



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية

Département de Biologie Cellulaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : biochimie appliquée

THEME

Contribution à la quantification phénolique et l'activité antioxydante de deux plantes: *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* à El Oued

Présenté par : MILOUDA Djihad

Devant le jury composé de :

Président:	CHOUIKH Atef	PROF.	Université D'El-Oued
Examineur:	LAICHE OMAR Touhami	M.C.A	Université D'El-Oued
Promotrice :	BOUSBIA BRAHIM Aïda	M.C.B	Université D'El-Oued
Co-promoteur:	BEN ALI Anis	Doctorant	Université D'El-Oued

Année universitaire: 2023 / 2024



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





Remerciement

Je souhaite également remercier mon encadrante Docteur BOUSBIA BRAHIM Aida et mon co-encadrant Monsieur BEN ALI Anis, pour leur soutien inestimable tout au long de ce projet. Leurs disponibilité, patience et recommandations éclairées ont été déterminantes dans la réalisation de cette étude. Grâce à leurs accompagnements, j'ai pu développer mes compétences et mener à bien mes recherches.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au jury de ce mémoire, merci professeur CHOUIKH Atef, merci professeur LAICHE OMAR Touhami, pour votre temps, votre expertise et vos précieux conseils. Vos commentaires constructifs ont enrichi mon travail et m'ont permis d'approfondir mes réflexions.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire. Leur encouragement et leur soutien ont été des sources de motivation tout au long de ce parcours.

MILOUDA Djihad





Dédicace

je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à mon parcours académique et personnel.

À ma famille, dont l'amour inconditionnel et le soutien constant ont été des piliers essentiels tout au long de cette aventure. À mes parents, pour leurs sacrifices inestimables, leur encouragement et leur foi indéfectible en moi. Vous avez toujours été là pour m'inspirer et me motiver à poursuivre mes rêves.

À mon professeur CHOUIKH Atef, qui a été une source constante de soutien moral. Votre présence et vos encouragements ont allégé les moments difficiles et m'ont donné la force de continuer.

À mon encadrante, docteur BOUSBIA BRAHIM Aida, pour sa guidance précieuse et ses conseils éclairés. Merci pour votre patience, votre disponibilité et votre passion pour la recherche, qui ont été une source d'inspiration.

Enfin, à toutes les personnes qui croient en la puissance de l'éducation et de la recherche. Ce mémoire est le fruit de nombreuses heures de travail, de passion et d'engagement, et je le partage avec tous ceux qui aspirent à la connaissance et à la compréhension.



MILOUDA Djihad

Résumé

La composition chimique et les mécanismes d'action des extraits *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* sont cruciales pour évaluer leur potentiel en tant qu'agents préventifs et thérapeutiques. Ce travail se propose d'explorer les propriétés antioxydantes des extraits de ces deux plantes en mettant l'accent sur leur composition phénoliques, et nous évaluerons non seulement l'activité antioxydante globale des extraits, mais aussi leur capacité à protéger les cellules contre le stress oxydatif.

L'étude est également une analyse des résultats en les comparant à ceux d'un contrôle bien établi, comme l'acide ascorbique, afin d'identifier la puissance relative des extraits de plantes. Ou nous avons obtenus pour *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida*, les polyphénols sont de l'ordre de 3,63 mg E AG/g et 3,82 mg E AG/g, les flavonoïdes 1,86 mg E Qu/g et 1,97 mg E Qu/g, les tanins 1,67 mg E TA/g et 1,52 mg E TA/g, sachant que pour l'acide ascorbique l' $IC_{50}=22.47\mu\text{g/ml}$. Les résultats obtenus pour l'activité antioxydante sont comme suit ; pour le DPPH* nous avons obtenus une bonne activité antioxydante pour *Matthiola livida* comparé à celle de *Malcolmia aegyptiaca*. De même pour le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 et $L'OH^*$ mais le teste d'Hémolyse pourraient contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes d'action des composés bioactifs présents dans *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida*, ainsi qu'à leur valorisation en tant que sources naturelles d'antioxydants pour des applications en nutrition et en médecine préventive.

Mots clés :

***Malcolmia aegyptiaca*, *Matthiola livida*, polyphénole, flavonoïde, tanin et activité antioxydante**

Abstract

The chemical composition and mechanisms of action of extracts from *Malcolmia aegyptiaca* and *Matthiola livida* are crucial for evaluating their potential as preventive and therapeutic agents. This study aims to explore the antioxidant properties of these two plant extracts, focusing on their phenolic composition. We will assess not only the overall antioxidant activity of the extracts but also their ability to protect cells against oxidative stress.

The study also includes an analysis of the results by comparing them to those of a well-established control, such as ascorbic acid, to identify the relative potency of the plant extracts. For *Malcolmia aegyptiaca* and *Matthiola livida*, we found that the polyphenols are approximately 3.63 mg E AG/g and 3.82 mg E AG/g, flavonoids are 1.86 mg E Qu/g and 1.97 mg E Qu/g, and tannins are 1.67 mg E TA/g and 1.52 mg E TA/g, with ascorbic acid having an IC₅₀ of 22.47 µg/ml.

The results obtained for antioxidant activity are as follows: for the DPPH* assay, we observed good antioxidant activity for *Matthiola livida* compared to that of *Malcolmia aegyptiaca*. Similarly, for hydrogen peroxide (H₂O₂) and hydroxyl radicals (OH*), the results were consistent. However, the hemolysis test could contribute to a better understanding of the mechanisms of action of the bioactive compounds present in *Malcolmia aegyptiaca* and *Matthiola livida*, as well as their valorization as natural sources of antioxidants for applications in nutrition and preventive medicine.

Keywords:

***Malcolmia aegyptiaca*, *Matthiola livida*, polyphenole, flavonoid, tannin and antioxidant activity**

ملخص

تُعدُّ التركيبة الكيميائية وآليات عمل مستخلصات *Matthiola* و *Malcolmia aegyptiaca* و *livida* أمرًا حيويًا لتقييم إمكاناتهما كعوامل وقائية وعلاجية. تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف الخصائص المضادة للأكسدة لهذه المستخلصات النباتية، مع التركيز على تركيبها الفينولي. سنقوم بتقييم ليس فقط النشاط الكلي المضاد للأكسدة للمستخلصات، ولكن أيضًا قدرتها على حماية الخلايا من الإجهاد التأكسدي.

تشمل الدراسة أيضًا تحليل النتائج من خلال مقارنتها بتلك الخاصة بعامل تحكم معتمد جيدًا، مثل حمض الأسكوربيك، لتحديد القوة النسبية لمستخلصات النباتات. بالنسبة لـ *Malcolmia aegyptiaca* و *Matthiola livida* ، وجدنا أن محتوى الفينولات حوالي 3,63 mg E AG/g و 3,82 mg E AG/g ، والفلافونويدات 1,86 mg E Qu/g و 1,97 mg E Qu/g ، والتانينات 1,67 mg E TA/g و 1,52 mg E TA/g ، في حين أن حمض الأسكوربيك له IC_{50} يبلغ 22.47 $\mu\text{g/ml}$.

النتائج التي تم الحصول عليها لنشاط المضادات للأكسدة هي كما يلي: بالنسبة لاختبار $DPPH^*$ ، لاحظنا نشاطًا جيدًا مضادًا للأكسدة لـ *Matthiola livida* مقارنةً بـ *Malcolmia aegyptiaca*. وبالمثل، بالنسبة لبرادة الهيدروجين (H_2O_2) والجذور الحرة (OH^*)، كانت النتائج متسقة. ومع ذلك، يمكن أن يساهم اختبار تحلل الدم في فهم أفضل لآليات عمل المركبات النشطة بيولوجيًا الموجودة في *Matthiola* و *Malcolmia aegyptiaca* و *livida*، بالإضافة إلى تعزيز قيمتها كمصادر طبيعية لمضادات الأكسدة لاستخداماتها في التغذية والطب الوقائي.

الكلمات المفتاحية

Matthiola livida ، *Malcolmia aegyptiaca* ، عديدات الفينول، فلافونويد، تانينات ونشاطية مضادة للأكسدة .

Sommaire

Remerciement	
<i>Dédicace</i>	
Résumé	
Sommaire :	I
Liste des figures :	IV
Liste des tableaux :	V
Liste des abréviations :	VI
Introduction Générale	3

Première partie:Synthèse bibliographique

1. Famille des Brassicaceae :	6
1.1.La distribution géographique de la famille des Brassicacées :	6
2. Espèce <i>Matthiola livida</i> DC.....	11
2.1.Classification botanique :.....	11
2.2. Morphologie de <i>Matthiola livida</i> DC :.....	12
2.3.Distribution :	13
2.4. Usage thérapeutique traditionnel :.....	13
3.Espèce <i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spreng.....	14
3.1.Classification botanique :.....	14
3.2.Morphologie de <i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spreng :.....	15
3.3. Distribution <i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spreng :.....	16
3.4. Usage thérapeutique traditionnel :.....	16
4. Les composés phénoliques et leurs structure chimiques:	17
4.1. Polyphénols :	17
4.1.1. Généralité :	17
2.1.2. Structure chimique des polyphénols :.....	17

4.2.Flavonoïdes:	17
4.2.1. Généralité :	17
4.2.2.Structure chimique :	18
4.3.Tannins :	18
4.3.1.Généralité :	18
4.3.2.Structure chimique :	19

Deuxième partie : Etudes expérimentales

Chapitre I : Matériel et méthodes

1. Matériel végétal :	22
2. Méthodes d'étude :	22
2.1. Préparation de des extraits bruts de méthanol :	22
2.3. Quantification de composés phytochimiques :	23
2.3.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux (TPC) :	23
2.3.2. Détermination de la teneur totale en flavonoïdes:	23
2.3.3. Détermination de la teneur en tanins totaux:	24
2.4. Activité antioxydante :	25
2.4.1. DPPH* piégeage des radicaux libres :	25
2.4.2. Capacité de piégeage du peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂) :	27
2.4.3. Capacité de piégeage des radicaux hydroxyles (OH•) :	28
2.4.4. Test d'hémolyse :	29

Chapitre II: Résultats et Discussion

1.1.Quantification de composés phytochimiques :	31
1.1.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux:	31
1.1.2.Détermination de la teneur totale en flavonoïdes:	32
1.1.3.Détermination de la teneur en tanins totaux:	33
1.2. Activité antioxydante :	34
1.2.1.DPPH* piégeage des radicaux libres :	34

1.2.2.Capacité de piégeage du peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂) :.....	36
1.2.3.Capacité de piégeage des radicaux hydroxyles (OH•) :.....	38
1.2.4.Test d'hémolyse :	40
Conclusion générale	43
Bibliographie.....	46

Liste des figures :

Figure 01 : <i>Matthiola livida</i> DC. (Salman et al., 2022).....	12
Figure 02 : Distribution de <i>Matthiola Livida</i> DC.(Khalik, 2002).....	13
Figure 04 : Distribution de <i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spreng	16
Figure 05 :Structure de base des polyphénols (Muanda, 2010).....	17
Figure 06 : Structure de base de flavonoïdes (Lugasi, 2003).....	18
Figure 07 : Structure générale de tanins hydrolysable (Berreghioua, 2016).	19
Figure 08 : Étapes de l'évaluation quantitative des flavonoïdes.	24
Figure 09: Étapes de l'évaluation quantitative des tanins.	25
Figure10 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH (Munteanu & Apetrei, 2021).....	26
Figure 12 : Teneurs en flavonoïdes totaux des extraits en (mg E QU /g Ex).....	32
Figure13 : Teneurs en tannins totaux des extraits en (mg E TA/g Ex).	33
Figure14 : Courbe standard d'acide ascorbique en fonction de la concentration du teste DPPH*	35
Figure15 : Les valeurs d'IC ₅₀ de DPPH des extraits bruts de <i>M. aegyptiaca</i> , <i>M. livida</i> et d'acide ascorbique en fonction de la concentration.	35
Figure16 : Courbe standard d'acide ascorbique en fonction de la concentration du peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂).	37
Figure17 : Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂) récupéré de <i>M. aegyptiaca</i> , <i>M. livida</i> et acide ascorbique en fonction de la concentration.....	37
Figure 19 :Capacité de piégeage des radicaux hydroxyles (OH•) de <i>M. aegyptiaca</i> , <i>M. livida</i> et de l'acide ascorbique en fonction de la concentration.	39
Figure21 : activité d'hémolyse de <i>M. aegyptiaca</i> , <i>M. livida</i> et de l'acide ascorbique en fonction de la concentration en(IC ₅₀).	41

Liste des tableaux :

Tableau 1: Liste des plantes de la famille des Brassicacées ayant des activités pharmacologiques (Shankar et al., 2019).....	7
Tableau 2 : classification botanique de <i>Matthiola livida</i> DC.(Jaén-Molina et al., 2009).....	11
Tableau 3 : classification botanique de <i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spreng. (Selon le site :	15

Liste des abréviations

Abs = intensité d'absorption optique de l'extrait
H ₃ PW ₁₂ O ₄₀ = acide phosphotungstique
H ₃ PMo ₁₂ O ₄₀ = acide phosphomolybdique
I% = pourcentages d'inhibition
<i>M. aegyptiaca</i> = <i>Malcolmia aegyptiaca</i>
<i>M. livida</i> = <i>Matthiola Livida</i>
mg E AG/gEx = milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extraits
mg E QU/gEx = milligramme d'équivalent quercétine par gramme d'extraits
mg E TAE/g Ex = milligramme d'équivalent d'acide tannique par gramme d'extraits
MH = La gélose Mueller-Hinton
nm = nanomètre
NaCO ₃ = carbonate de sodium
NaoH = hydroxyde de sodium

Introduction Générale

Introduction Générale

La recherche sur les propriétés bioactives des plantes a connu une expansion significative au cours des dernières décennies (Patil et al., 2009), motivée par la quête d'alternatives naturelles et durables pour la prévention et le traitement de maladies chroniques (Zhang et al., 2015). Les plantes de la famille des Brassicaceae sont bien connues pour leur profil chimique riche, incluant des glucosinolates, des flavonoïdes, des acides phénoliques et des tanins (Jahangir et al., 2009). Ces composés sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes, qui jouent un rôle essentiel dans la neutralisation des radicaux libres et la protection des cellules contre le stress oxydatif (Engwa, 2018). Le stress oxydatif résulte d'un déséquilibre entre la production de radicaux libres et la capacité de l'organisme à les éliminer (Aruoma, 1998), conduisant à des dommages cellulaires et à l'initiation de diverses pathologies, notamment les maladies cardiovasculaires, le diabète, l'inflammation chronique et certains types de cancer (Khansari et al., 2009).

Parmi ces ressources végétales, *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida*, deux espèces de la famille des Brassicaceae (Zeghoud et al., 2023), attirent l'attention en raison de leur richesse en phytoconstitués et de leurs effets potentiels sur la santé humaine.

Les polyphénols, en particulier les flavonoïdes et les tanins, sont des antioxydants particulièrement efficaces (Hässig et al., 1999). Ils peuvent piéger les radicaux libres, inhiber l'oxydation lipidique et moduler des voies de signalisation cellulaire (Pisoschi et al., 2021). De plus, ces composés sont également associés à des effets anti-inflammatoires, antimicrobiens et anticancéreux (Yahfoufi et al., 2018). Par conséquent, une compréhension approfondie de la composition chimique et des mécanismes d'action des extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* est cruciale pour évaluer leur potentiel en tant qu'agents préventifs et thérapeutiques (Eljouadi et al., 2022).

Cependant, malgré les connaissances croissantes sur les bienfaits des antioxydants d'origine végétale, plusieurs questions demeurent. Dans quelle mesure les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* peuvent-ils neutraliser les différentes espèces réactives de l'oxygène et protéger les cellules contre les dommages oxydatifs ? Existe-t-il une corrélation significative entre la concentration de phytoconstitués dans ces plantes et leur efficacité antioxydante ? Quels sont les mécanismes biologiques sous-jacents qui pourraient expliquer leurs effets protecteurs ?

Ainsi, la problématique centrale de cette recherche réside dans l'évaluation des propriétés antioxydantes de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida*, en cherchant à déterminer leur potentiel en tant que sources naturelles d'antioxydants et leur pertinence dans la lutte contre le stress oxydatif. Par cette approche, ce travail vise à contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes d'action des composés bioactifs présents dans ces plantes et à promouvoir leur valorisation dans des applications nutraceutiques et thérapeutiques.

