

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
الميدان
Sciences de la nature et de la vie



Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie appliquée

Thème

*Évaluation de l'activité anti-oxydante des extraits
phénoliques de la plante Moricandia arvensis*

Présenté par :

- Chorana Nacira
- Gazzam Bouchra
- Mellak Aicha

Le 20/06/2023

Devant le jury composé de:

BENCHIKH Imen	MCA	Présidente
BELHADJ TAHAR Samira	Docteur	Examinatrice
NIA Samira	MCA	Encadrante

Année universitaire 2022-2023

Remerciement

Al Hamdou li Allah, qui nous a éclairé les voies de la science et de la Connaissance et qui nous a aidé à compléter cette recherche Modeste.

Tout d'abord, nous remercions Allah le tout puissant, de nous avoir donné la patience, la force et la volonté durant ces longues années d'études.

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. Nïa Samira d'avoir dirigé ce travail et accepté de nous Encadrer et pour ses orientations durant toute la période du travail.

Qu'il nous soit ainsi permis de remercier très sincèrement Dr. Benchikh Imen, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le Jury de ce mémoire.

Nous remercions également Dr. Belahadj Tahar Samira, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions aussi tout le personnel rencontré au niveau du laboratoire pour leur gentillesse et leur disponibilité surtout Dr. Benguechoua Madjda.

Enfin, nos sincères remerciements vont à toute notre famille et nos amis qu'ils nous ont toujours soutenus et encouragés lors de la réalisation de ce travail.

Merci à tous.

DEDICACE

Au nom d'Allah, Le Clément, Le Miséricordieux

*Prière et bénédictions d'Allah sur le prophète Mohamed, Paix et Salut
sur lui,*

*Avec mes sentiments de gratitude les plus profonds, Je dédie ce
modeste travail :*

*A mes très chers parents, sans eux je ne suis pas pu être ce que je suis,
en reconnaissance de leurs efforts, leurs amours et leurs
encouragements durant toutes mes études et mes recherches,*

Tous les mots restent faibles pour leur exprimer mes sentiments.

A mes sœurs : Fatima et son mari, Bouchra, Hadjer, Hind.

A mes frères: Hamza, Slimane.

Aux petites enfants: Islam, Khadija, Anas, Ismaïl.

À ma grand-mère.

À mon fiancé: Youcef.

Pour ton soutien sous toutes les formes je dis merci.

Pour toutes les deux familles: Chorana et Ben malia.

À mon chère enseignante madame Nia Samira.

*A mes amies que j'ai vécues avec elles des beaux moments au cours de
mon cursus à l'université, surtout mes chers Aicha et Bouchra, qui
contribuent à ce travail.*

A tous qui me connaissent de près ou de loin.

Nacira.

DEDICACE

Mes remerciements vont tout d'abord au bon Dieu pour la volonté et la patience qu'il m'a donné durant ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce stade. Je dédie ce modeste travail:

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma chère mère, qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et son soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

À mon source de ma joie, mon secret de ma force, Le support de ma vie mon très cher père, l'épaule solide, aucune dédicace ne saurait exprimer l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être, qu'Allah te préserve et t'accorde santé, longue vie et bonheur.

A mes meilleurs et belles sœurs Ibtissam et Houda, que dieu vous garde pour moi.

À mon cher et mon adorable seul frère Fadi, que Dieu te garde pour moi.

A l'âme de ma chère soeur Samah (Allah yarhamha).

A la mémoire de mes grands-pères, que Dieu vous accueille dans son vaste paradis.

A mes très chères grands-mères, je prie Dieu de prolonger leur vie.

A mes oncles et mes tantes.

A mes cousins et mes cousines, surtout le petit Aymen et ma belle Ikram.

Je dédie mon travail aussi à:

Madame Nïa Samira pour son soutien et son encouragement aussi bien pour sa patience jusqu'à la fin de ce modeste travail, un grand merci pour vous.

A mes meilleurs amis Nacira et aïcha, Que Dieu vous bénisse.

*A ceux qui m'ont aidé dans cette recherche de près ou de loin
À tous ceux qui correspondent à mon cœur et ne correspondent pas à ma page*

À tous ceux qui ont été mentionnés par mon cœur mais non mentionnés par ma plume.

