème éd. Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson, 300p

Gabriel Tuyishime, VestineAbimana , Kim Ki Deok, Kwon Seong Jung, SivanesanIyyakkannu and Chun Se Chul. 2022. Antibacterial Activity of Nanoparticles of Garlic (*Allium sativum*) Extract against Different Bacteria Such as *Streptococcus mutans* and *Poryphomonasgingivalis*. *Applied. Sciences*, 12 (3491): 1-15. <https://doi.org/10.3390/app12073491>.

Galicia Herbada. (2006). Origin and diversification of *Thymelaea* (Thymelaeaceae): inferences from a phylogenetic study based on ITS (rDNA) sequences

Gelfand M., Mavi S., Drummond RB., et Ndemera B. (1985). The Traditional Medical Practitioner in Zimbabwe. Mambo Press, Gweru. pp. 191-192 / 268-269 and 304.

HanounSaida, AgabaImen. AgounIlhem, GaidKelthoumAhmed,HanenMellal, ChennHousseem, ArouaKhaoula. 2023. Phytochemical Screening and In Vitro Antibacterial Activity of Methanol Extract of *Thymelaeahirsuta* and *Anacyclus pyrethrum* from Algeria against Multi-Drug Resistant Bacteria Associated with Skin Infections. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(5):2935-2939.

HARRAR Abd El Nacer. (2012). "Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L". [Mémoire de Master, Université de Sétif]

Hennebelle T., Sahpaz S., et Bailleul F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 2, 3-6. <https://doi.org/10.1007/s10298-004-0003-8>.

Jang Hyun-Joo, Lee Hyun-Jin, Yoon Dong-Kyu, Ji Da-Som, Kim Ji-Han, Lee Chi-Ho. 2018. Antioxidant and antimicrobial activities of fresh garlic and aged garlic by-products extracted with different solvents. *Food Science Biotechnology*, 27(1):219–225. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0246-4>.

Kadri Adel, ZaraiZied, Ben Chobba Ines, GharsallahNéji, Damak Mohamed and Békir Ahmed. 2011. Chemical composition and in vitro antioxidant activities of *Thymelaeahirsuta* L. essential oil from Tunisia. *African Journal of Biotechnology*, 10(15) : 2930-2935. DOI: 10.5897/AJB11.028.

KaroucheSaida, Henouda Sara, BenbottAmel, Malki Samira.2020. Free radical scavenging and biological activity of leaves and roots of *Thymelaeahirsuta*, collected from Algeria. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research*, 10(4):15-20.

KHAMMES Chaima., et OUCIF LEBEHI Sabrina. (2017). Etude de la relation entre les croûtes biologiques du sol et les plantes sahariennes (*Zygophyllum album* L.) dans la région d'El Oued [Mémoire de Master, Université ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED].

Kipropa Stanley, MuthangyaMutemi. 2021. Phytochemical Screening and Antimicrobial Properties of *Allium sativum* Against *Lactobacillus*. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 60 (1): 172-180.

Klara D Vichnevetskaia., et D N Roy. (2011). Oxidative stress and antioxidative defense with an emphasis on plants antioxidants. *EnvironmentalReviews*. 7(1): 31-51. <https://doi.org/10.1139/a99-004>

KsouriRiadh, MegdicheWided, FallehHanen, TrabelsiNejla, BoulaabaMondher, SmaouiAbderrazak, AbdellyChedly. 2008. Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. *C. R. Biologies*, 331 : 865–873. doi:10.1016/j.crv.2008.07.024.

LAKEHAL Mohamed., et SADEK Rekia. (2022) "contribution à l'étude de quelques activités biologiques in vitro de menthaspicata et populus alba" Département de Biologie Laboratoire De Bio-toxicologie,

Laraba Meriem., Serrat Amina., et OuassaaGhania. (2016). "Etude in vitro de l'activité antioxydante des polyphénols isolés à partir d'une plante médicinale." [Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Université des Frères Mentouri, Constantine].