En somme, cette recherche s'inscrit dans une démarche visant à promouvoir l'utilisation des ressources végétales comme alternatives naturelles dans la prévention des maladies liées au stress oxydatif. Elle souligne aussi l'importance de la biochimie appliquée dans l'étude et la valorisation des composés bioactifs, tout en contribuant à l'élargissement des connaissances sur les propriétés thérapeutiques des plantes. Cette exploration des propriétés antioxydantes pourrait ouvrir de nouvelles voies pour le développement de produits nutraceutiques innovants, favorisant ainsi un mode de vie plus sain et durable.

Pour ces buts nous avons établi un plan de travail basé sur une partie théorique qui a été destinée à une recherche bibliographique sur la famille des Brassicaceae et des deux plantes étudiées *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* ainsi qu'une partie pratique formée par une explication en forme matériel et méthode et enfin résultats et discussion.

Première partie

Synthèse bibliographique

1. Famille des Brassicaceae :

Les Brassicaceae (Cruciferae) sont des végétaux appartenant à la famille des Brassicacées, pouvant être des arbustes ou des herbacées, se distinguant par la présence de latex acridien (Alamgir & Alamgir, 2017). Ce qui peut être expliqué par Bischoff (2021), par la présence de glucosinolates qui sont des composés qui confèrent la saveur distinctive à de nombreux membres de cette famille de plantes. Les feuilles alternes peuvent présenter une forme simple ou pennée, et ont la particularité de se regrouper en rosettes basales (Rao & Inamdar, 1983). Les fleurs de la famille Cruciferae se distinguent par la présence de quatre pétales disposés de manière cruciforme (Khalik, 2002). Les tiges présentent souvent une structure tétradynamique, composée de deux filaments courts et de quatre filaments longs (Appel & Al-Shehbaz, 2003). Le carpelle, porté par un gynophore, atteint sa maturité sous la forme d'une capsule (Bennett, 2011). De par leur morphologie homogène, caractérisée notamment par la configuration distinctive de leurs fleurs et la composition de leurs fruits, ces plantes sont aisément reconnaissables (Kozlowski, 2009).

Elle présente une grande diversité, avec environ 338 genres et plus de 3709 espèces répartis à l'échelle mondiale. Ce secteur couvre une grande variété de végétaux, incluant des plantes ornementales, des cultures et des légumes à haute valeur économique, ainsi que des plantes médicinales employées dans le traitement de différentes maladies (Marzouk et al., 2008).

La famille Brassicaceae se distingue par son importance tant en termes de diversité d'espèces qu'en raison de la valeur économique significative de plusieurs de ses membres.

1.1. La distribution géographique de la famille des Brassicacées :

La famille des Brassicacées est répartie dans le monde entier, principalement dans les régions tempérées de l'hémisphère nord (Al-Shehbaz, 1984). En Algérie, on recense environ deux cents espèces de cette famille (Berreghioua, 2016).

Parmi les plantes sauvages de la famille des Brassicacées que l'on trouve dans la région d'El Oued nous avons :

- *Malcolmia aegyptiaca*.
- *Matthiola livid.*
- *Diplotaxis pitardiana*.

Tableau 1: Liste des plantes de la famille des Brassicacées ayant des activités pharmacologiques (Shankar et al., 2019).

Num	Nom botanique	Nom commun	Pièces utilisées	Activité pharmacologique
1.	<i>Brassica rupestris</i> L.	Moutarde brune	Plante entière	Activité anticancer et antioxydante
2.	<i>Brassica tournefortii</i> Gouan	Moutarde asiatique	Plante entière	Activité anticancer et antioxydante
3.	<i>Brassica napus</i> L.	Colza	Plante entière	Activité anticancer et antioxydante analgésique, diurétique et anticatarrhale, Diurétique, antiscorbut, anti-inflammatoire de la vessie et anti-chèvre
4.	<i>Brassica</i> L. var. <i>perviridis</i>	Épinards à la moutarde	Plante entière	Activité anticancer et antioxydante
5.	<i>Brassica rapa</i> L. var. <i>rapifera</i>	Navets	Plante entière	Activité anticancer et antioxydante
6.	<i>Brassica rapa</i> L. var. <i>chinensis</i>	Bokchoy	Plante entière	Activité anticancer et antioxydante
7.	<i>Brassica rapa</i> L. var. <i>pekinensis</i>	chou chinois	Plante entière	Activité anticancer et antioxydante
8.	<i>Brassica oleracea</i>	Chou-fleur	Feuilles	Activité antibactérienne
9.	<i>Brassica carinata</i> A. Braun.	Éthiopien ou Moutarde d'Abyssinie	Plante entière	Utilisé comme bio-fumigant, à supprimer les ravageurs du sol et agents pathogènes Potentiel comme nouveau comestible oléagineux / protéagineux
10.	<i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.	moutarde africaine	Epices	Activité antioxydante et teneur en phénol
11.	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>	Chou	Brut traité Chou	antioxydant, anti-inflammatoire et propriétés antibactériennes
12.	<i>Brassica rapa</i> L.	Brocoli Raab	Légumes	Anticancer, diurétique, analgésique, anti-goutte potentiel, aphrodisiaque activité, anti-inflammatoire et activité anthelminthique Améliorer la résistance à l'insuline chez les patients diabétiques de type 2
13.	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>habitant f. Rubra</i>	Chou rouge	Feuilles	Anti-diabétique, antioxydant, hypolipidémique, antihyperglycémiant, activité cardioprotectrice et anticancéreuse

Num	Nom botanique	Nom commun	Pièces utilisées	Activité pharmacologique
14.	<i>Brassica juncea</i> L.	Moutarde	Graine Feuilles Séché feuilleet fleur Installation totale	Anticancer, antidiabétique, activité diurétique, analgésique, émétique et rubéfiante Antihyperglycémiant, Antiathérogène ,antioxydant, antifongiqueactivité, allergénicité et activité antitumorale Antiathérogène effet, anti-activité oxydante et fongicide. Utilisé pour traiter la dengue, les troubles spléniques et la dyspepsie
15.	<i>Brassica campestris</i> Linn.	Sarson	Huile de graines	Utilisé pour éliminer les pellicules des cheveux, utilisé comme pommade dans les masses de maladies de la peau, laxatif et tonique capillaire
16.	<i>Raphanus sativus</i>	Radis	Feuilles et graines Souterrain parties	Activité antimicrobienne Traitement des parasites intestinaux, de l'asthme et des douleurs thoraciques.
17.	<i>Lepidium Sativum</i> L.	Cresson alénois	Graines	Utilisé dans le traitement de la dysenterie et des fractures osseuses Guérison chez l'homme et la migraine Utilisé comme saag et anthelminitique Activité anti-arthritique Utile dans le traitement de l'asthme, toux avec expectoration, cataplasmes pour entorses, lèpre, maladies de peau, dysenterie, diarrhée, splénomégalie, dyspepsie, lumbago, leucorrhée, scorbut et faiblesse séminale
18.	Capucine Officinale R.BR.	Cresson	Végétatif tirer	Utilisé comme herbe en pot et en salade, sa décoction et « Saag » sont utilisés comme apéritif, gastrique, anticobique, diurétique et également utilisé dans les problèmes de poitrine.
19.	<i>SisymbriumIrio</i> L.	Fusée de Londres	Feuilles et graines	Antipyrétique, anti-vomissements, diarrhée et toux. Une herbe tonique avec un arôme de moutarde. Il a un effet laxatif, diurétique et expectorant et est bénéfique pour la digestion, utilisé en interne pour la bronchite, la toux, la laryngite et le catarrhe bronchique.

Num	Nom botanique	Nom commun	Pièces utilisées	Activité pharmacologique
20.	<i>Brassica nigra</i>	Moutarde noire	Graines	Anticancer, antidiabétique, diurétique, activité stimulante, activité contre le rhume et la grippe, anticatarrhal, émétique, antibactérien activité et laxatif. Anti-spasmodique, activité aphrodisiaque , activité appétissante, digestive et apéritive Utilisé contre l'alopecie, l'activité antipelluculaire.Utilisé dans la névralgie Utilisé pour le rhume et l'arthrite
21.	<i>Armoracia rusticana</i>	Raifort	Racines et feuilles	Anti-lipase et antioxydant activité
22.	<i>Calepinairregularis</i>	Moutarde boule blanche	Moutarde extraits	Activité analgésique
23.	<i>Lepidium meyenii</i>	Maca	Feuilles	Restaure le niveau de testostérone chez les hommes Effet hypoglycémiant et anti- obésité
24.	<i>Brassica indica</i>	-	Plante entière	Utilisé dans la régulation de la fertilité
25.	<i>Anastaticahierochuntica</i> Linn.	Rose de Jéricho	Plante entière	Utilisé dans la régulation de la fertilité
26.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> Moench	Bambaisa	Plante entière Graines	Utilisé dans la régulation de la fertilité Astringent
27.	<i>CheirantusCheiri</i> L.	Giroflée	Fleur et graine	Diurétique, aphrodisiaque , ictère , tumeurs
28.	<i>Aethionemaoppositifolium</i> Pers. & haie	Feuille opposée touffe de bonbons	Épices	Activité antioxydante
29.	<i>Cardamine Hirsuta</i> Linn.	Cresson poilu	Plante entière	Utilisé pour l'indigestion
30.	<i>Rorippa Indica</i> (Linn.) Hiern	Cresson jaune Indien	Plante entière	Utilisé pour les maux de dents, les maux de gorge, l'arthrite rhumatismale, l'hépatite, les troubles abdominaux et sanguins
31.	<i>DescurainiaSophia</i> (L.) Webb.	Skhabootay	Des fleurs et Feuilles,Graines	Antiscorbique Utilisé comme cardiotonique, adoucissant, diurétique, expectorant, fébrifuge, laxatif
32.	<i>Capucine officinale</i> R.Br..	Talmeera	Tirer Feuilles	Purgatif, émétique Efficace contre la toux

Num	Nom botanique	Nom commun	Pièces utilisées	Activité pharmacologique
33.	Alliariapetiolata (M.Bieb.)	Moutarde à l'ail	Feuilles	Activités antimicrobiennes Utilisé comme antiseptique dans les ulcères et les coupures, comme désinfectant, diurétique et pour cicatriser les plaies et les complications bronchiques
34.	Raphanus sativus var. longipinnatus	Rayon blanc	Feuilles	Activités antimicrobiennes
35.	Brassica alba Boiss.	Blanc ou jaune Moutarde	Semis feuilles Graines	Utilisé pour purifier et renforcer le sang, Il possède de fortes propriétés désinfectantes et est utilisé pour conserver les aliments, Utilisé pour le traitement du rhume, de la toux et des maux de gorge
36.	Sisymbrium officinae Scop.	Cresson anglais	Plante entière	Traitement des maux de gorge et comme expectorant pour traiter le rhume et l'asthme
37.	Nesliapaniculata	Boule de moutarde	Plante entière	Utilisé comme fourrage pour le bétail monogastrique et ruminant, affections cutanées..
38.	Sisymbriumerysimoides	Moutarde douce	Plante entière	Utilisé pour traiter la bronchite et a une activité anti-inflammatoire
39.	Sisymbriumorientale	Asiatique haie moutarde	Plante entière	Utilisé pour traiter la Bronchite
40.	Sisymbrium officinale	Moutarde des haies	Plante entière	Utilisé pour traiter la bronchite et l'antidote aux morsures de serpent , Activité antiasthmatique, antispasmodique et anti-addiction
41.	Camelina sativa	Crambé	Plante entière	Potentiel dans les industries de l'alimentation humaine et animale, des nutraceutiques, des peintures, des teintures, des cosmétiques et des biocarburants Potentiel en tant que nouvelles cultures oléagineuses /protéagineuses comestibles
42.	Crambeabyssinica	Crambé	Plante entière	Utiliser comme érucamide Potentiel comme nouveau comestible oléagineux/Protéagineux
43.	E. vesicaria	Fusée	Huile de graines	Utilisé comme éclairant, lubrifiant, huile capillaire, vésicant et pour le massage et le décapage. Potentiel comme neuf comestible oléagineux/protéagineux

Num	Nom botanique	Nom commun	Pièces utilisées	Activité pharmacologique
44.	Aethionema Grandiflorum	Cresson persan	Plante entière	Utilisé à traiter méningite, infections bactériennes et Typhoïde
45.	Érysimumkotschyan	Giroflée	Épices	Activité antioxydante
46.	Sterigmostemumincanum	-	Épices	Activité antioxydante
47.	Aethionemadumanii	-	Épices	Activité antioxydante
48.	Brassica hirta	Moutarde blanche	Extraits	Activité antimicrobienne
49.	Éruca sativa	Salade de roquette	Feuilles de plante entière	Utilisé comme astringent, diurétique, digestif, émollient, dépuratif, laxatif, rubéfiant, tonique, stomacal Activité antibactérienne, activité tonique capillaire, antipelliculaire ,antioxydante, antidiabétique et antiinflammatoire

2. Espèce *Matthiola livida* DC.

Le genre *Matthiola* est répandu en Afrique, en Europe et en Asie. Ce genre est représenté à l'échelle mondiale par environ 50 espèces (Martin et al., 2013). Au sein de ces espèces, on retrouve *Matthiola longipetala* (Vent.) DC. Cette dernière est subdivisée en plusieurs sous-espèces, ou on compte parmi eux le subsp. *Livida* (Delile) Maire (Marzouk et al., 2008).

2.1. Classification botanique :

La classification de *Matthiola Livida* DC. est représenté par le tableau suivant (tableau 2) :

Tableau 2 : classification botanique de *Matthiola livida* DC.(Jaén-Molina et al., 2009)

Règne	Plante
Division	Spermaphyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Dilleniidae
Ordre	Capparales
Famille	Brassicaceae
Genre	<i>Matthiola</i>
Espèce	<i>Matthiola livida</i>
Sous-espèce	<i>Matthiola longipetala</i> ssp. <i>Livida</i> (Delile.) Maire.

Synonyme de la plante: (Marzouk et al., 2023).

- *Heliophila odorans* Dinter (1931)
- *Matthiola livida* (Delile) DC. (1821)
- *Matthiola longipetala* var. *incisa* (Conti) Maire (1941)
- *Matthiola oxyceras* var. *livida* (Delile) Conti (1900)
- *Matthiola pseudoxyceras* var. *incisa* Conti (1900)

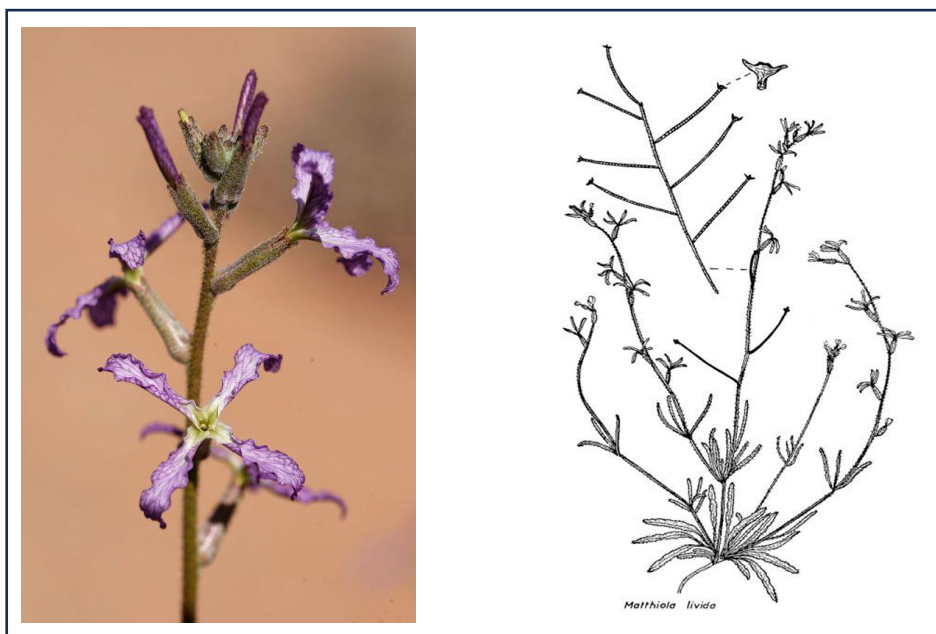


Figure 01 : *Matthiola livida* DC. (Salman et al., 2022).