Bouchra.

DEDICACE

*A celui qui a illuminé mon chemin et mon monde, à l'élú bien-aimé,
Muhammad, que Dieu le bénisse et lui accorde la paix.
Je dédie le fruit de mes efforts et de mon travail à ma fleur, à celle qui
m'a allaité avec amour et tendresse, à ma bien-aimée, au cœur sincère,
et à l'étreinte chaleureuse de ma mère, "Haddad DiB"
Et au propriétaire d'un grand cœur, à mon premier modèle, et à
l'étoile dans le ciel, mon père, "Abdelaziz".
De qui je tire ma force et ma détermination mes frères : Nour El-
Houda, Azzedine, Abd el-Rahmane.
Et de qui est la plus proche de mon âme et de mon cœur mon amie :
Safia Hakkoum.
A mes très chères grands-mères, je prie Dieu de prolonger leur vie.
A mes oncles et mes tantes.
A mes cousins et cousines.
À tous ceux qui connaissent la famille mellak.
A ceux qui ont goûté les plus beaux moments avec moi, A ceux qui ont
partagé mes rêves, aux deux êtres chers : Nacira chorana et bouchra
Gazzam.
À celui qui m'a soutenu dans mon succès et la réalisation de ce
travail, ma chère enseignante, " Mme Nia Samira, que Dieu la protège
Je dédie cette humble note, en espérant que le Seigneur Tout-Puissant
trouvera l'acceptation et le succès.*

Mellak Aicha.

ملخص:

قمنا بدراسة النشاط المضاد للاكسدة للمستخلصات الفينولية لنبات الحم الحقلي وقد أتاح لنا استخلاص البوليفينول بواسطة مذيبين مختلفي الأقطاب (ثنائي كلورو ميثان واسيتات الإيثيل) حساب مردود كل مستخلص للعينة التي من ابرز غلاتها مستخلص ثنائي كلور الميثان . يكشف القياس الكمي لمجموع الفينولات والفلافونويدات بواسطة طرق فولين-سيوكالتو و ثلاثي كلوريد الألومنيوم على التوالي أن المستخلص مع ثنائي كلورو ميثان هو الأغنى في البوليفينول والفلافونويد. اما القياس الكمي للعفص بواسطة طريقة الفانيلين اثبت ان مستخلص الاسيتات الإيثيل غني بالعفص. بين تقييم النشاط المضاد للاكسدة من خلال اختبار DPPH ان المستخلصات المدروسة تظهر خصائص ملحوظة لمضادات الاكسدة خاصة مستخلص الاسيتات الايثيل.

الكلمات المفتاحية: الحم الحقلي، الفينولات، الفلافونويدات، العفص، النشاط المضاد للاكسدة، اختبار DPPH.

Résumé:

Ce travail s'intéresse à l'étude de l'activité antioxydante des extraits phénoliques de la plante *moricaudia arvensis L.* L'extraction des polyphénols par deux solvants de différentes polarités (Dichlorométhane et l'acétate d'éthyle) nous a permis de calculer le rendement de chaque extrait dont le rendement le plus remarquable est celui de l'extrait de dichlorométhane. La quantification des phénols totaux et des flavonoïdes effectuée par les méthodes des Folin-Ciocalteu et le trichlorure d'aluminium respectivement révèle que l'extrait par le dichlorométhane est le plus riche en polyphénols et en flavonoïdes. La quantification des tanins par la méthode de la Vanilline montre que l'extrait par l'acétate d'éthyle est riche en tanins. Les résultats de l'activité antioxydante déterminée par le test DPPH révèlent que les extraits étudiés montrent des propriétés antioxydantes remarquables surtout l'extrait de l'acétate d'éthyle.

Mots clés: *moricaudia arvensis L.*, phénols totaux, flavonoïdes, tanins, l'activité antioxydante, test DPPH.