Leurquin, J. (2013). "Etude des Liliales de Belgique et des régions voisines. Clés de détermination par les caractères floraux et végétatifs, Données morphologiques, stationnelles et socio-écologiques, Planches de dessins au trait par espèce", Omithogalumumbellatum, , 10-16.

Licois, D. (1992). Escherichia coli entéropathogènes du lapin. In Annales de recherches vétérinaires (Vol. 23, No. 1, pp. 27-48).

Liliana GITIN., Rodica DINICA., et Raluca PARNAVEL. (2012). "The influence of extraction method on the apparent content of bioactive compounds in Romanian Allium spp.Leaves", Notulae botanicae horticulturae, vol. 40, n° 1, 93-97.

Lugasi Andrea. (2003). "The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases." Acta biologica Szegediensis 47.1-4: 119-125.

M Sène., Mokane., Ad Fall., W Diatta., K Diatta., M DiawA Ba., F Ba., Ak Sow., A Samb., Et As Diallo. (2014). Activité Anti-Oxydante D'un Extrait D'écorce De DialiumGuineense (Caesalpinaceae). J Sci, 15(1), 5-11.

MadaniAdeleh, ChoobkarNasrin, Garmakhany Amir Daraei. 2023. Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity of Iranian *Allium sativum* controversum extracts and their antimicrobial properties in fresh sausages. *Food Science Nutrition.*, 11(1): 274–283. DOI: 10.1002/fsn3.3059.

MagryśAgnieszka ,Olender Alina , TchórzewskaDorota . 2021. Antibacterial properties of *Allium sativum* L. against the most emerging multidrug-resistant bacteria and its synergy with antibiotics. *Archives of Microbiology*, 203 : 2257–2268. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02248-z>.

MahmoudiSouhila., Mustapha Khali., et NacéraMahmoudi (2013). "Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynarascolymus L.*)."
Nature &Technology 9 : 35.

Mekhelfi T. (2016). Séparation et Détermination Structurale de Métabolites Secondaires de deux Plantes Algériennes - Activités Biologiques. (Thèse de Doctorat. Université des Frères Mentouri , Constantine). 243 p.

Melguizo-RodríguezLucía, García-Recio Enrique, Ruiz Concepción, De Luna-Bertos Elvira, Illescas-Montes Rebeca and Costela-Ruiz Víctor J. 2022. Biological properties and therapeutic applications of garlic and its components. *Food & Function*, 13, 2415–2426. DOI: 10.1039/d1fo03180e.

MerghemMounira, DahamnaSaliha and KhennoufSeddik. 2020, Polyphenols contents and antioxidant Activity of extracts from Leaves and flowers of *Thymelaeahirsuta*, *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 10(4):108-111. Doi: <https://doi.org/10.22270/jddt.v10i4.4159>

MerghemMounira, DahamnaSaliha and KhennoufSeddik. 2020. Polyphenols contents and antioxidant Activity of extracts from Leaves and flowers of *Thymelaea hirsute*. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 10(4):108-111. <http://dx.doi.org/10.22270/jddt.v10i4.4159>.

MerghemMounira, DahamnaSaliha and KhennoufSeddik. 2020. Polyphenols contents and antioxidant Activity of extracts from Leaves and flowers of *Thymelaeahirsuta*, *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 10(4):108-111 <http://dx.doi.org/10.22270/jddt.v10i4.4159>.

Mickymaray Suresh. 2019. Efficacy and Mechanism of Traditional Medicinal Plants and Bioactive Compounds against Clinically Important Pathogens. *Antibiotics*, 8(257): 1-57. doi:10.3390/antibiotics8040257.

Moussaid M, Elamrani AA, Berhal C, et al .(2012) .Comparative evaluation of phytochemical and antimicrobial activity between two plants from the Lamiaceae family: *Marrubium vulgare (L.)* and *Origanum majorana (L.)*. *Int J Nat Prod Res* 1(1): 11-13

Nagella Praveen, ThiruvengadamMuthu, Ahmad Ateeque, Yoon Jae-YeonAnd Chung Ill-Min. 2014. Composition of Polyphenols and Antioxidant Activity of Garlic Bulbs Collected from Different Locationsof Korea. *Asian Journal of Chemistry*, 26 (3):897–902.