2.2. Morphologie de *Matthiola livida* DC :

Matthiola livida est une plante herbacée de la famille des (Brassicaceae), composée de :

- **Les tiges :** ramifiée et dressée, mesurant entre 15 et 50 cm de hauteur. Elle sont couverts de poils glandulaires et étoilés, donnant un aspect distinctif (Al-Shehbaz & O'Kane Jr, 2002).
- **Les feuilles :** sont étroites et recouvertes de poils étoilés et glandulaires. Ces poils protègent la plante et aident à retenir l'humidité (Marzouk et al., 2023).
- **Les fleurs :** sont petites, mesurant environ 1 mm de long. Elles ont des sépales mesurant de 7 à 9 mm, et les pétales sont courts (12-15 mm), très étroits (2 mm) et très ondulés, avec des couleurs allant du rose au violet (Ho et al., 2021).
- **Les fruits:** présentent deux cornes au sommet de chaque côté du style proéminent. Le septum est membraneux, facilitant la maturation des graines.

- **Les Graines** :sont de forme oblongue et de couleur marron. La radicule est orientée vers le bas, ce qui aide à la croissance de la plante lors de la germination (Salman et al., 2022)

2.3.Distribution :

Matthiola livida se trouve dans plusieurs régions, notamment en Arabie Saoudite, en Palestine, et en Afrique du Nord. En particulier, cette plante est présente en Algérie, où elle croît dans des milieux arides et montagneux (Khalik, 2002). Elle est également répandue en Tunisie, ainsi qu'en Égypte, où elle s'adapte bien aux conditions désertiques (Hammami et al., 2006).

Cette espèce est souvent trouvée sur des terrains rocheux et dans des zones sèches, ce qui souligne sa résilience face aux conditions environnementales difficiles.

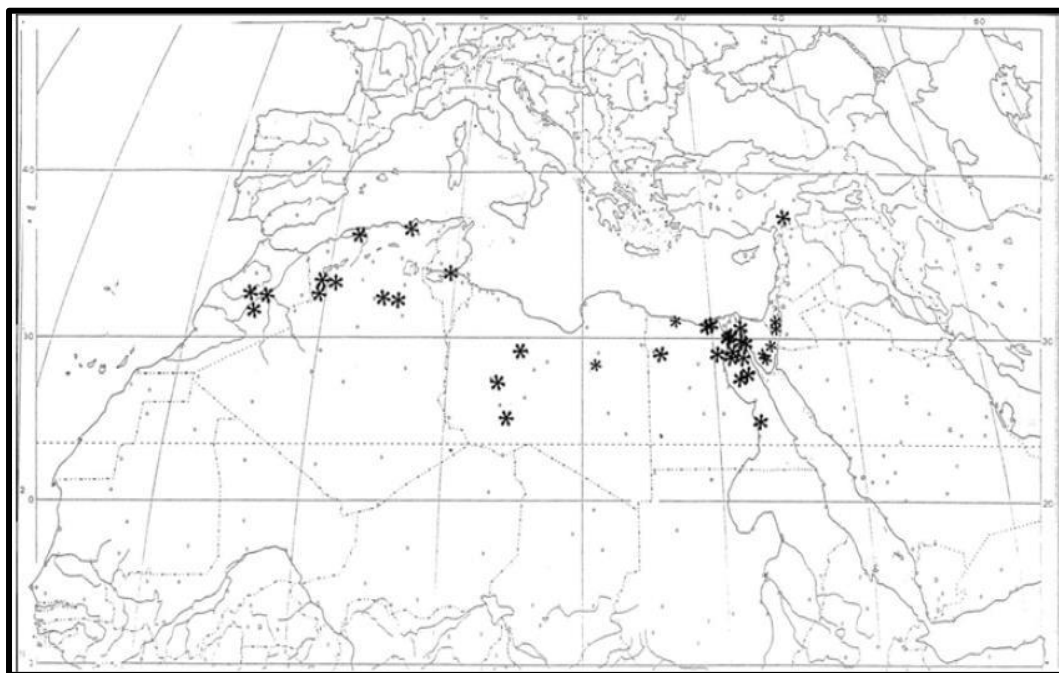


Figure 02 : Distribution de *Matthiola Livida* DC.(Khalik, 2002)

2.4. Usage thérapeutique traditionnel :

En plus de son intérêt esthétique, certaines études montrent que *M. livida* pourrait avoir des propriétés antioxydantes, ce qui en fait un sujet d'intérêt en phytothérapie (Ahmed et al., 2022). *Matthiola livida*, est une plante que l'on trouve principalement dans les régions méditerranéennes et en Afrique du Nord, notamment dans le Sahara occidental (Quézel, 1978). Cette plante possède de multiples usages traditionnels, bien que sa documentation scientifique soit limitée. Dans certaines cultures, les feuilles de *Matthiola livida* sont utilisées localement

pour traiter les blessures et les lésions cutanées en raison de leurs propriétés antibactériennes (Pereira & Bartolo, 2016). Elle a également été utilisée traditionnellement pour traiter les troubles respiratoires tels que la toux (Alamgeer et al., 2018). De plus, dans le Sahara occidental, les nomades utilisent les graines de cette plante comme matière réchauffante en les ajoutant aux sauces ou aux soupes comme le couscous, car on pense qu'elles aident à générer de la chaleur interne dans le corps (Demas, 2001). Enfin, *Matthiola livida* est également cultivée comme plante ornementale en raison de la beauté de ses fleurs et de son parfum agréable (Husti et al., 2013).

3.Espèce *Malcolmia aegyptiaca* Spreng.

Malcolmia aegyptiaca Spreng. constitue un genre appartenant à la famille des Brassicaceae, comprenant trois espèces présentes du nord de l'Afrique à l'Arabie Saoudite, en passant par l'Iran et le Pakistan. (Marzouk et al., 2020).



Figure03 : *Malcolmia aegyptiaca* Spreng (Selon le site : <https://www.gbif.org/fr/species/3051168>) .

3.1.Classification botanique :

La classification de *Malcolmia aegyptiaca* Spreng. est la suivante (tableau 3) :

Tableau 3 : classification botanique de *Malcolmia aegyptiaca* Spreng. (Selon le site :

<https://www.gbif.org/fr/species/3051168>)

Règne	Plantae
Division	Tracheophyta
Classe	Magnolipsida
Ordre	Brassicales
Famille	Brassicaceae
Genre	<i>Malcolmia</i> Boiss.
Espèce	<i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spreng.

Synonymes de la plante : selon Marzouk et al. (2020) elle est connue sur plusieurs noms tel que:

- *Malcolima pyramidum* C. Presl.
- *Eremobium pyramidum* (C.Presl) Botsch.
- *Eremobium aegyptiacum* var. *pyramidum* (C.Presl) Täckh. & Boulos.
- *Eremobium aegyptiacum* (Spreng.) Schweinf.

3.2.Morphologie de *Malcolmia aegyptiaca* Spreng :

Malcolmia aegyptiaca est une plante annuelle, composé de :

Feuilles : Ils sont de type alternées, simples, et lobées. Leur dimension varie entre 2 et 10 cm de long et leur texture est légèrement pubescente, avec une teinte vert clair à vert foncé (Steele, 1993).

Tiges : Dressées, souvent ramifiées, atteignant une hauteur de 30 à 60 cm, de structure robuste et peuvent présenter des ramifications à partir de la base (Ashton, 1975).

Fleurs : Caractérisé par une disposition regroupée en racèmes. représenté par quatre pétales disposés en croix, généralement de couleur blanche à violette. Les fleurs sont attractives pour les pollinisateurs, ce qui favorise la reproduction (Faust & Dole, 2021).

3.3. Distribution *Malcolmia aegyptiaca* Spreng :

Malcolmia aegyptiaca, connue sous le nom vernaculaire de Malcolmie d'Égypte, est une plante à fleurs appartenant à la famille des Brassicacées. Son aire de distribution est principalement centrée en Afrique du Nord, englobant des nations telles que l'Égypte, la Libye et la Tunisie. On peut également la localiser au Moyen-Orient, notamment en Jordanie, ainsi que dans différentes régions méditerranéennes, y compris le sud de l'Europe (Turrill, 2013). Cette plante a une propension à croître dans des environnements arides et semi-arides, notamment sur des sols perturbés et en bordure des routes.

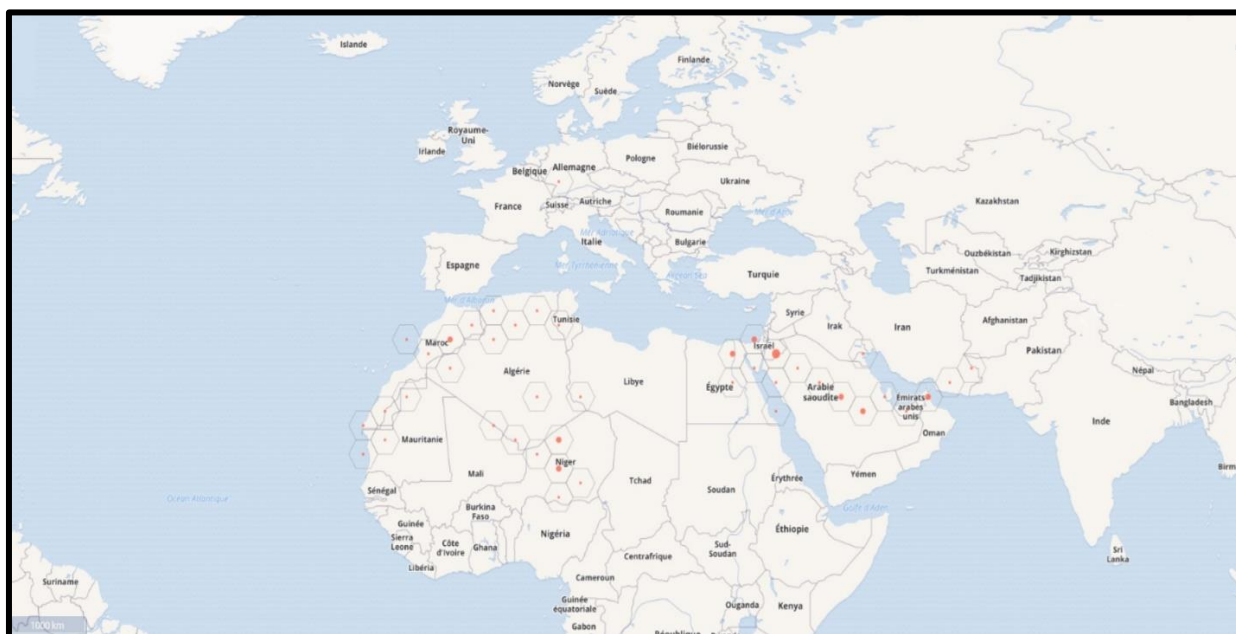


Figure 04 : Distribution de *Malcolmia aegyptiaca* Spreng

3.4. Usage thérapeutique traditionnel :

Malcolmia aegyptiaca est une plante qui a trouvé sa place dans la médecine traditionnelle de plusieurs cultures, notamment en Afrique du Nord et au Moyen-Orient (Mehrnia et al., 2021; Youssef et al., 2024). Elle est réputée pour ses propriétés anti-inflammatoires, avec des extraits de ses feuilles et fleurs souvent appliqués localement sur la peau pour traiter des irritations ou des inflammations cutanées (Mehrnia et al., 2021). De plus, cette plante possède des propriétés antioxydantes, contribuant ainsi à la protection des cellules contre les dommages causés par les radicaux libres, ce qui peut aider à prévenir des maladies chroniques et le vieillissement prématuré (Eljoudi et al., 2022). Dans la médecine populaire, elle est également utilisée pour soulager des troubles digestifs, tels que les ballonnements et les douleurs abdominales, grâce à

des infusions ou décoctions (Nasab et al., 2022). En outre, certaines préparations à base de *Malcolmia aegyptiaca* sont considérées comme des toniques, visant à renforcer le système immunitaire et à améliorer l'énergie et la vitalité (Altay, 2014). Bien que ces usages soient traditionnels, il est crucial de faire preuve de prudence, car les effets de la plante peuvent varier d'une personne à l'autre. Il est donc recommandé de consulter un professionnel de la santé avant d'utiliser *Malcolmia aegyptiaca* à des fins thérapeutiques

4. Les composés phénoliques et leurs structure chimiques:

4.1. Polyphénols :

4.1.1. Généralité :

Les polyphénols, produits du métabolisme secondaire des végétaux, se caractérisent par la présence d'au moins un noyau benzénique lié à un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une autre fonction tels que : éther, ester, hétéroside (Jean, 2009). Ces composés phénoliques, largement répandus dans le règne végétal, se retrouvent notamment dans les fruits, légumes et herbes (Muanda, 2010). Plus de 8000 structures différentes ont été répertoriées, allant des acides phénoliques simples aux tanins hautement polymérisés (Dai & Mumper, 2010). Ils jouent un rôle essentiel en tant qu'agents pharmacologiquement actifs dans les plantes médicinales.

4.1.2. Structure chimique des polyphénols :

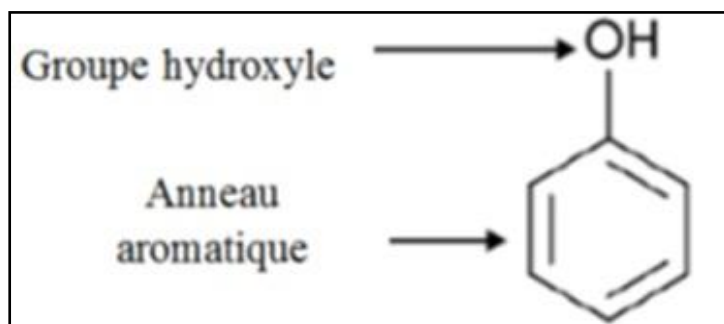


Figure 05 : Structure de base des polyphénols (Muanda, 2010).

4.2. Flavonoïdes:

4.2.1. Généralité :

Le terme "flavonoïde" (du latin "flavus" signifiant "jaune") désigne une large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Wilson, 1987), et ce groupe est le plus représentatif des composés phénoliques plus diversifié ; plus de 4000 flavonoïdes

ont déjà été identifiés (Harborne, 1997) . Ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres (Benhammou, 2012), constituant des pigments responsables des couleurs jaunes, oranges et rouges dans différentes parties des plantes (Havsteen, 2002). Tous les composés flavoniques possèdent un squelette de base formé de 15 atomes de carbone, constitué de deux cycles aromatiques (A) et (B) reliés par une chaîne en C3, formant ainsi un hétérocycle (C) (Moussa, 2011). Leur quantité et leur qualité varient selon le stade de développement de la plante (Fritsch & Grisebach, 1975), ce qui explique leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire et des colorants, en plus de leur importance médicale considérable.

4.2.2. Structure chimique :

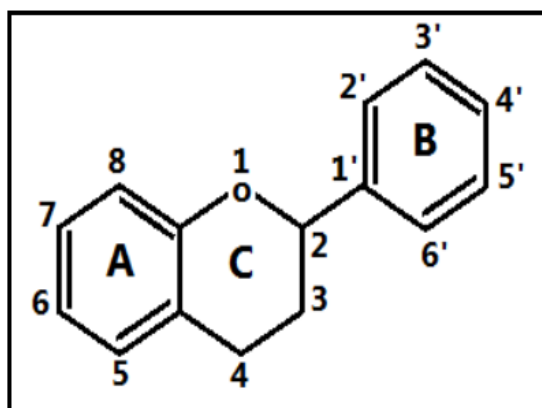


Figure 06 : Structure de base de flavonoïdes (Lugasi, 2003).