Abstract:

This work is interested in the study of the antioxidant activity of phenolic extracts of the plant *moricaudia arvensis L.* The extraction of polyphenols by two solvents of different polarities (Dichloromethane and ethyl acetate) allowed us to calculate the yield of each extract, the most remarkable yield, is that of the dichloromethane extract. The quantification of total phenols and flavonoids which is carried out by the methods of Folin-Ciocalteu and aluminum trichloride respectively reveals that the extract with dichloromethane is the richest in polyphenols and flavonoids. The quantification of tannins by the Vanillin method shows that the extract by ethyl acetate is rich in tannins. The results of the antioxidant activity determined by the DPPH test reveal that the extracts studied show remarkable antioxidant properties, especially the extract with ethyl acetate.

Keywords: *moricaudia arvensis L.*, total phenols, flavonoids, tannins, antioxidant activity, DPPH test.

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie bibliographique

I. Généralité sur la plante

1. Historique	4
2. Définition	4
3. Classification de <i>M.arvensis</i>	4
4. Domaines d'utilisation	5

II. Les composés phénoliques

1. Définition	5
2. Classification des composés phénoliques	5
2.1. Phénols simples	6
2.2. Les acides phénoliques	6
a- Acides phénols dérivés de l'acide benzoïque	6
b- Acides phénols dérivés de l'acide cinnamique	7
2.3. Les flavonoïdes	7
a. Principaux types des flavonoïdes	8
2.4. Stilbènes	10
2.5. Coumarines	11
2.6. Tanins	11
a. Tannins hydrolysables	11
b. Tannins condensés	12

III. Activité antioxydante

1. Définition	12
2. Stress oxydatif	13
2.1. Définition	13
2.2. Les conséquences du stress oxydant	13
a. Maladies liées au stress oxydant	13

3. Radicaux libres	13
3.1. Définition	13
3.2. Rôles biologiques des radicaux libres	14
4. Les antioxydants	14
4.1. Définition	14
4.2. Classification des antioxydants	14
a. Antioxydants naturels	14
b. Antioxydants synthétiques	15
5. Mécanisme d'action des antioxydants	15

Matériels et méthodes

1. Matériels	17
1.1. Matériel végétal	17
1.2. Produits chimiques	17
1.3. Les matériels du laboratoire	18
2. Extraction des composés phénoliques	18
2.1. Principe d'extraction	18
2.2. Protocole d'extraction	18
2.3. Calcule de Rendement	19
3. Dosage des phénols totaux	20
3.1. Principe	21
3.2. Mode opératoire	21
3.3. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	21
4. Dosage des flavonoïdes	21
4.1. Principe	21
4.2. Mode opératoire	22
4.3. Courbe d'étalonnage de la quercétine	22
5. Dosage des tanins	22
5.1. Principe	22
5.2. Mode opératoire	22

5.3. Courbe d'étalonnage de la catéchine	23
6. Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH	23
6.1. Principe	23
6.2. Mode opératoire	23
6.3. Courbe d'étalonnage de la vitamine C	24
Résultats et Discussions.....	26
Conclusion	34
Références bibliographiques	36

Liste des figures

Figure 1: la plante <i>Moricandia L.</i>	4
Figure 2: Structure des phénols simples.	6
Figure 3: Structure de l'acide benzoïque et certaines de ses formulations.	7
Figure 4: Structure de l'acide hydro cinnamiques et certaines de ses formulations.	7
Figure 5: Structure de base des flavonoïdes.	8
Figure 6: Structure des stilbènes et certaines de ses formulations.	11
Figure 7: Structure de base des coumarines.....	11
Figure 8: La structure de tannins hydrolysables.	12
Figure 9: La structure de tannins condensés.	12
Figure 10: Représentation schématique des étapes d'extraction des composés phénoliques. .	20
Figure 11: La réduction du radical libre DPPH.	23
Figure 12: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.	27
Figure 13: Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.	28
Figure 14: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins.	29
Figure 15: Courbe d'étalonnage de la vitamine C pour le Test DPPH.	31
Figure 16: Histogrammes des teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes, en tanins et DPPH des extraits (acétate d'éthyle et DCM).	32

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification des composés phénoliques selon le nombre des atomes de carbones.	6
Tableau 2: Les Classes des flavonoïdes.	9
Tableau 3: La couleur, l'aspect et le rendement des extraits.	26
Tableau 4: Teneurs en phénols totaux.	27
Tableau 5: Teneurs en flavonoïdes.	28
Tableau 6: Teneurs des tanins.	30
Tableau 7: Valeurs de VCEAC des extraits phénoliques.	31

Liste des abréviations

ABTS : Acide 2,2' -azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique).