NajjaaHanan, Zouari Sami, Ammar Emna, Neffati Mohamed. 2011. Phytochemical Screening And Antibacterial Properties Of *Allium Roseum* L., A Wild Edible Species In North Africa. *Journal of Food Biochemistry*, 35 : 699–714. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00411.x>

Niki Etsuo., et NoguchiNoriko. (2000). Evaluation of antioxidantcapacity. What capacity is being measured by which method?. *IUBMB life*, 50(4/5), 323-329.

NwaloNweke., Echeta Justina., GinikaDorathy., et Itumoh Martin. (2017).Determination of phytochemical composition and antioxidative properties of selected medicinal plants in ikwo, ebonyi state, Nigeria.

Obi Ifeanyi Malachy, Chilaka Kingsley Chimsorom, Uneke Prince Chiazor, ChilakaUgochi Jane and Oyindamola Joseph Olanrewaju. 2022. Evaluation of anti-microbial and anti-inflammatory properties of ethanol extract ofAlliumsativumlinn. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences, 19(02), 044–056. DOI: <https://doi.org/10.30574/gscbps.2022.19.2.0143>.

Olayinka A Aiyegoro., et Anthony I Okoh. (2010). Preliminary phytochemical screening and In vitro antioxidant activities of the aqueous extract of *Helichrysumlongifolium* DC. *BMC ComplementAltern Med* 10, 21. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-10-21>

Olusanmi, M. J., Amadi, J. E. 2010. Studies on the Antimicrobial Properties and Phytochemical Screening of Garlic (*Allium sativum*) Extracts. *Ethnobotanical Leaflets*, 14: 537-45.

Othman Leen., Sleiman Ahmad., et Abdel-MassihRoula M. (2019). Antimicrobial Activity of Polyphenols and Alkaloids in Middle Eastern Plants. *Front Microbiol.* May 15;10:911. doi:10.3389/fmicb.2019.00911. PMID: 31156565; PMCID: PMC6529554.

Orouadi S., Hasib A., El Mahi F. 2022. Evaluation of biochemical, antioxidant and antibacterial activities of garlic extracts (*Allium sativum*. L) grown in five Moroccan eco-

regions. *Moroccan Journal of Chemistry*, 10 (4): 761-771. Doi: <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v10i3.29322>.

Phan Anh Dao Thi, Netzel Gabriele, ChhimPanhchapor, Netzel Michael E. and SultanbawaYasmina. 2019. Phytochemical Characteristics and Antimicrobial Activity of Australian Grown Garlic (*Allium Sativum* L.) Cultivars. *Foods* , 8 (358): 1-16. doi:10.3390/foods8090358.pp. 1-23.

Prashant Tiwari., Bimlesh Kumar., Mandeep Kaur., Gurpreet Kaur., et Harleen Kaur. (2011). "Phytochemical screening and extraction: a review." *Internationale pharmaceuticasciencia* 1.1: 98-106.

Predrag Putnik., DomagojGabrić., ShahinRoohinejad., Francisco J. Barba., Daniel Granato., Kumar Mallikarjunan., José M. Lorenzo., et DanijelaBursaćKovačević. (2019). An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: From processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties, *Food Chemistry*, Volume 276, Pages 680-691, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.068>.

Rajeev K Singla., Ashok K Dubey., Arun Garg., Ramesh K Sharma., Marco Fiorino., Sara M Ameen., Moawiya A Haddad., et Masnat Al-Hiary. (2019). Natural Polyphenols: Chemical Classification, Definition of Classes, Subcategories, and Structures, *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, Volume 102, Issue 5, 1, Pages 1397–1400, <https://doi.org/10.1093/jaoac/102.5.1397>

RathodNikheelBhojraj, ElabedNariman ,PuniaSneh, OzogulFatih , Kim Se-Kwon,and Rocha João Miguel. 2023. Recent Developments in Polyphenol Applications on Human Health: A Review with Current Knowledge. *Plants*, 12(1217): 1-30. <https://doi.org/10.3390/plants12061217>.