4.3. Tannins :

4.3.1. Généralité :

Les tanins (ou tannins) sont des polyphénols polaires complexes d'origine végétale, ayant un poids moléculaire élevé (>3000 Da), présents dans presque toutes les parties de la plante : écorce, bois, feuilles, fruits et racines. Ces composés sont naturellement produits par les plantes et se caractérisent par leur facilité à se combiner aux protéines, ce qui explique leur pouvoir tannant (Khanbabaee & Van Ree, 2001). Les tanins, communs aux plantes vasculaires, se trouvent principalement dans les tissus ligneux, où les tissus riches en tanins ont un goût très amer, ce qui les rend souvent évités par la plupart des animaux (Koné, 2018). Les tanins possèdent plusieurs groupements hydroxyles phénoliques et peuvent également se lier à d'autres polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des stéroïdes et des alcaloïdes, formant ainsi des complexes stables (Crozier et al., 2006). En général, ils sont subdivisés en deux groupes distincts en fonction du type d'acide phénolique et du type de

liaisons qui déterminent la taille et la réactivité chimique de la molécule (Hassanpour et al., 2011).

4.3.2. Structure chimique :

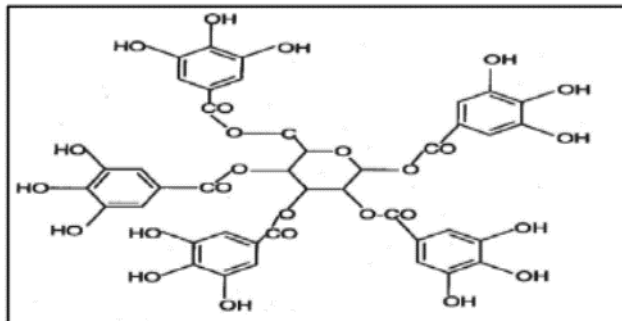


Figure 07 : Structure générale de tanins hydrolysable (Berregioua, 2016).

Deuxième partie :

Etudes expérimentales

Chapitre I :

Matériel et méthodes

1. Matériel végétal :

Dans cette étude nous avons utilisé la partie aérienne des deux plantes ; *Malcolmia aegyptiaca* et de *Matthiola livida* qui ont été récoltés en mars 2024, dans la commune de Taghzout d'El Oued, située dans le sud-est de l'Algérie. Après la récolte, les échantillons des plantes ont fait l'objet d'un processus méticuleux afin d'en assurer la qualité .

Le matériel végétal a été préparé selon le protocole suivant :

- Pour éliminer toute matière étrangère, les échantillons de plantes ont été soigneusement lavés à l'eau froide courante.
- Par la suite, ils ont été soigneusement séchés dans un environnement sombre afin de préserver leur intégrité.
- Une fois séchées, les plantes ont été finement broyées pour obtenir une poudre. La poudre résultante a été stockée pour une utilisation future. La méthode systématique utilisée pour collecter et traiter les matériaux végétaux garantit la fiabilité et l'uniformité des échantillons pour les analyses et investigations futures.

2. Méthodes d'étude :

2.1. Préparation des extraits bruts de méthanol :

A. Principe :

La méthode utilisée dans notre étude est la macération, qui représente la méthode la plus élémentaire d'extraction solide-liquide . Cette méthode implique le contact du matériel végétal avec un solvant, avec ou sans agitation, afin d'extraire les molécules présentes dans une substance naturelle par dissolution dans ce solvant à température ambiante. Elle est utilisée pour l'extraction de molécules thermosensibles (Mahmoudi et al., 2013).

B. Mode d'opération :

Au total, 50 grammes de la substance végétale déshydratée ont été immergés dans 500 ml de méthanol à 99 % à température ambiante, à l'abri de la lumière, pendant une durée de 24 heures. Ensuite, la solution a subi une filtration, et le solvant a été éliminé par évaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif (plus précisément, le modèle Buchi R-200) à une température de 50°C. Ce processus a abouti à la production d'extraits bruts de méthanol (Chouikh & Alia, 2021).

2.3. Quantification de composés phytochimiques :

2.3.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux (TPC) :

A. Principe :

L'analyse quantitative des polyphénols totaux dans les différents extraits est réalisée par la méthode de Folin-Ciocalteu (Singleton et al., 1999), le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Boizot & Charpentier, 2006). La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 700 et 760 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans les extraits végétaux (Bentabet et al., 2014).

B. Mode opératoire :

La détermination de la teneur globale en polyphénols de l'extrait a été effectuée à l'aide de la méthode Folin-Ciocalteu, telle que décrite par Chouikh and Rebiai (2020), avec des modifications mineures. Au cours de ce processus, un volume de 0,4 ml de la solution d'échantillon a été ajouté à un tube à essai qui contenait déjà 2 ml de réactif Folin-Ciocalteu (10 %) et 1,6 ml de Na_2CO_3 (7,5 %). Après avoir été incubée à température ambiante pendant 30 minutes, l'absorbance a été déterminée à une longueur d'onde de 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis de type Shimadzu. La teneur phénolique globale a ensuite été calculée et représentée en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait. Cette méthodologie révisée garantit une évaluation et une documentation précises de la teneur globale en phénols de l'extrait.

2.3.2. Détermination de la teneur totale en flavonoïdes:

A. Principe :

La teneur en flavonoïdes dans les extraits a été déterminée par spectrophotomètre. en utilisant une méthode basée sur la formation d'un flavonoïde-aluminium complexe ($AlCl_3$), ayant l'absorptivité maximale à 430 nm (Djeridane et al., 2006; Khelef et al., 2019).

B. Mode opératoire :

La quantification des flavonoïdes a été réalisée à l'aide de la méthodologie établie par (Mbaebie et al., 2012). Le processus consiste à combiner 0,5 ml de l'extrait initial de méthanol végétal avec 0,5 ml d'une solution $AlCl_3$ à 2 % après une période d'attente de 15 minutes.

L'absorbance à 430 nm a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre pour déterminer la teneur en flavonoïdes en milligrammes d'équivalent quercétine (E QU) par gramme d'extrait.

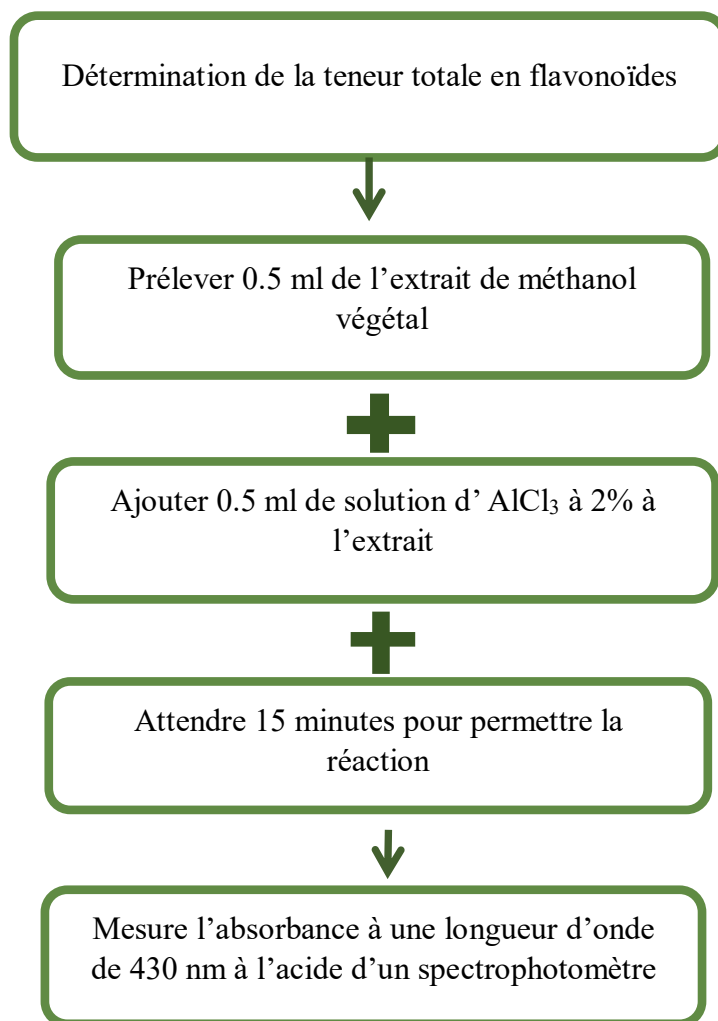


Figure 08 : Étapes de l'évaluation quantitative des flavonoïdes.

2.3.3. Détermination de la teneur en tanins totaux:

A. Principe :

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant à 2 ml de l'extrait méthanolique, 1 à 2 gouttes de solution de chlorure ferrique (FeCl₃) diluée à 0,1%. L'apparition d'une coloration vert foncé indique la présence de tanins catéchiques et le bleu-verdâtre indique la présence des tanins galliques (Harborne, 1998).

B. Mode opératoire :

La quantification de la teneur en tanins a été réalisée à l'aide de l'essai Folin-Denis, tel que décrit par (Killedar & More, 2010). La procédure consistait à ajouter 0,5 ml de réactif Folin

et 1 ml de Na_2CO_3 (35 %) à 100 μl de l'échantillon dilué. Le volume a été ajusté à 100 ml avec de l'eau distillée. Le mélange résultant a été laissé à température ambiante pendant 30 minutes, après l'absorbance a été quantifiée à une longueur d'onde de 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Les tanins ont été représentée en milligrammes d'équivalents d'acide tannique par gramme d'extrait.

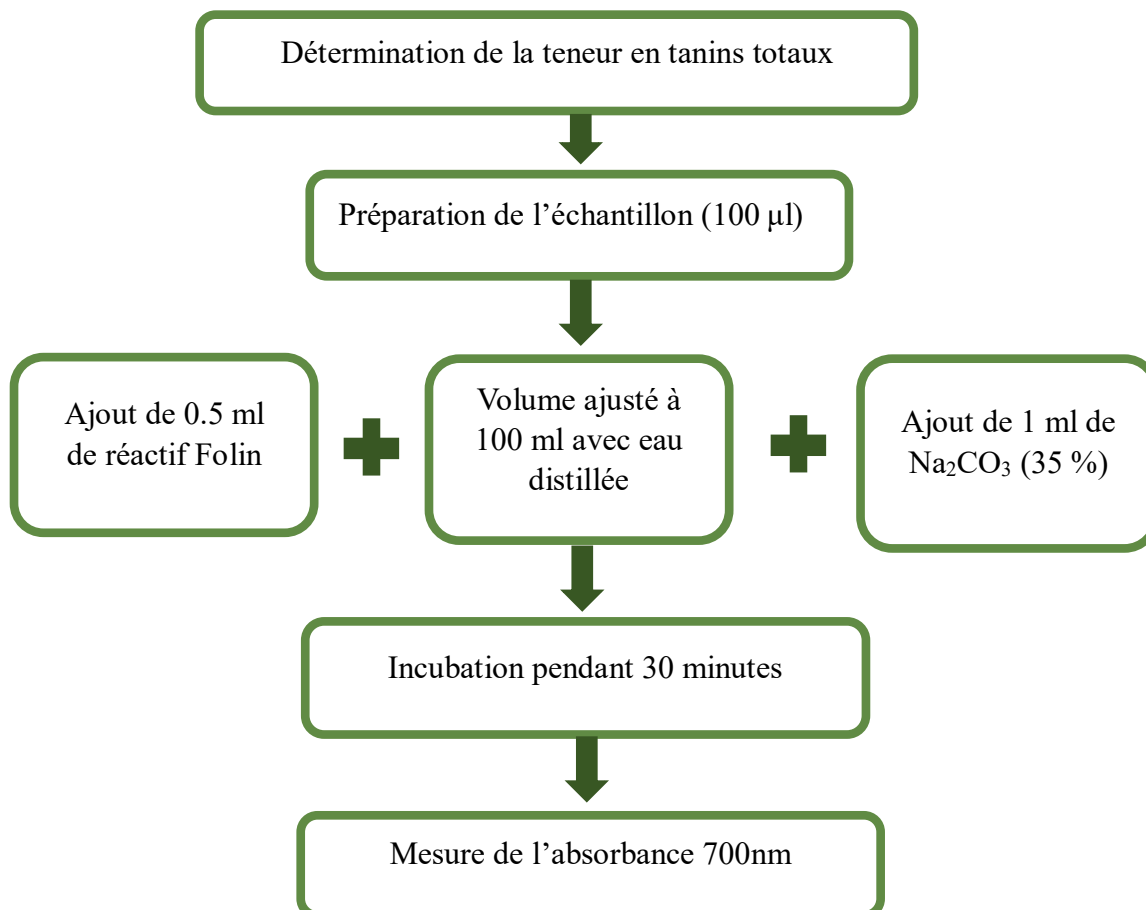


Figure 09: Étapes de l'évaluation quantitative des tanins.

2.4. Activité antioxydante :

2.4.1. DPPH^{*} piégeage des radicaux libres :

A. Principe :

Cette méthode utilisant le 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH^{*}), un radical libre, coloré, stable, facile à doser et capable d'arracher les atomes hydrogène labiles des groupements OH les plus réactifs, et présentant un maximum d'absorption à 517 nm (Khalaf et al., 2008).

En présence d'un antioxydant, le DPPH^{*} est réduit en DPPH et sa réduction se traduit

La IC₅₀, qui représente la concentration à laquelle 50 % des radicaux libres ont été supprimés par l'extrait, a été déterminée en effectuant une analyse de régression linéaire sur la relation entre la concentration et le pourcentage d'inhibition. Une valeur IC₅₀ plus faible indique une plus grande capacité antioxydante. Cette technique offre une évaluation fiable de la capacité des extraits à éliminer les radicaux DPPH, fournissant des informations précieuses sur leurs capacités antioxydantes.

2.4.2. Capacité de piégeage du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) :

A. Principe :

Cette méthode consiste à évaluer la capacité d'une substance à piéger l'eau oxygénée H₂O₂. Ceci est réalisé par simple incubation de la substance à tester en présence de H₂O₂. La quantité en H₂O₂ résiduelle dans le milieu réactionnel est déterminée par la mesure de son absorbance à 230 nm (Ruch et al., 1989).

B. Mode opératoire :

La capacité des extraits à piéger le peroxyde d'hydrogène a été évaluée à l'aide de la méthodologie décrite par (Keser et al., 2012), une solution de peroxyde d'hydrogène d'une concentration de 40 x 10⁻³ M a été préparée dans une solution tampon de phosphate avec un pH de 7,4. Les extraits ont été ajoutés à une solution de peroxyde d'hydrogène à une concentration de 0,6 mM, à une concentration de 100 µg/ml dans de l'eau distillée. L'absorbance du peroxyde d'hydrogène à une longueur d'onde de 230 nm a été mesurée après un intervalle de temps de 10 minutes. Une solution à blanc contenant un tampon phosphate sans peroxyde d'hydrogène a été utilisée comme référence.

Le pourcentage de piégeage du peroxyde d'hydrogène par les composés testés est calculé selon la formule indiquée par (Chouikh et al., 2015):

$$\text{Récupéré [H}_2\text{O}_2\text{] (\%)} = \frac{[\text{Abs}_{\text{Contrôle}} - \text{Abs}_{\text{ech}}]}{\text{Abs}_{\text{Contrôle}}} \times 100$$

Abs_{Contrôle} : l'absorption de tout le mélange.

Abs_{ech} : l'absorption de l'échantillon sans mélange.

2.4.3. Capacité de piégeage des radicaux hydroxyles (OH•) :

A. Principe :

Le concept fondamental du piégeage des radicaux hydroxyles repose sur une réaction chimique durant laquelle un " piégeage" interagit avec le radical OH•, le neutralisant et générant des produits moins réactifs. Cette réaction diminue l'activité oxydante des radicaux hydroxyles et restreint ainsi les dommages qu'ils pourraient causer (Halliwell & Gutteridge, 2015).

B. Mode opératoire :

La capacité des échantillons à éliminer les radicaux hydroxyles a été évaluée en utilisant le système de radicaux hydroxyles produit par la réaction de Fenton (Sun et al., 2010). En bref, les échantillons ont été dissous dans de l'eau distillée à des concentrations allant de 0 (témoin) à 1 mg/ml, avec des augmentations de 0,1 mg/ml. Le mélange réactionnel se composait de 1 ml de solution vert brillant à une concentration de 0,435 mM, de 0,5 ml de solution de FeSO₄ à une concentration de 2 mM, de 1,5 ml de solution de H₂O₂ à une concentration de 3,0 % et de 1 ml d'échantillons à différentes concentrations.

Après avoir été incubé pendant 20 minutes à température ambiante, l'absorbance du mélange a été déterminée à une longueur d'onde de 624 nm. La solution présentait une teinte verte vive due à la présence de radicaux hydroxyles, et des altérations de l'absorbance indiquaient la capacité d'éliminer les radicaux hydroxyles.

Le taux de piégeage des radicaux hydroxyles a été déterminé en appliquant la formule suivante :

$$\text{Le piégeage des radicaux hydroxyles (\%)} = [(1 - \text{Abs}_{\text{ech}} / \text{Abs}_{\text{Contrôle}}) \times 100]$$

Abs_{Contrôle} : l'absorption de contrôle.

Abs_{ech} : l'absorption de l'échantillon.

2.4.4. Test d'hémolyse :

A. Principe :

Cette expérience a été réalisée en utilisant des cellules sanguines érythrocytaires humaines et saines, qui ont été dilués avec de l'eau distillée puis centrifugés à 3000 tours par minute pendant 10 minutes.

Ce test est utilisé pour évaluer la capacité des extraits de plantes à protéger les cellules sanguines érythrocytaires contre les dommages ou les perturbations membranaires causés par le stress oxydatif et les radicaux libres (Dolci & Panteghini, 2014).

B. Mode opératoire :

Selon la méthodologie décrite par (Chouikh et al., 2020), 40 μ l d'érythrocytes humains ont été mélangés à 2 ml d'extrait de plante et laissés incuber pendant 5 minutes à une température de 37 °C. Ensuite, 40 μ l de peroxyde d'hydrogène (30×10^{-3} M), 40 μ l de chlorure ferrique (80×10^{-3} M) et 40 μ l de solution d'acide ascorbique (50×10^{-3} M) ont été ajoutés en séquence. Après une période d'incubation de 1 heure à une température de 37 °C, le mélange a été soumis à une centrifugation à une vitesse de 700 tr/min pendant une durée de 10 minutes. L'absorbance du surnageant a été quantifiée à une longueur d'onde de 540 nm.

Le pourcentage de l'inhibition de l'hémolyse s'exprime comme suit :

$$\text{Inhibition (\%)} = [(\text{Abs}_{\text{Contrôle}} / \text{Abs}_{\text{ech}}) \times 100]$$

Abs_{Contrôle} : l'absorption de contrôle.

Abs_{ech} : l'absorption de l'échantillon.

Chapitre II

Résultats et Discussion

1.1. Quantification de composés phytochimiques :

1.1.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux:

La quantification des polyphénols totaux des extraits est réalisée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu selon la méthode de Chouikh et al. (2020). Et l'utilisation des différentes concentrations d'acide gallique comme standard. Les résultats relatifs à la concentration des polyphénols totaux sont exprimés en microgrammes équivalents d'acide gallique par millilitre d'extraits (mgEAG/gEx).

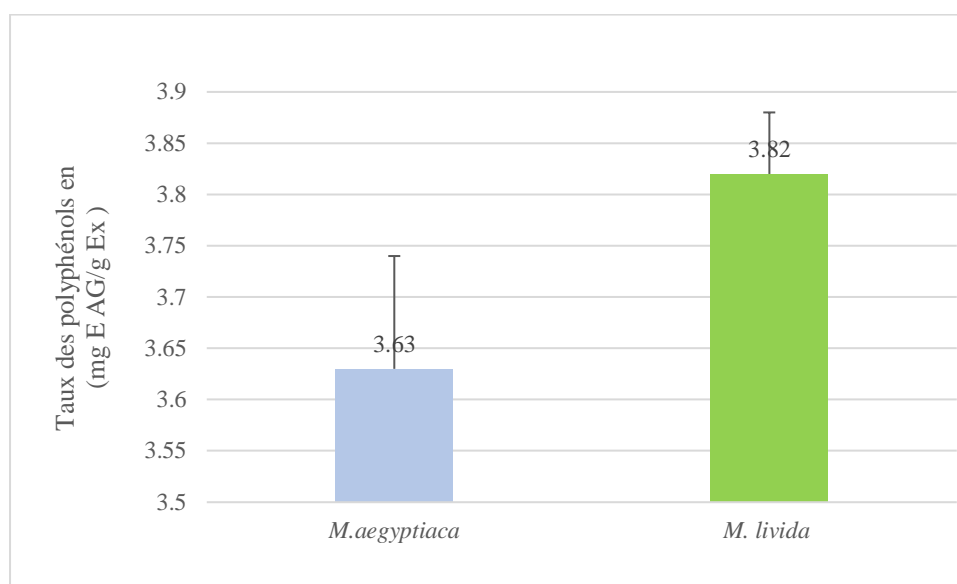


Figure11: Teneurs en polyphénols totaux des extraits en (mg E AG/g Ex).

D'après l'histogramme illustré par la figure11, les résultats obtenus concernant les concentrations de polyphénols dans les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* montrent des valeurs respectives de 3,63 mg E AG/g et 3,82 mg E AG/g. Ces concentrations soulignent l'importance des polyphénols en tant que composés bioactifs, reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et leurs effets bénéfiques sur la santé (Yan et al., 2020).

Les polyphénols, ont une large gamme de composés tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques et les tannins, jouent un rôle crucial dans la protection contre le stress oxydatif (Sahakyan et al., 2022). Leur structure chimique leur permet de piéger les radicaux libres, neutralisant ainsi les espèces réactives de l'oxygène et réduisant les dommages cellulaires (Losada-Barreiro & Bravo-Diaz, 2017). L'observation que *Matthiola livida* présente une concentration légèrement supérieure en polyphénols par rapport à *Malcolmia aegyptiaca* pourrait indiquer un potentiel antioxydant plus élevé, bien que l'effet synergique des autres composés présents dans les extraits doive également être pris en compte.

L'activité antioxydante des polyphénols est souvent associée à leur capacité à moduler diverses voies biologiques (Vauzour, 2012). Ils peuvent influencer l'expression des gènes liés à la réponse au stress oxydatif et stimuler l'activité des enzymes antioxydantes endogènes, comme la superoxyde dismutase et la catalase (Zhang & Tsao, 2016). Cette modulation des voies biologiques renforce la capacité des cellules à résister aux dommages induits par les radicaux libres.

De plus, les polyphénols sont également connus pour leurs effets anti-inflammatoires, ce qui les rend d'autant plus intéressants pour la prévention des maladies chroniques (Bucciantini et al., 2021). Leur consommation régulière a été associée à une réduction des risques de maladies cardiovasculaires, de diabète et de certains cancers (Costa et al., 2017). Les résultats de cette étude soulignent donc le potentiel des extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* comme sources naturelles de polyphénols, offrant une voie pour le développement de produits nutraceutiques (Kumar et al., 2022).

1.1.2. Détermination de la teneur totale en flavonoïdes:

La détermination de la teneur en Flavonoïdes totaux des extraits est estimée par la méthode de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) selon le protocole de Mbaebie et al. (2012). Les résultats des flavonoïdes des extraits bruts sont présentés ci-dessous.

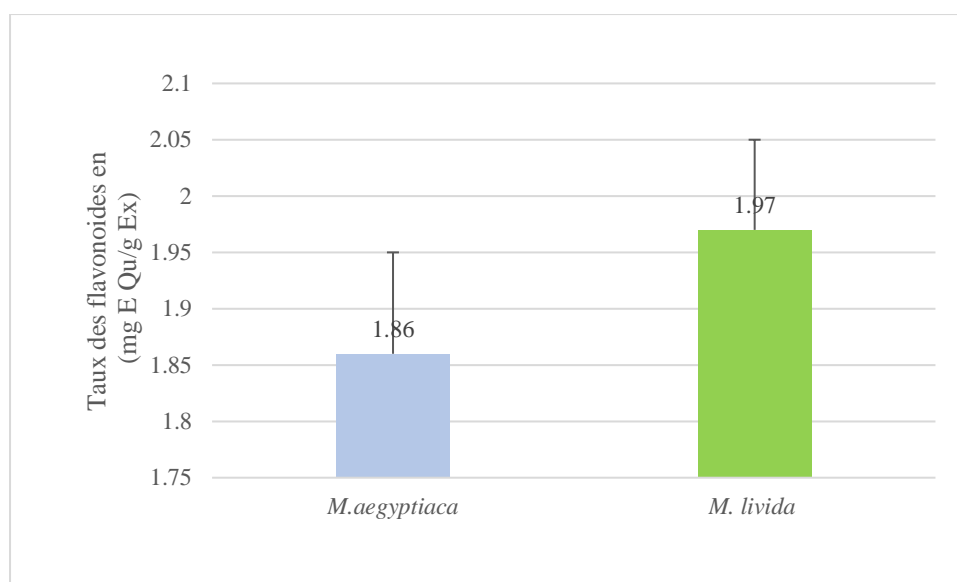


Figure 12 : Teneurs en flavonoïdes totaux des extraits en (mg E QU /g Ex).

L'histogramme représenté dans la figure 12 indiquent que les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* contiennent respectivement 1,86 mg E Qu/g et 1,97 mg E Qu/g de flavonoïdes. Ces valeurs soulignent l'importance de ces composés en tant que phytoconstituants

bénéfiques, reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et leur rôle dans la prévention de diverses maladies (Mondal & Rahaman, 2020).

Les flavonoïdes sont une classe de polyphénols qui jouent un rôle clé dans la protection des cellules contre le stress oxydatif (Stepanic et al., 2015). L'activité antioxydante des flavonoïdes est également liée à leur capacité à moduler des voies biologiques (González-Paramás et al., 2019). Ils peuvent augmenter l'expression des gènes codant pour des enzymes antioxydantes, telles que la superoxyde dismutase et la catalase, renforçant ainsi les défenses endogènes de l'organisme contre le stress oxydatif (Kurutas, 2015). De plus, les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires, ce qui peut contribuer à la réduction de l'inflammation chronique et à l'amélioration de la santé globale (Maleki et al., 2019).

La présence de flavonoïdes dans *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* ouvre des perspectives intéressantes pour leur utilisation potentielle dans des formulations nutraceutiques. En intégrant ces extraits dans l'alimentation, il serait possible de bénéficier de leurs propriétés protectrices et de renforcer les défenses antioxydantes de l'organisme.

1.1.3. Détermination de la teneur en tanins totaux:

Le dosage de ces molécules a été effectué par la méthode de Folin-Denis décrite par (Killedar & More, 2010). Les résultats du dosage des tanins condensés sont présentés dans la figure 13

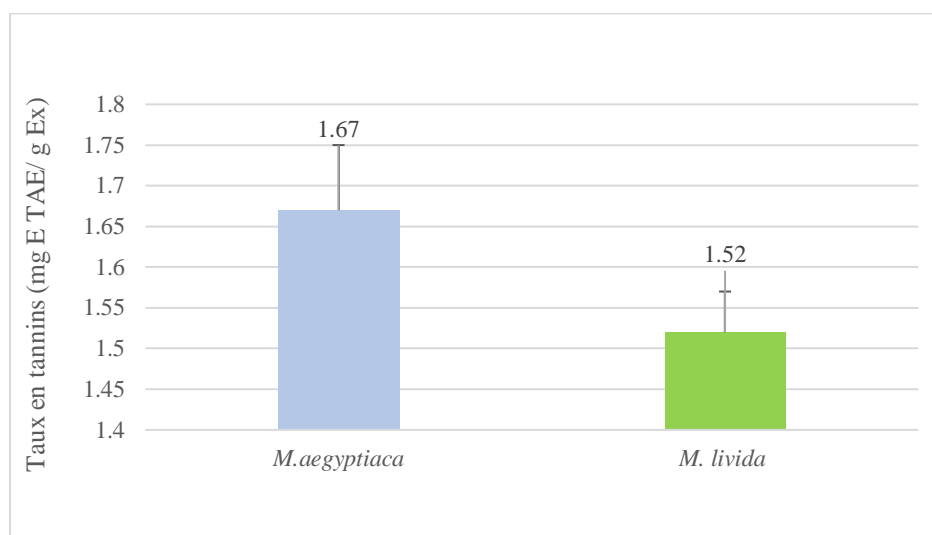


Figure13 : Teneurs en tanins totaux des extraits en (mg E TA/g Ex).

La figure13 montre que les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* contiennent respectivement 1,67 mg E TA/g et 1,52 mg E TA/g de tanins. Ces concentrations soulignent

l'importance des tanins en tant que composés bioactifs, connus pour leurs propriétés antioxydantes et leur capacité à interagir avec diverses biomolécules (Fabbrini et al., 2022).

Les tanins sont des polyphénols complexes qui jouent un rôle crucial dans la protection des plantes contre les stress environnementaux, mais ils offrent également des bénéfices pour la santé humaine (Oluwole et al., 2022). Leur structure leur permet de former des complexes avec des protéines, des métaux et d'autres molécules, ce qui contribue à leur activité antioxydante (Riedl et al., 2002). En piégeant les radicaux libres et en inhibant les réactions oxydatives, les tanins aident à réduire les dommages cellulaires causés par le stress oxydatif (Sen et al., 2010).

En plus de leur activité antioxydante, les tanins possèdent des propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes (Maisetta et al., 2019). Cette combinaison d'effets en fait des candidats prometteurs pour des applications dans la prévention de maladies chroniques associées à l'inflammation et à l'oxydation (Kováč et al., 2022). Les tanins pourraient également jouer un rôle dans la modulation des réponses immunitaires, renforçant ainsi les défenses de l'organisme (Behl et al., 2021).

La présence de tanins dans *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* suggère que ces plantes pourraient être exploitées comme sources naturelles de ces composés bénéfiques. Leur intégration dans l'alimentation ou dans des formulations nutraceutiques pourrait contribuer à améliorer la santé globale et à prévenir des maladies liées au stress oxydatif.

1.2. Activité antioxydante :

1.2.1. DPPH* piégeage des radicaux libres :

L'activité antioxydante des extraits bruts des plantes étudiée vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517 nm. Dans ce test, on utilise l'acide ascorbique comme standard (Ben Ali et al., 2023).

Les équations linéaires des pourcentages d'inhibition (I%) sont employées pour déterminer les valeurs de l'IC₅₀ en fonction des diverses concentrations des extraits et du standard (acide ascorbique), où $y = 0,5626x + 37,357$. L'IC₅₀ est exprimé en µg/ml.

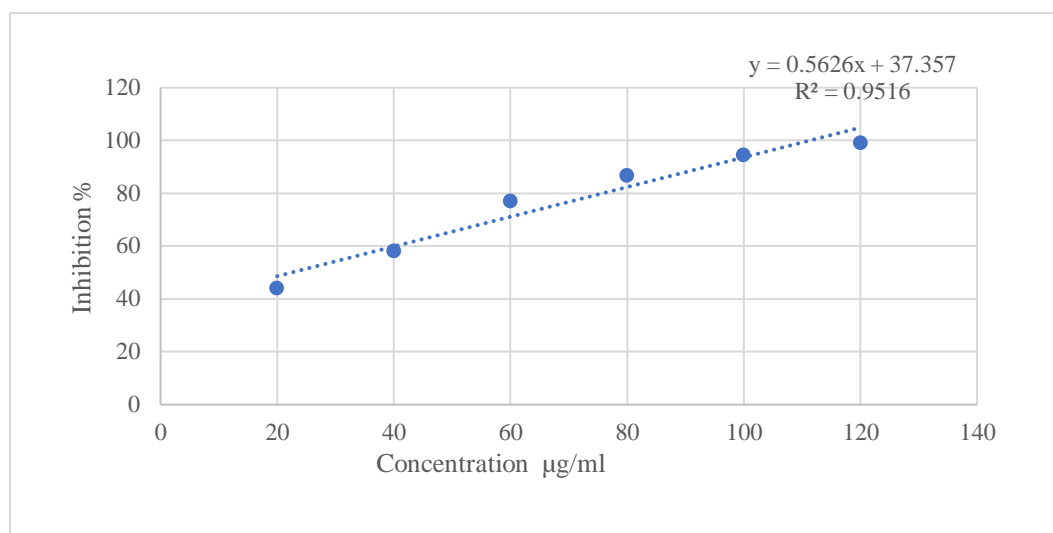


Figure14 : Courbe standard d'acide ascorbique en fonction de la concentration du teste DPPH*.

Une valeur de IC_{50} élevée suggère une forte activité antioxydante. De plus, il est possible d'affirmer que l'efficacité de l'extrait étudié en tant qu'antioxydant est moindre par rapport à celle enregistrée avec l'acide ascorbique $IC_{50}=22.47\mu\text{g/ml}$. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 15.