Robert P. Borris., GáborBlaskó., et Geoffrey A. Cordell. (1988).Ethnopharmacologic and phytochemical studies of the Thymelaeaceae, *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 24, Issue 1,Pages 41-91, ISSN 0378-8741, <https://doi.org/10.1016/0378>

RutujaSherkar, Pratiksha Ware, Tanuja Kale, GeetaMasal, Sunil Kolhe. 2023. Review On: Phytochemical Screening Of *Allium Sativum* [Garlic]. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 05 (04), 1236-1238.

Sahli F., Darej C., Guesmi H., Hamrouni L., Moujahed N. 2021. Garlic (*Allium sativum* L.) chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities, and in vitro effect on digestion in sheep. In :López-Francos A. (ed.), Jouven M. (ed.), Porqueddu C. (ed.), Ben Salem H. (ed.), Keli A. (ed.), Araba A. (ed.), Chentouf M. (ed.). Efficiency and resilience of forage resources and small ruminant production to cope with global challenges in Mediterranean areas. Zaragoza : CIHEAM, 435-440 (Options Méditerranéennes : Série A. SéminairesMéditerranéens; n. 125).

Sarker SD, Latif Z, Gray AI.(2005). Natural products isolation. HumanaPress, Totowa,

Sarni-Manchado P., et Cheynier V. (2006). Les polyphénols en agroalimentaire. Techniques et documentation, 398 p.

SnoussiMejdi, NoumiEmira ,HafedHajlaoui , LamjedBouslama , AssiaHamdi , Mohd Saeed , MousaAlreshidi , Mohd Adnan , Ayshah Al-Rashidi , KaïssAouadi , SiwarGhannay , OzgurCeylan , Vincenzo De Feo and Adel Kadri . Phytochemical Profiling of *Allium subhirsutum* L. Aqueous Extract with Antioxidant, Antimicrobial, Antibiofilm, and Anti-Quorum Sensing Properties: In Vitro and InSilico Studies. *Plants* , 11, 495. <https://doi.org/10.3390/plants11040495>.

TajiFatemeh, ShirzadHedayatollah, Ashrafi Kurosh, ParvinNeda, KheiriSoleiman, NamjooAbdolrasul, AsgariAzam, Ansari Roya, Rafieian-kopaei Mahmoud. 2011. A Comparison between the Antioxidant Strength of the Fresh and Stale *Allium sativum* (Garlic) Extracts. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences* ,14(5): 25-29.

Tijani KokoriBajeh, Alfa AbdullahiAttah, SezorAbdullahiAminu. 2019. Studies on Phytochemical, Nutraceutical Profiles and Potential Medicinal Values of *Allium sativum* Linn (Lilliaceae) on Bacterial Meningitis. *International NeuropsychiatricDisease Journal*, 13(2): 1-15.DOI:10.9734/INDJ/2019/v13i2 30105.

TliliHajer, HanenNajjaa, Ben ArfaAbdelkerim, Neffati Mohamed, BoubakriAbdelbasset, Buonocore Daniela, DossenaMaurizia, Verri Manuela, Doria Enrico. 2019. Biochemical properties and in vitro biological activities of extracts from seven folk medicinal 2 plants growing wild in southern Tunisia. *bioRxiv*, 1-27. doi: <https://doi.org/10.1101/551515>.

Tracey A. Taylor., et Chandrashekhar G. Unakal.(2022).Staphylococcus aureus Infection. In StatPearls [Internet]. StatPearlsPublishing.

Trifunski Svetlana, MunteanuMelania Florina, Agotici Vlad, Pinte Simona (Ardelean) and Gligor Ramona. 2015. Determination of Flavonoid and Polyphenol Compounds in *Viscum Album* and *Allium Sativum* Extracts. *International Current Pharmaceutical Journal*, 4(5): 382-385. <http://www.icpjonline.com/documents/Vol4Issue5/01.pdf>.