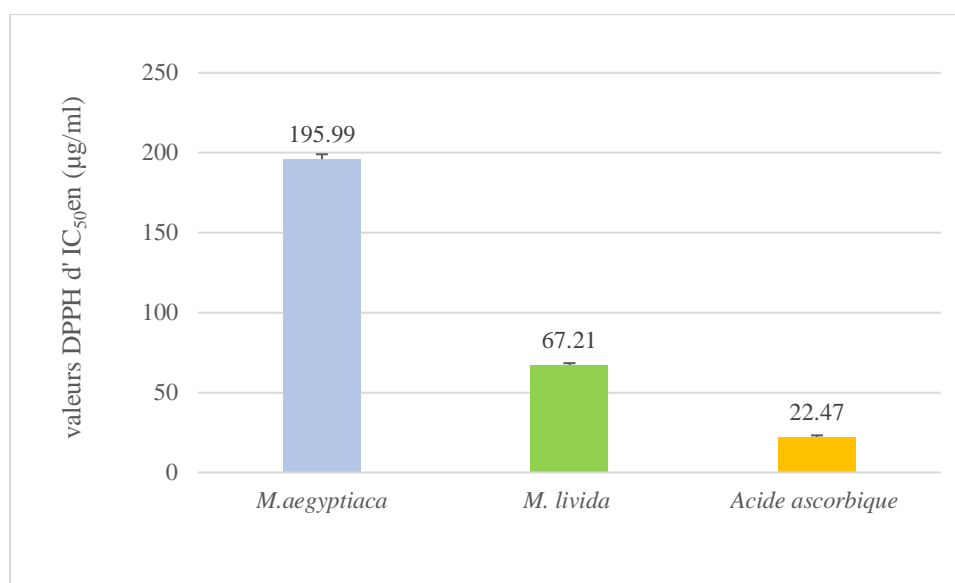


Figure15 : Les valeurs d'IC₅₀ de DPPH des extraits bruts de *M. aegyptiaca*, *M. livida* et d'acide ascorbique en fonction de la concentration.

La détermination de l'activité antioxydante du test DPPH des extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida*, qui indique la capacité d'une substance à neutraliser les radicaux libres (Gulcin & Alwasel, 2023). montrent que *Malcolmia aegyptiaca* présente une concentration

inhibitrice de 195,99 µg/ml, tandis que *Matthiola livida* affiche une concentration de 67,21 µg/ml. Ces valeurs suggèrent une différence significative dans leur potentiel antioxydant, avec une efficacité largement supérieure pour *Malcolmia aegyptiaca*.

Un des mécanismes physiologiques par lesquels les composés antioxydants exercent leur effet est la neutralisation directe des radicaux libres, qui sont des molécules instables pouvant provoquer des dommages cellulaires (Sivanandham, 2011). Les photocomposés présents dans *Malcolmia aegyptiaca*, tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques, sont reconnus pour leur capacité à piéger ces radicaux, réduisant ainsi le stress oxydatif (Akbari et al., 2022). Ces composés peuvent également renforcer les défenses endogènes de l'organisme en activant des enzymes antioxydantes, comme la superoxyde dismutase et la catalase, qui jouent un rôle crucial dans la protection cellulaire (Engwa, 2018).

D'autre part, *Matthiola livida*, bien qu'elle montre une activité antioxydante inférieure, mérite également d'être étudiée pour ses propriétés bénéfiques potentielles. Les résultats suggèrent qu'elle contient des antioxydants, mais à des concentrations ou des efficacités moins élevées que ceux de *Malcolmia aegyptiaca*. La diversité des composés bioactifs dans cette espèce pourrait indiquer un mécanisme d'action différent, tel que l'inhibition des enzymes pro-oxydantes ou la modulation des voies de signalisation impliquées dans le stress oxydatif (Balsano & Alisi, 2009).

L'acide ascorbique, utilisé ici comme contrôle, a montré une inhibition de 22,47 µg/ml, soulignant que les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* peuvent contenir des composés aux propriétés antioxydantes supérieures à celles de l'acide ascorbique, un antioxydant bien connu. Cela ouvre des perspectives intéressantes pour l'utilisation de ces plantes dans des formulations alimentaires ou pharmaceutiques visant à réduire les effets du stress oxydatif.

1.2.2. Capacité de piégeage du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) :

La figure (16) représente la courbe standard de l'acide ascorbique en fonction de la concentration du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂).

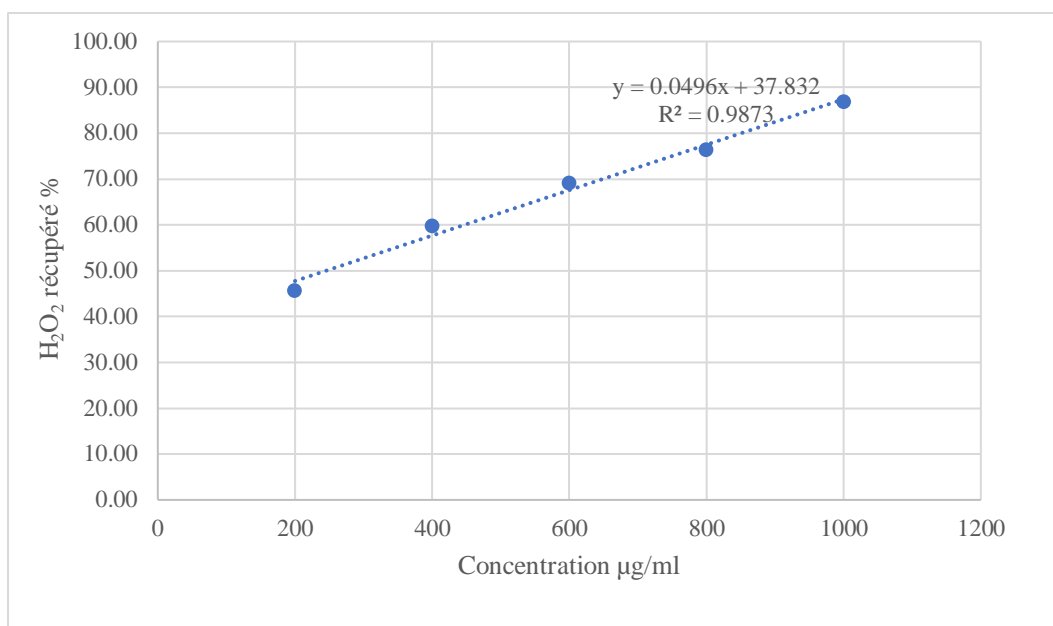


Figure16 : Courbe standard d'acide ascorbique en fonction de la concentration du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂).

La capacité de piéger le peroxyde d'hydrogène a été mesurée conformément à la méthode de Keser et al. (2012). Les résultats des Capacité de piégeage du peroxyde d'hydrogène des extraits sont présentés ci-dessous.

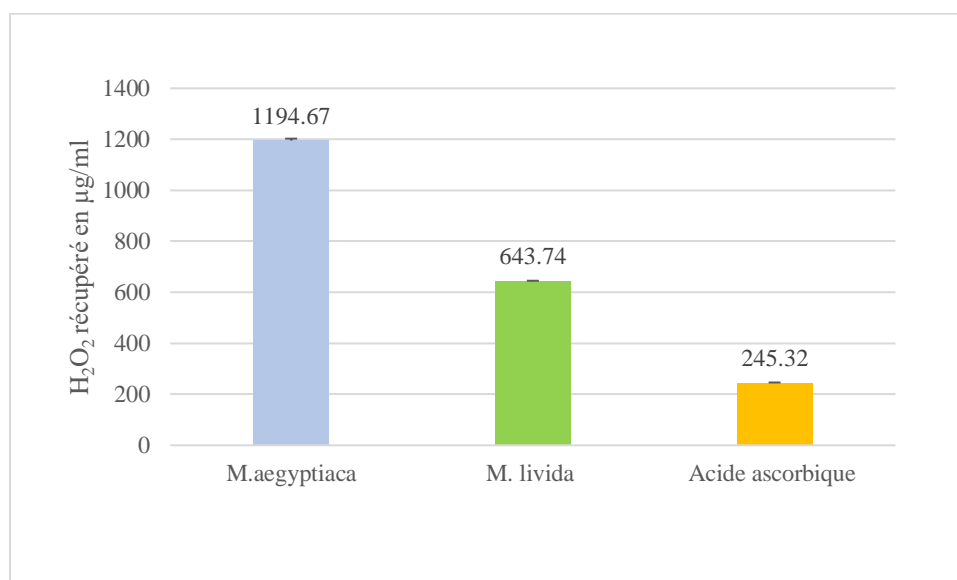


Figure17 : Peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) récupéré de *M. aegyptiaca*, *M. livida* et acide ascorbique en fonction de la concentration.

Le test H₂O₂, mesure la capacité des composés à neutraliser le peroxyde d'hydrogène (Finnegan et al., 2010). Les résultats indiquent que *Malcolmia aegyptiaca* présente une concentration

inhibitrice de 1194,67 µg/ml, tandis que *Matthiola livida* montre une inhibition de 643,74 µg/ml. Ces valeurs soulignent une efficacité antioxydante notable pour les deux plantes, mais avec une prépondérance marquée pour *Malcolmia aegyptiaca*.

Le peroxyde d'hydrogène est un agent oxydant qui peut générer des radicaux libres et induire un stress oxydatif dans les cellules (El-Bahr, 2013). Les antioxydants présents dans *Malcolmia aegyptiaca* semblent jouer un rôle clé dans la décomposition du H₂O₂ en eau et en oxygène, ce qui limite ses effets nocifs (Ansari et al., 2022). Les composés phénoliques et flavonoïdes, souvent présents dans cette plante, sont connus pour leur capacité à activer des enzymes antioxydantes, comme la catalase et la peroxydase, qui dégradent efficacement le peroxyde d'hydrogène.

Matthiola livida, bien que moins efficace que *Malcolmia aegyptiaca*, démontre également une capacité significative à neutraliser le H₂O₂, avec une concentration inhibitrice de 643,74 µg/ml. Cette activité pourrait être attribuée à la présence de divers antioxydants, dont les propriétés méritent une exploration plus approfondie. Comprendre les mécanismes d'action de ces composés pourrait fournir des informations précieuses sur leur potentiel dans la réduction du stress oxydatif.

Comparativement, l'acide ascorbique, qui a montré une inhibition de 245,32 µg/ml, souligne que les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* sont non seulement efficaces mais pourraient également contenir des antioxydants plus puissants que l'acide ascorbique. Cela suggère des applications potentielles dans le développement de produits nutraceutiques ou pharmaceutiques visant à prévenir les dommages oxydatifs.

1.2.3.Capacité de piégeage des radicaux hydroxyles (OH•) :

L'acide ascorbique illustré par la figure 18 a été utilisé comme standard en fonction de la concentration du radical hydroxyles (OH•)

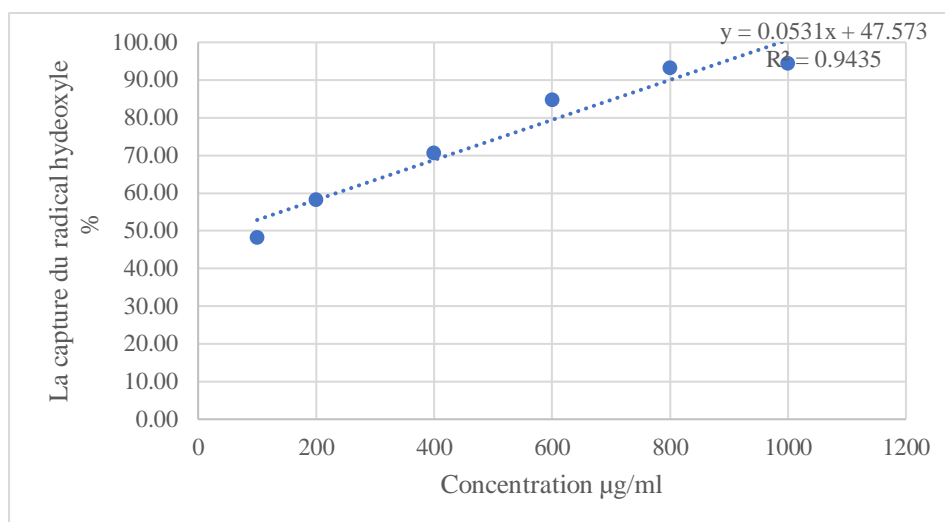


Figure 18 : Courbe standard d'acide ascorbique en fonction de la concentration du radical hydroxyle (OH•)

La capacité de piégeage des radicaux hydroxyles (OH•) a été évaluée en suivant le protocole décrit par Sun et al. (2010). Les résultats de la capacité des extraits à piéger les radicaux hydroxyles sont exposés ci-dessous.

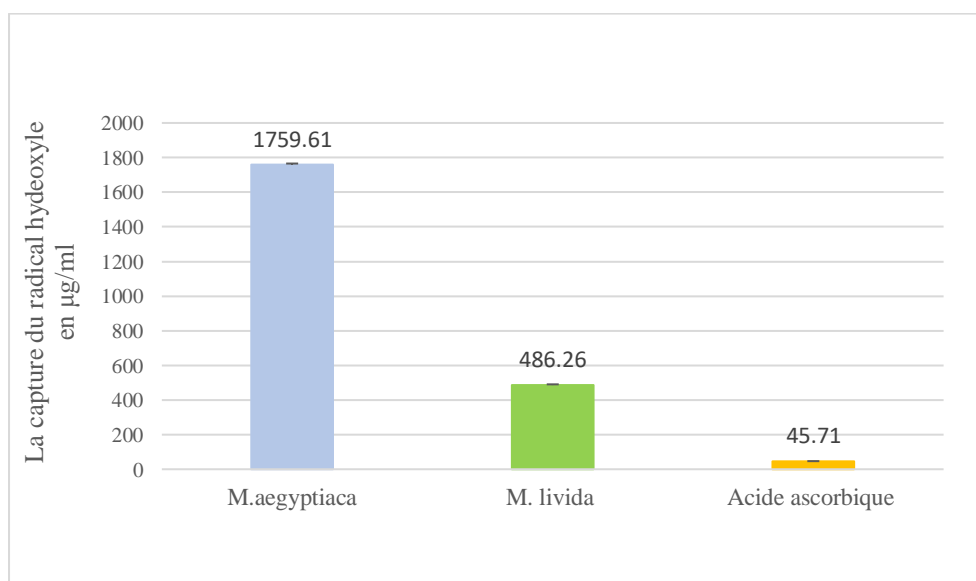


Figure 19 : Capacité de piégeage des radicaux hydroxyles (OH•) de *M. aegyptiaca*, *M. livida* et de l'acide ascorbique en fonction de la concentration.

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* a également été réalisée à l'aide du test des radicaux libres OH (hydroxyles), qui est un indicateur crucial de la capacité d'une substance à neutraliser les radicaux hydroxyles (Treml & Šmejkal, 2016), parmi les plus réactifs et nocifs pour les cellules. Les résultats montrent que

Malcolmia aegyptiaca présente une concentration inhibitrice de 1759,61 µg/ml, tandis que *Matthiola livida* affiche une inhibition de 486,26 µg/ml. Ces données indiquent une efficacité antioxydante remarquable pour *Malcolmia aegyptiaca*, surpassant largement celle de *Matthiola livida*.

Les radicaux hydroxyles sont générés par divers processus physiologiques et peuvent causer des dommages oxydatifs aux lipides, protéines et acides nucléiques (Ozougwu, 2016). L'aptitude de *Malcolmia aegyptiaca* à neutraliser ces radicaux pourrait être liée à la présence de composés bioactifs tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques, qui sont réputés pour leur capacité à réduire les espèces réactives de l'oxygène (ERO). Ces composés agissent en capturant les radicaux hydroxyles, empêchant ainsi la propagation des dommages cellulaires (Di Meo & Venditti, 2020).

Matthiola livida, bien que moins efficace que *Malcolmia aegyptiaca*, démontre tout de même une capacité significative à neutraliser les radicaux hydroxyles, avec une concentration inhibitrice de 486,26 µg/ml. Cela suggère que cette plante possède également des antioxydants, bien que leur efficacité soit inférieure. L'analyse des phytoconstitués présents pourrait révéler des mécanismes alternatifs d'action, tels que la modulation des voies de signalisation cellulaires impliquées dans la réponse au stress oxydatif (Sturm & Wagner, 2017).