Trigui Mohamed, Ben HsounaAnis, Tounsi Slim, Jaoua Samir. 2013. Chemical composition and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian *Thymelaeahirsuta* with special reference to its mode of action. *Industrial Crops and Products*, 41 : 150–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.04.011>.

Vijaya Lobo., AvinashPatil., A Phatak., et Naresh Chandra. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn Rev* ;4(8):118-26. doi: 10.4103/0973-7847.70902. PMID: 22228951; PMCID: PMC3249911.

Wagner H.1993. Pharmazeutische Biologic Drogen und ihreInhaltsstoffe. Ed. Gustav Fischer, New York, pp.163-65.

Yahyaoui Maroua, BouajilaJalloul, Cazaux Sylvie, AbderrabbaManef.(2018). The impact of regional locality on chemical composition, anti-oxidant and biological activities of *Thymelaeahirsuta* L. extracts, *Phytomedicine*,1-43. doi: 10.1016/j.phymed.2018.01.010.

YahyaouiMaroua, GhazouaniNessrine, SifaouiInes and AbderrabbaManef. 2017. Comparison of the Effect of Various Extraction Methods on the Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of *Thymelaeahirsuta* L. aerial parts in Tunisia. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 14(3) : 997-1007.

Yan Zhaoming , Zhong Yinzhao , Duan Yehui , Chen Qinghua , LiFengna . 2020. Antioxidant Mechanism of Tea Polyphenols and Its Impact on Health Benefits. *Animal Nutrition* , 6 (2): 115–123.

Annexes

Annexes I : Les différent étapes d'extraction



Figure N°01 : Tamisage de la plante après le broyage.

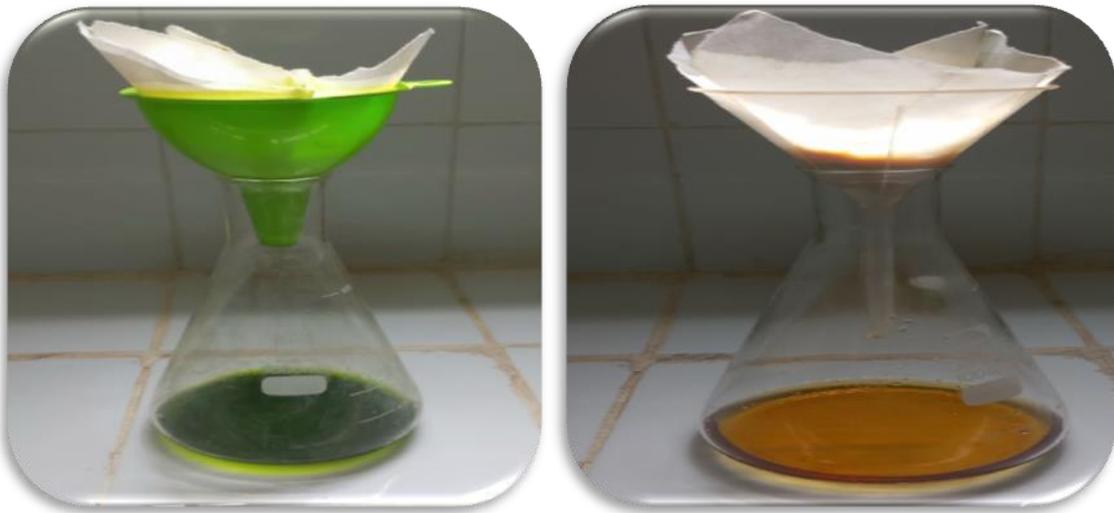


Figure N°02 : Filtration d'extract éthanologique de *T. hirsuta* et *A. sativum* sur papier filtre.



Figure N°03 : Résidu sec d'extract éthanologique à 80% de *T. hirsuta*.

Annexes II Analyses phytochimiques



Figure N°04 : Screening phytochimique.



Figure N°05 : Dosage des polyphénols.

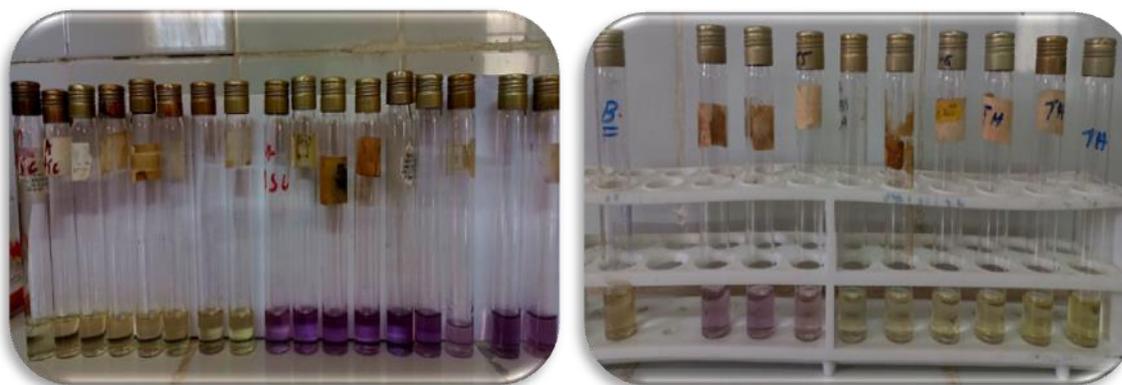


Figure N°06 : Activité antioxydant (DPPH) d'extrait éthanolique *T. hirsuta* et *A. sativum*.