L'acide ascorbique, utilisé comme contrôle dans cette étude, a montré une inhibition de 45,71 µg/ml. Cela souligne que les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* pourraient contenir des antioxydants encore plus puissants que la vitamine C, renforçant ainsi leur potentiel d'application dans des formulations visant à lutter contre le stress oxydatif.

1.2.4. Test d'hémolyse :

La figure 20, représente la courbe standard d'acide ascorbique en fonction de la concentration du Test d'hémolyse.

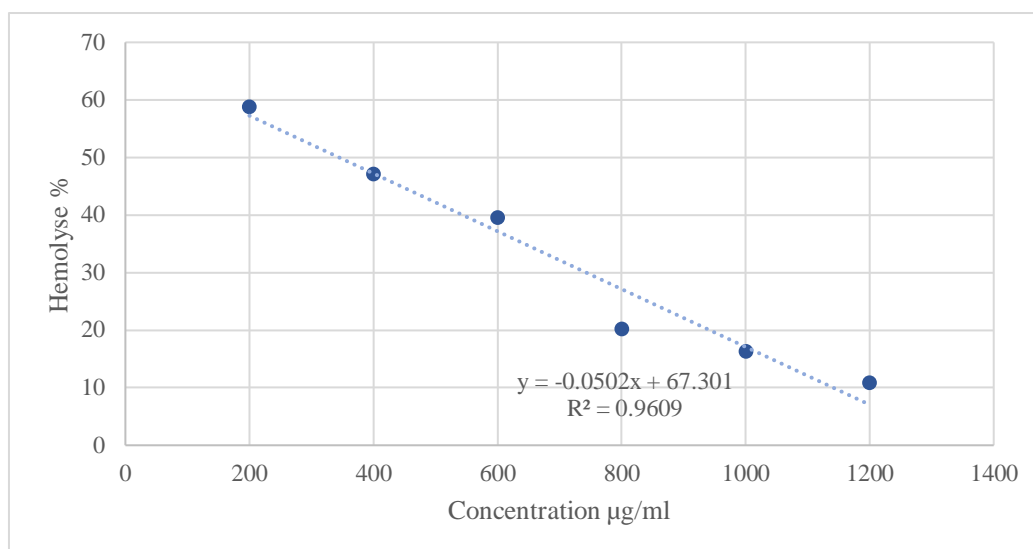


Figure 20: Courbe standard d'acide ascorbique en fonction de la concentration du Test d'hémolyse

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 21 :

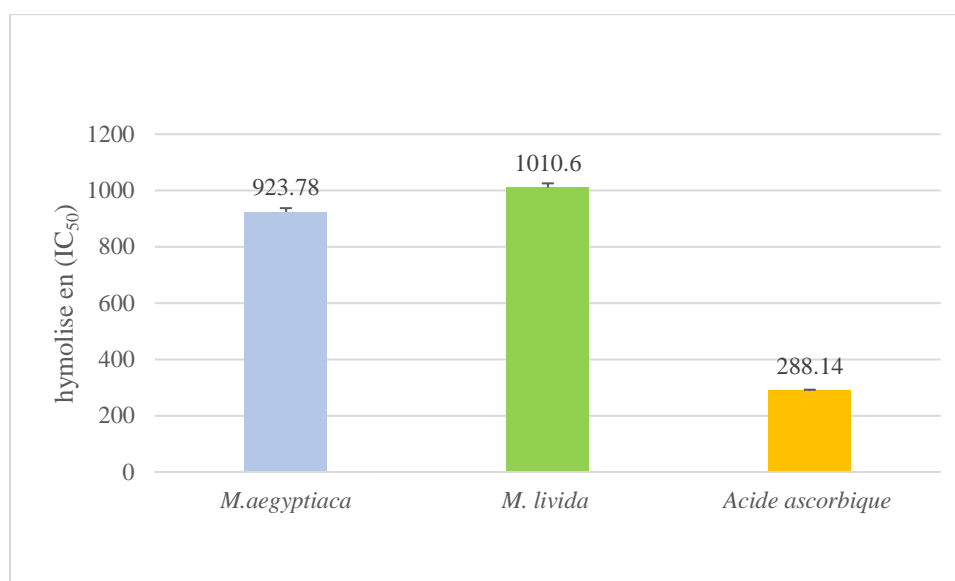


Figure 21 : activité d'hémolyse de *M. aegyptiaca*, *M. livida* et de l'acide ascorbique en fonction de la concentration en (IC₅₀).

L'efficacité antioxydante des extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* a été examinée en utilisant le test d'hémolyse, qui évalue la capacité des composés à préserver l'intégrité des membranes cellulaires des globules rouges face aux dommages oxydatifs (Lopes et al., 2021; Tesoriere et al., 1999). Les résultats indiquent que *Malcolmia aegyptiaca* présente une concentration inhibitrice de 923,78 µg/ml, tandis que *Matthiola livida* montre une inhibition de 1010,6 µg/ml. Ces résultats indiquent que les deux plantes démontrent une activité

antioxydante importante, bien que *Matthiola livida* présente une inhibition légèrement plus élevée.

La destruction des globules rouges, appelée hémolyse, est fréquemment déclenchée par l'exposition à des agents oxydants, tels que les radicaux libres, pouvant altérer la structure de la membrane cellulaire (Gwozdinski et al., 2021). L'efficacité de *Malcolmia aegyptiaca* pour inhiber l'hémolyse peut être expliquée par la présence de différents composés antioxydants, tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques, qui ont un rôle essentiel dans la préservation des membranes cellulaires (Asgary et al., 2005). Ces composés ont la capacité de stabiliser les membranes en inhibant l'oxydation des lipides et en prévenant la dégradation des protéines membranaires (Kaurinovic & Vastag, 2019).

La *Matthiola livida*, malgré une concentration inhibitrice légèrement supérieure (Mouton & Vinks, 2005), montre également une capacité significative à préserver les globules rouges de l'hémolyse. Ceci suggère la présence d'une synergie de composés phytochimiques bénéfiques qui, même à des concentrations faibles, fournissent une protection notable contre le stress oxydatif (Blasa et al., 2011). L'étude des mécanismes d'action spécifiques de ces composés pourrait apporter des éclaircissements significatifs sur leur efficacité potentielle dans la prévention des lésions cellulaires.

Lorsqu' utilisé comme témoin, l'acide ascorbique a démontré une inhibition de 288,14 µg/ml, suggérant ainsi que les extraits de *Malcolmia aegyptiaca* et *Matthiola livida* pourraient renfermer des antioxydants dont l'efficacité surpasserait celle de l'acide ascorbique dans ce cadre. Ceci offre de nouvelles opportunités pour l'intégration de ces végétaux dans des formulations destinées à préserver les cellules contre le stress oxydatif et à favoriser le bien-être global.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude comparative des propriétés phénoliques et de l'activité antioxydante de *M. aegyptiaca* et *M. livida* a révélé des résultats significatifs qui méritent d'être approfondis. Réalisée dans la commune de Taghzout à El Oued, cette recherche a mis en lumière des différences notables entre ces deux espèces, tant au niveau des composés phénoliques que de leur capacité antioxydante.

Concernant les propriétés phénoliques, l'évaluation a montré que *M. livida* présente une concentration supérieure en polyphénols et en flavonoïdes par rapport à *M. aegyptiaca*. Cette supériorité est particulièrement significative, car les polyphénols et les flavonoïdes sont reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé, notamment en tant qu'agents anti-inflammatoires et anticancéreux. En revanche, *M. aegyptiaca* a révélé une concentration plus élevée en tanins, qui, bien que moins étudiés dans ce contexte, apportent également des bénéfices en matière de santé, notamment en raison de leurs propriétés antioxydantes et de leur capacité à réduire les risques de maladies cardiovasculaires.

En ce qui concerne l'activité antioxydante, des résultats intéressants ont été observés. Les tests DPPH*, H₂O₂ et OH ont montré une activité antioxydante plus marquée pour *M. livida*, ce qui corrobore sa richesse en polyphénols et en flavonoïdes. Cela indique que *M. livida* est particulièrement efficace pour neutraliser les radicaux libres, soulignant son potentiel en tant qu'agent protecteur contre le stress oxydatif. Cependant, un retournement de situation a été noté lors du test d'hémolyse, où *M. aegyptiaca* a démontré une efficacité supérieure. Cela suggère que, bien que *M. livida* soit plus performante dans les tests de neutralisation des radicaux libres, *M. aegyptiaca* pourrait offrir des bénéfices spécifiques en matière de protection cellulaire, en particulier pour l'intégrité des membranes cellulaires.

En résumé, cette étude met en avant la complémentarité des deux espèces. *M. livida* se distingue par sa richesse en polyphénols et en flavonoïdes, ainsi que par son efficacité antioxydante dans plusieurs tests, ce qui en fait une candidate prometteuse pour des applications dans la santé et la nutrition. D'autre part, *M. aegyptiaca*, avec sa richesse en tanins et son efficacité dans le test d'hémolyse, mérite également d'être valorisée pour ses propriétés protectrices.

Ces résultats soulignent l'importance de poursuivre les recherches sur ces plantes afin d'explorer davantage leurs mécanismes d'action et leurs applications potentielles. La valorisation de ces ressources naturelles, en lien avec des pratiques de développement durable, pourrait contribuer à la préservation de la biodiversité et à l'amélioration de la santé publique. En intégrant ces

plantes dans des formulations alimentaires ou des compléments nutritionnels, il est possible de tirer parti de leurs bienfaits tout en soutenant les savoir-faire locaux.

Bibliographie

- Ahmed, I. A., Mikail, M. A., Zamakshshari, N. H., Mustafa, M. R., Hashim, N. M., & Othman, R. (2022). Trends and challenges in phytotherapy and phytocosmetics for skin aging. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(8), 103363.
- Akbari, B., Baghaei-Yazdi, N., Bahmaie, M., & Mahdavi Abhari, F. (2022). The role of plant-derived natural antioxidants in reduction of oxidative stress. *BioFactors*, 48(3), 611-633.
- Al-Shehbaz, I. A. (1984). The tribes of Cruciferae (Brassicaceae) in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*, 65(3), 343-373.
- Al-Shehbaz, I. A., & O'Kane Jr, S. L. (2002). Taxonomy and phylogeny of Arabidopsis (Brassicaceae). *The Arabidopsis Book/American Society of Plant Biologists*, 1.
- Alamgeer, Younis, W., Asif, H., Sharif, A., Riaz, H., Bukhari, I. A., & Assiri, A. M. (2018). Traditional medicinal plants used for respiratory disorders in Pakistan: a review of the ethno-medicinal and pharmacological evidence. *Chinese medicine*, 13, 1-29.
- Alamgir, A., & Alamgir, A. (2017). Pharmacognostical Botany: Classification of medicinal and aromatic plants (MAPs), botanical taxonomy, morphology, and anatomy of drug plants. *Therapeutic Use of Medicinal Plants and Their Extracts: Volume 1: Pharmacognosy*, 177-293.
- Altay, V. (2014). S. Guçel Institute of Environmental Sciences, Near East University, Lefko a, The Northern Cyprus A. Guvensen Faculty of Forestry, University of Putra Malaysia. *world*, 1, 4.
- Ansari, A. A., Siddiqui, Z. H., Alatawi, F. A., Alharbi, B. M., & Alotaibi, A. S. (2022). An assessment of biodiversity in tabuk region of Saudi Arabia: A comprehensive review. *Sustainability*, 14(17), 10564.
- Appel, O., & Al-Shehbaz, I. (2003). Cruciferae. In *Flowering Plants- Dicotyledons: Malvales, Capparales and Non-betalain Caryophyllales* (pp. 75-174). Springer.
- Aruoma, O. I. (1998). Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *Journal of the American oil chemists' society*, 75(2), 199-212.
- Asgary, S., Naderi, G., & Askari, N. (2005). Protective effect of flavonoids against red blood cell hemolysis by free radicals. *Experimental & Clinical Cardiology*, 10(2), 88.
- Ashton, D. (1975). The root and shoot development of Eucalyptus regnans F. Muell. *Australian Journal of Botany*, 23(6), 867-887.
- Balsano, C., & Alisi, A. (2009). Antioxidant effects of natural bioactive compounds. *Current pharmaceutical design*, 15(26), 3063-3073.
- Behl, T., Kumar, K., Brisc, C., Rus, M., Nistor-Cseppento, D. C., Bustea, C., Aron, R. A. C., Pantis, C., Zengin, G., & Sehgal, A. (2021). Exploring the multifocal role of phytochemicals as immunomodulators. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 110959.
- Ben Ali, A., Chouikh, A., & Haddad, L. (2023). tubers resin from Algeria: a promising source of natural antioxidants, anti-inflammatory, and photoprotective compounds. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 34(2), 132-139.
- Benhammou, N. (2012). *Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien*
- Bennett, B. (2011). Twenty-five economically important plant families. *Encyclopedia of Life Support Systems. Economic Botany*.
- Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z., & Boucherit, K. (2014). Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de Fredolia aretioides de la région de Béchar en Algérie. *Phytothérapie*, 12(6), 364-371.
- Berregioua, A. (2016). *Investigation phytochimique sur des extraits bioactifs de deux Brassicaceae médicinales du sud Algérien: Moricandia arvensis et Zilla macroptera 12/01/2016*].
- Bischoff, K. L. (2021). Glucosinolates. In *Nutraceuticals* (pp. 903-909). Elsevier.
- Blasa, M., Angelino, D., Gennari, L., & Ninfali, P. (2011). The cellular antioxidant activity in red blood cells (CAA-RBC): A new approach to bioavailability and synergy of phytochemicals and botanical extracts. *Food Chemistry*, 125(2), 685-691.

- Boizot, N., & Charpentier, J.-P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cahier des Techniques de l'INRA, In: Numéro spécial*, 79-82.
- Bucciantini, M., Leri, M., Nardiello, P., Casamenti, F., & Stefani, M. (2021). Olive polyphenols: Antioxidant and anti-inflammatory properties. *Antioxidants*, 10(7), 1044.
- Chouikh, A., & Alia, F. (2021). Phytochemical properties, antibacterial and anti-free radical activities of the phenolic extracts of (Forssk) Webb. & Berthel. collected from Algeria Desert. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 32(1), 33-39.
- Chouikh, A., Anouar, F., El-Hadda, A., & Azzedine, C. (2015). Phytochemicals study, antioxidant and antimicrobial activities of *Helianthemum lippii* (L.) pers. in different stages of growth (somatic, flowering and fruiting). *World J Pharm Pharm Sci*, 4, 338-349.
- Chouikh, A., Chems, A. E., Aounallah, C., Aounallah, I., & Alia, F. (2020). Phytochemical study, nutritive value, antioxidant and anti-inflammatory activities of phenolic extracts from desert plant *Calligonum comosum* L'Hér. *ALGERIAN JOURNAL OF BIOSCIENCES*, 1(02), 68-75.
- Chouikh, A., & Rebiai, A. (2020). The influence of extraction method on the composition and analgesic activity of phenolic extracts. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 31(1), 33-37.
- Costa, C., Tsatsakis, A., Mamoulakis, C., Teodoro, M., Briguglio, G., Caruso, E., Tsoukalas, D., Margina, D., Dardiotis, E., & Kouretas, D. (2017). Current evidence on the effect of dietary polyphenols intake on chronic diseases. *Food and Chemical Toxicology*, 110, 286-299.
- Crozier, A., Clifford, M. N., & Ashihara, H. (2006). Plant secondary metabolites. *Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*, Blackwell Publishers.
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313-7352.
- Demas, A. (2001). Food is Elementary. In: Trumansburg NY: Food Studies Institute.
- Di Meo, S., & Venditti, P. (2020). Evolution of the knowledge of free radicals and other oxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020(1), 9829176.
- 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(4), 654-660.
- Dolci, A., & Panteghini, M. (2014). Harmonization of automated hemolysis index assessment and use: Is it possible? *Clinica Chimica Acta*, 432, 38-43.
- El-Bahr, S. M. (2013). Biochemistry of free radicals and oxidative stress. *Biochemistry*, 1(5567/5cijnj), 11-11.
- Eljoudi, S., Feki, A., Bkhairia, I., Barkia, A., Amara, I. B., Nasri, M., & Hajji, M. (2022). New polysaccharides extracted from *Malcolmia triloba*: Structure characterization, biological properties and application to beef meat preservation. *Journal of food composition and analysis*, 107, 104380.
- Engwa, G. A. (2018). Free radicals and the role of plant phytochemicals as antioxidants against oxidative stress-related diseases. *Phytochemicals: source of antioxidants and role in disease prevention. BoD—Books on Demand*, 7, 49-74.
- Fabbrini, M., D'Amico, F., Barone, M., Conti, G., Mengoli, M., Brigidi, P., & Turrone, S. (2022). Polyphenol and tannin nutraceuticals and their metabolites: How the human gut microbiota influences their properties. *Biomolecules*, 12(7), 875.
- Faust, J. E., & Dole, J. M. (2021). Major cut flowers. *Cut Flowers and Foliages*, 48-149.
- Finnegan, M., Linley, E., Denyer, S. P., McDonnell, G., Simons, C., & Maillard, J.-Y. (2010). Mode of action of hydrogen peroxide and other oxidizing agents: differences between liquid and gas forms. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 65(10), 2108-2115.
- Fritsch, H., & Grisebach, H. (1975). Biosynthesis of cyanidin in cell cultures of *Haplopappus gracilis*. *Phytochemistry*, 14(11), 2437-2442.
- González-Paramás, A. M., Ayuda-Durán, B., Martínez, S., González-Manzano, S., & Santos-Buelga, C. (2019). The mechanisms behind the biological activity of flavonoids. *Current medicinal chemistry*, 26(39), 6976-6990.