Annexes III Les courbes d'étalonnage

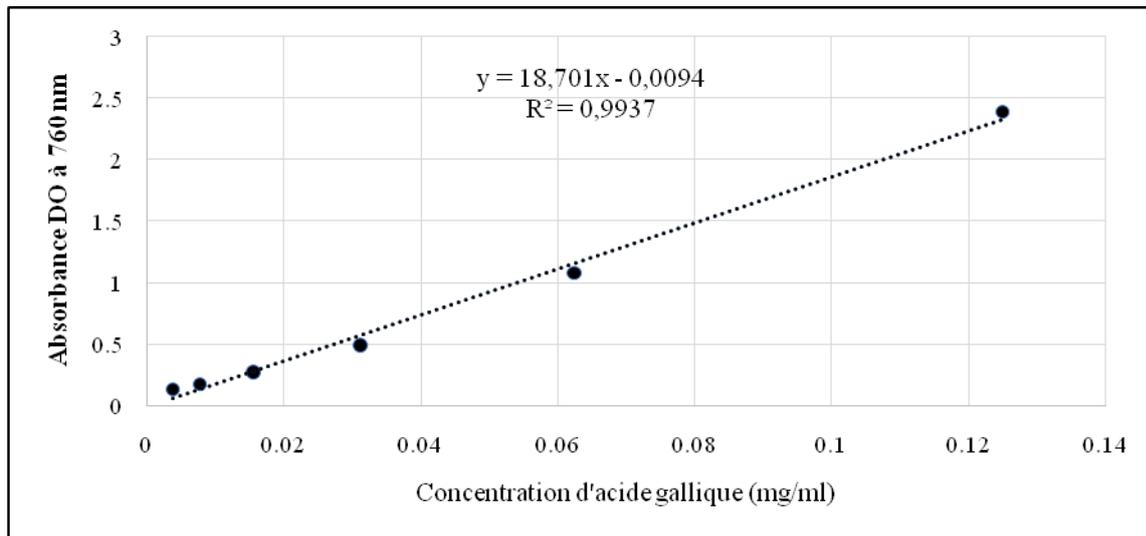


Figure N°07 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

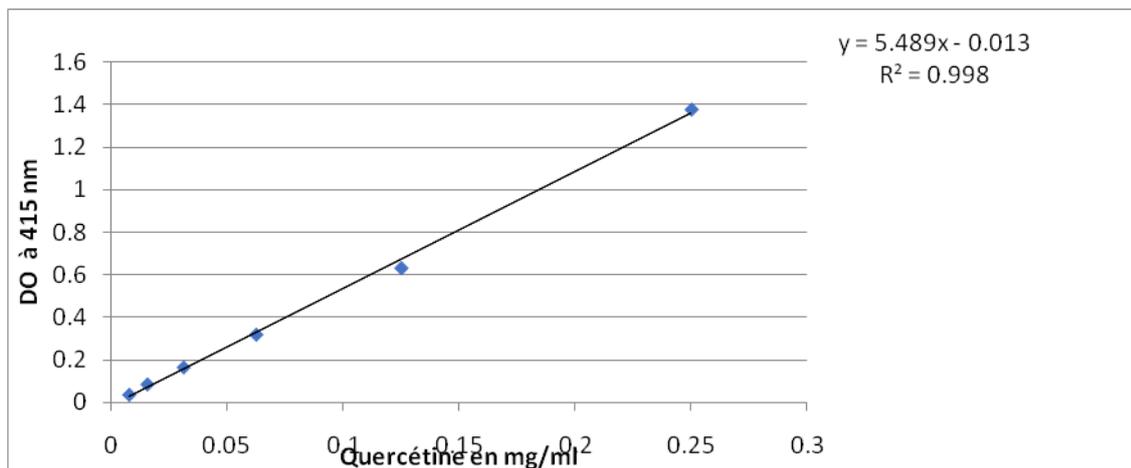


Figure N°08 : Courbe d'étalonnage Quercétine.

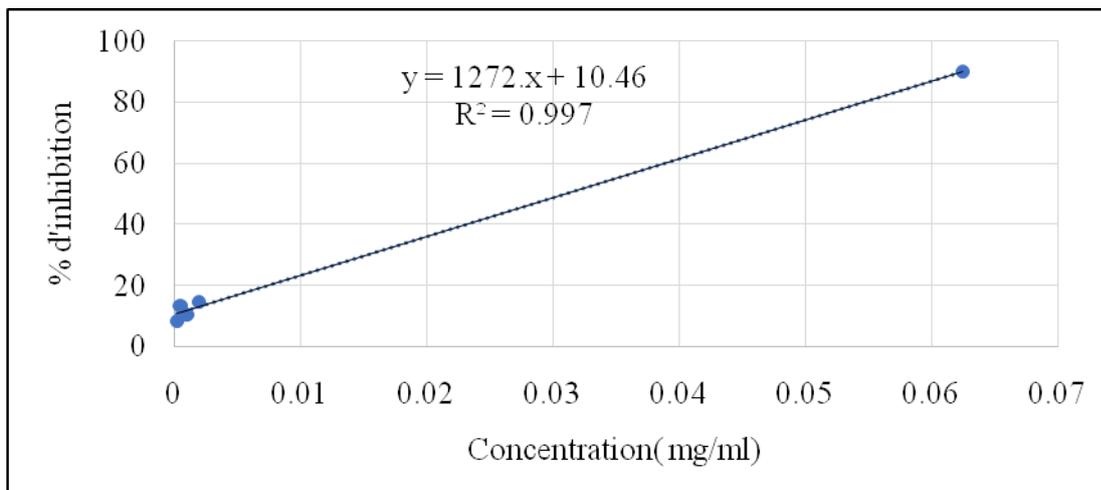


Figure N°09 : Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.