- Gulcin, İ., & Alwasel, S. H. (2023). DPPH radical scavenging assay. *Processes*, 11(8), 2248.
- Gwozdziński, K., Pieniazek, A., & Gwozdziński, L. (2021). Reactive oxygen species and their involvement in red blood cell damage in chronic kidney disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021(1), 6639199.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford university press, USA.
- Hammami, S., Ciavatta, M., Ben Jannet, H., Cimino, G., & Mighria, Z. (2006). Three phenolic and a sterol glycosides identified for the first time in *Matthiola longipetala* growing in Tunisia. *Croatica chemica acta*, 79(2), 215-218.
- Harborne, A. (1998). *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*. Springer science & business media.
- Harborne, J. B. (1997). Recent advances in chemical ecology. *Natural product reports*, 14(2), 83-98.
- Hassanpour, S., MaheriSis, N., & Eshratkha, B. (2011). Plants and secondary metabolites (Tannins): A Review.
- Hässig, A., Linag, W., Schwabl, H., & Stampfli, K. (1999). Flavonoids and tannins: plant-based antioxidants with vitamin character. *Medical hypotheses*, 52(5), 479-481.
- Havsteen, B. H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & therapeutics*, 96(2-3), 67-202.
- Ho, U.-H., Ri, J.-H., & Ri, C.-J. (2021). Morphological and molecular identification of double flowered stock (*Matthiola incana* R. Br) cultivars with high fertility.
- Husti, A., Cantor, M., Buta, E., & Hort, D. (2013). Current trends of using ornamental plants in culinary arts. *ProEnvironment Promediu*, 6(13).
- Jaén-Molina, R., Caujapé-Castells, J., Reyes-Betancort, J. A., Akhiani, H., Fernández-Palacios, O., de Paz, J. P., Febles-Hernández, R., & Marrero-Rodríguez, Á. (2009). The molecular phylogeny of *Matthiola* R. Br.(Brassicaceae) inferred from ITS sequences, with special emphasis on the Macaronesian endemics. *Molecular phylogenetics and evolution*, 53(3), 972-981.
- Jahangir, M., Kim, H. K., Choi, Y. H., & Verpoorte, R. (2009). Health-affecting compounds in Brassicaceae. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8(2), 31-43.
- Jean, B. (2009). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.)*. Lavoisier.
- Kaurinovic, B., & Vastag, D. (2019). *Flavonoids and phenolic acids as potential natural antioxidants*. IntechOpen London, UK.
- Keser, S., Celik, S., Turkoglu, S., Yilmaz, O., & Turkoglu, I. (2012). Hydrogen peroxide radical scavenging and total antioxidant activity of hawthorn. *Chem J*, 2(1), 9-12.
- Khalaf, N. A., Shakya, A. K., Al-Othman, A., El-Agbar, Z., & Farah, H. (2008). Antioxidant activity of some common plants. *Turkish Journal of Biology*, 32(1), 51-55.
- Khalik, K. N. A. (2002). *Biosystematic studies on Brassicaceae (Cruciferae) in Egypt*. Wageningen University and Research.
- Khanbabaee, K., & Van Ree, T. (2001). Tannins: classification and definition. *Natural product reports*, 18(6), 641-649.
- Khansari, N., Shakiba, Y., & Mahmoudi, M. (2009). Chronic inflammation and oxidative stress as a major cause of age-related diseases and cancer. *Recent patents on inflammation & allergy drug discovery*, 3(1), 73-80.
- Khelef, Y., Chouikh, A., Rebiai, A., Neffar, S., Chefrour, A., Adjal, E. H., & Alia, F. (2019). Biochemical, quantitative and qualitative phenolic compounds, anti-free radical's activities of *Calligonum comosum* collected from different sites in the Algerian Desert. *Biharean Biologist*, 13(2), 71-76.
- Killedar, S. G., & More, H. N. (2010). Estimation of tannins in different parts of *Memecylon umbellatum* Burm. *J Pharm Res*, 3(3), 554-556.
- Koné, K. P. F. O. (2018). *Applications des techniques de chromatographie et de spectroscopie dans l'identification des métabolites secondaires de trois plantes antidiabétiques et antihypertensives de la pharmacopée ivoirienne* Institut National Polytechnique Felix Houphoët Boigny-Yamoussoukro].

- Kováč, J., Slobodníková, L., Trajčíková, E., Rendeková, K., Mučaji, P., Sychrová, A., & Bittner Fialová, S. (2022). Therapeutic potential of flavonoids and tannins in management of oral infectious diseases—A review. *Molecules*, *28*(1), 158.
- Kozłowski, G. (2009). Rave sauvage.
- Kumar, S., Sharma, S., Kumar, V., Sharma, R., Minhas, A., & Boddu, R. (2022). Cruciferous vegetables: a mine of phytonutrients for functional and nutraceutical enrichment. In *Current advances for development of functional foods modulating inflammation and oxidative stress* (pp. 401-426). Elsevier.
- Kurutas, E. B. (2015). The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. *Nutrition journal*, *15*, 1-22.
- Lopes, R., Costa, M., Ferreira, M., Gameiro, P., Fernandes, S., Catarino, C., Santos-Silva, A., & Paiva-Martins, F. (2021). Caffeic acid phenolipids in the protection of cell membranes from oxidative injuries. Interaction with the membrane phospholipid bilayer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, *1863*(12), 183727.
- Losada-Barreiro, S., & Bravo-Diaz, C. (2017). Free radicals and polyphenols: The redox chemistry of neurodegenerative diseases. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *133*, 379-402.
- Lugasi, A. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta biologica szegediensis*, *47*(1-4), 119-125.
- Mahmoudi, S., Khali, M., & Mahmoudi, N. (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technology*(9), 35.
- Maisetta, G., Batoni, G., Caboni, P., Esin, S., Rinaldi, A. C., & Zucca, P. (2019). Tannin profile, antioxidant properties, and antimicrobial activity of extracts from two Mediterranean species of parasitic plant *Cytinus*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *19*, 1-11.
- Maleki, S. J., Crespo, J. F., & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chemistry*, *299*, 125124.
- Martin, E., Yilmaz, G., & Tekin, M. (2013). Karyology of endemic *Matthiola anchoniifolia* Hub.-Mor.(Brassicaceae) in Turkey. *Caryologia*, *66*(4), 293-295.
- Marzouk, M. M., Hegazi, N. M., El Shabrawy, M. O., Farid, M. M., Kawashty, S. A., Hussein, S. R., & Saleh, N. A. (2023). Discriminative Metabolomics Analysis and Cytotoxic Evaluation of Flowers, Leaves, and Roots Extracts of *Matthiola longipetala* subsp. *livida*. *Metabolites*, *13*(8), 909.
- Marzouk, M. M., Ibrahim, L. F., El-Hagrassi, A. M., Fayed, D. B., Elkhateeb, A., Abdel-Hameed, E.-S. S., & Hussein, S. R. (2020). Phenolic profiling and anti-Alzheimer's evaluation of *Eremobium aegyptiacum*. *Advances in Traditional Medicine*, *20*, 233-241.
- Marzouk, M. M., Kawashty, S. A., Ibrahim, L. F., Saleh, N. A., & Al-Nowaihi, A.-S. M. (2008). Two new kaempferol glycosides from *Matthiola longipetala* (subsp. *livida*)(Delile) Maire and carcinogenic evaluation of its extract. *Natural Product Communications*, *3*(8), 1934578X0800300817.
- Mbaebie, B., Edeoga, H., & Afolayan, A. (2012). Phytochemical analysis and antioxidants activities of aqueous stem bark extract of *Schotia latifolia* Jacq. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *2*(2), 118-124.
- Mehrnia, M., Akaberi, M., Amiri, M., Nadaf, M., & Emami, S. (2021). Ethnopharmacological studies of medicinal plants in central Zagros, Lorestan Province, Iran. *Journal of Ethnopharmacology*, *280*, 114080.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. sci. technol*, *26*(2), 211-219.
- Mondal, S., & Rahaman, S. (2020). Flavonoids: A vital resource in healthcare and medicine. *Pharm. Pharmacol. Int. J*, *8*(2), 91-104.
- Moussa, M. H. (2011). Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels. *Université Badji Mokhtar d'Annaba*.
- Mouton, J. W., & Vinks, A. A. (2005). Relationship between minimum inhibitory concentration and stationary concentration revisited: growth rates and minimum bactericidal concentrations. *Clinical pharmacokinetics*, *44*, 767-768.

- Muanda, F. N. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. *Université Paul Verlaine-Metz*, 238.
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3380.
- Nasab, F. K., Ghotbi-Ravandi, A., & Mehrabian, A. (2022). An ethnobotanical survey of wild food plants in sirjan, kerman, Iran. *Acta Botanica Hungarica*, 64(3-4), 293-311.
- Oluwole, O., Fernando, W. B., Lumanlan, J., Ademuyiwa, O., & Jayasena, V. (2022). Role of phenolic acid, tannins, stilbenes, lignans and flavonoids in human health—a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(10), 6326-6335.
- Ozougwu, J. C. (2016). The role of reactive oxygen species and antioxidants in oxidative stress. *International Journal of Research*, 1(8), 1-8.
- Patil, B. S., Jayaprakasha, G. K., Chidambara Murthy, K., & Vikram, A. (2009). Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(18), 8142-8160.
- Pereira, R. F., & Bartolo, P. J. (2016). Traditional therapies for skin wound healing. *Advances in wound care*, 5(5), 208-229.
- Pisoschi, A. M., Pop, A., Iordache, F., Stanca, L., Predoi, G., & Serban, A. I. (2021). Oxidative stress mitigation by antioxidants-an overview on their chemistry and influences on health status. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 209, 112891.
- Quézel, P. (1978). Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 479-534.
- Rao, N. V., & Inamdar, J. A. (1983). Leaf architectural studies in the Brassicaceae. *The botanical magazine= Shokubutsu-gaku-zasshi*, 96, 15-28.
- Riedl, K. M., Carando, S., Alessio, H. M., McCarthy, M., & Hagerman, A. E. (2002). Antioxidant activity of tannins and tannin-protein complexes: Assessment in vitro and in vivo. ACS Symposium Series,
- Ruch, R. J., Cheng, S.-j., & Klaunig, J. E. (1989). Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. *Carcinogenesis*, 10(6), 1003-1008.
- Ruiz-Ciau, D., Cuevas-Glory, L., Quijano, L., & Sauri-Duch, E. (2017). Chemical composition and antioxidant dpph activity of the floral and leaves essential oils of *Cmontanoa speciosa* DC. *American Journal of Plant Sciences*, 8(4), 745-753.
- Sahakyan, G., Vejux, A., & Sahakyan, N. (2022). The role of oxidative stress-mediated inflammation in the development of T2DM-induced diabetic nephropathy: possible preventive action of tannins and other oligomeric polyphenols. *Molecules*, 27(24), 9035.
- Salman, I. N., Cna'ani, A., Tzin, V., & Seifan, M. (2022). Bumblebee attraction to *Matthiola livida* flowers is altered by combined water stress and insect herbivory. *Entomologia experimentalis et applicata*, 170(8), 666-680.
- Sen, S., Chakraborty, R., Sridhar, C., Reddy, Y., & De, B. (2010). Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: current status and future prospect. *Int J Pharm Sci Rev Res*, 3(1), 91-100.
- Shankar, S., Segaran, G., Sundar, R. D. V., Settu, S., & Sathiavelu, M. (2019). Brassicaceae-A classical review on its pharmacological activities. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 55(1), 107-113.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Elsevier.
- Sivanandham, V. (2011). Free radicals in health and diseases-a mini review. *Pharmacologyonline*, 1(1), 1062.
- Steele, J. (1993). *Interior landscape dictionary*. John Wiley & Sons.
- Stepanic, V., Gasparovic, A. C., Troselj, K. G., Amic, D., & Zarkovic, N. (2015). Selected attributes of polyphenols in targeting oxidative stress in cancer. *Current topics in medicinal chemistry*, 15(5), 496-509.

- Sturm, C., & Wagner, A. E. (2017). Brassica-derived plant bioactives as modulators of chemopreventive and inflammatory signaling pathways. *International Journal of Molecular Sciences*, *18*(9), 1890.
- Sun, Y., Li, T., & Liu, J. (2010). Structural characterization and hydroxyl radicals scavenging capacity of a polysaccharide from the fruiting bodies of *Auricularia polytricha*. *Carbohydrate polymers*, *80*(2), 377-380.
- Tesoriere, L., D'arpa, D., Conti, S., Giaccone, V., Pintaudi, A., & Livrea, M. (1999). Melatonin protects human red blood cells from oxidative hemolysis: New insights into the radical-scavenging activity. *Journal of Pineal Research*, *27*(2), 95-105.
- Treml, J., & Šmejkal, K. (2016). Flavonoids as potent scavengers of hydroxyl radicals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *15*(4), 720-738.
- Turrill, W. B. (2013). *Pioneer plant geography: the phytogeographical researches of Sir Joseph Dalton Hooker* (Vol. 4). Springer.
- Vauzour, D. (2012). Dietary polyphenols as modulators of brain functions: biological actions and molecular mechanisms underpinning their beneficial effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2012*(1), 914273.
- Wilson, A. (1987). Flavonoid pigments in chalkhill blue (*Lysandra coridon* Poda) and other lycaenid butterflies. *Journal of chemical ecology*, *13*, 473-493.
- Yahfoufi, N., Alsadi, N., Jambi, M., & Matar, C. (2018). The immunomodulatory and anti-inflammatory role of polyphenols. *Nutrients*, *10*(11), 1618.
- Yan, Z., Zhong, Y., Duan, Y., Chen, Q., & Li, F. (2020). Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits. *Animal Nutrition*, *6*(2), 115-123.
- Youssef, R. A., Amer, W. M., Ghaly, O. N., & Hamed, A. B. (2024). A Spotlight on *Retama* spp., The Mediterranean Evergreen Stem-assimilating Xerophyte. *Egyptian Journal of Botany*, *64*(2), 467-495.
- Zeghoud, S., Seghir, B. B., Kouadri, I., Hemmami, H., Amor, I. B., Tliba, A., Nani, S., Awuchi, C. G., Messaoudi, M., & Rebiai, A. (2023). Classification of plants medicine species from Algerian regions using UV spectroscopy, HPLC chromatography, and chemometrics analysis. *Malaysian Journal of Chemistry*, *25*(1), 126-142.
- Zhang, H., & Tsao, R. (2016). Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*, *8*, 33-42.
- Zhang, Y.-J., Gan, R.-Y., Li, S., Zhou, Y., Li, A.-N., Xu, D.-P., & Li, H.-B. (2015). Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*, *20*(12), 21138-21156.

Site internet

<https://www.gbif.org/fr/species/3051168> : consulté le 21 Aout 2024 à 12:19