Annexes IV Activité antibactérienne

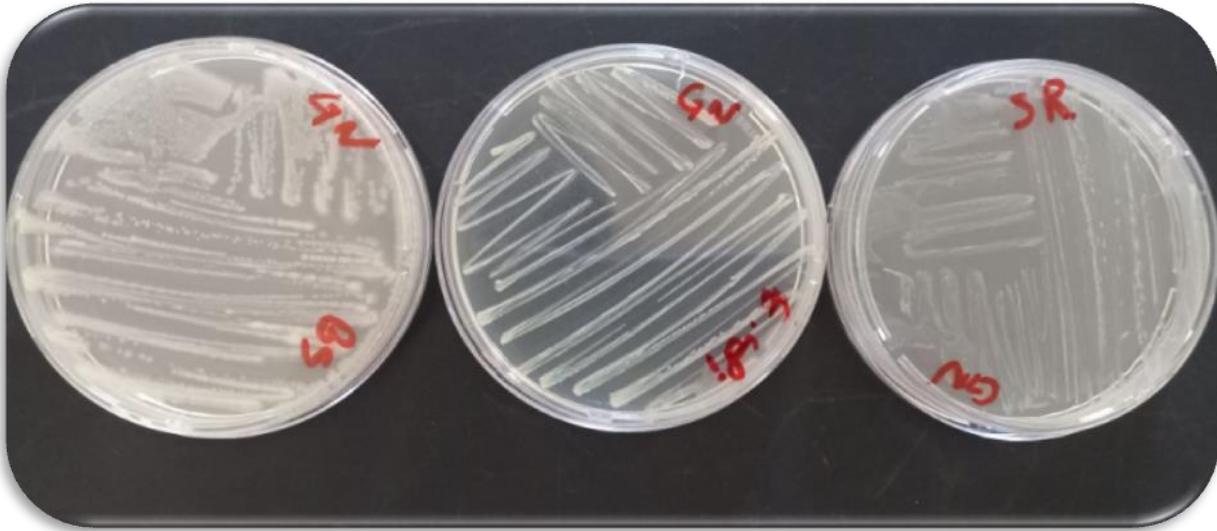


Figure N°10: Repiquage des Souches bactériennes.

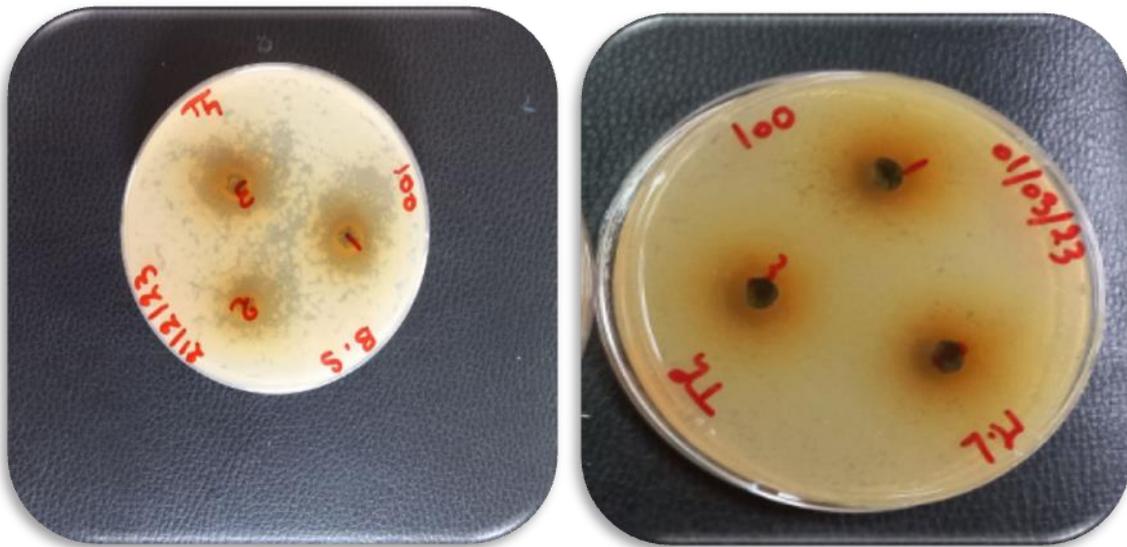


Figure N°11: Activité antibactérienne d'extrait éthanolique de *T. hirsuta* contre *B. subtilis* et *M. luteus*.