CP : composés phénoliques.

DCM : Dichlorométhane.

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl.

EAG : équivalente acide gallique.

EC : équivalente catéchine.

EQ : équivalente quercétine.

ERO : espèces réactives à l'oxygène.

EVC : équivalente vitamine C.

FRAP : Capacité de réduction ferrique du plasma.

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.

HO : Hydroxyle.

HOCL : Acide hypochloreux.

HO₂ : Hydroperoxyde.

HPLC : chromatographie en phase liquide à haute performance.

M. Arvensis : *Moricandia arvensis*

O₂ : Oxygène moléculaire.

O₂⁻ : L'ion superoxyde.

O₃ : Ozone.

ROO : Radicale peroxyde.

ROOH : Peroxydes organiques.

TEAC : équivalent Trolox antioxydant.

UV-Visible : Spectroscopie ultraviolet-visible.

VCEAC : capacité antioxydante équivalente vitamine C.

Vit C : vitamine C.

Z.maropteral : *Zilla maropteral*.

Introduction

Introduction générale

Depuis le début des temps, L'humaine race a utilisé les plantes à des fins autres qu'alimentaires. Que la plante est comestible ou toxique. Cependant, l'homme n'a pas découvert les propriétés bénéfiques des plantes que par une approche progressive, facilitée par l'organisation des relations sociales, notamment après les propriétés bénéfiques Néolithique (il y a 8000 ans), qui a vu le développement de l'agriculture et de l'habitat. L'utilisation à des fins médicinales nécessite une documentation approfondie pour assurer une identification précise de la plante et la validation de ses propriétés. Les Arabes ont apporté une contribution importante à la science pharmaceutique. Les traditions pharmaceutiques arabes ont fait leur chemin vers l'Europe et ont eu un impact significatif sur les grandes universités(BERREGHIOUA, 2016).

Il existe huit espèces dans le genre *Moricandia* DC (famille des Brassicacées), toutes présentes en Méditerranée. *Moricandia arvensis* L. est la seule espèce originaire d'Italie. Les feuilles de *M. arvensis* sont utilisées à la fois en médecine traditionnelle et en cuisine. Par exemple, la syphilis et le scorbut étaient traités avec des décoctions de feuilles et de tiges. Un dérivé d'indole (3-indolyléthylène oxyde), des glucosinolates (2-hydroxy-3-butényl-, 3-indolylméthyl-, et 1-méthoxy-3-indolylméthyl-glucosinolates), des anthocyanines et des acides ont été isolés et caractérisés chez *M. arvensis* d'un point de vue phytochimique(Marrelli *et al.*, 2018).

Tous les fruits et légumes contiennent des polyphénols, également appelés composés phénoliques, qui sont des produits métaboliques secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ces substances sont présentes dans tout le corps de la plante, bien que leur distribution varie en fonction du tissu. Les composés se caractérisent par la présence d'au moins un motif phénolique, qui est un cycle aromatique sur lequel un ou plusieurs groupements -OH peuvent apparaître. Il existe actuellement plus de 8000 composés phénoliques reconnus, dont 5000 pour la sous-classe des flavonols, une des particularités des polyphénols est leur incroyable diversité(Boubekri, 2014).

Ils ont des propriétés biologiques comme (antioxydants, anti-radicalaires, anticancéreux, inhibiteurs d'enzymes, etc.) (Benarous, 2021).

Les antioxydants sont une classe de produits chimiques qui peuvent prévenir les dommages causés par les radicaux libres en le neutralisant. Nous pouvons citer le tocophérol (vitamine E), l'acide ascorbique (vitamine C) et les composés phénoliques, parmi les antioxydants naturels les plus connus. Les principales sources d'antioxydants qui ont protégé nos ancêtres

Introduction générale

des lésions causées par les radicaux libres étaient les plantes médicinales traditionnelles et une alimentation équilibrée(Sarr *et al.*, 2015).

L'objectif de ce travail est de déterminer les quantités des phénols, flavonoïdes et tanins et d'évaluer l'activité antioxydant naturelle de la *M.arvensis*.

Notre travail est divisé en trois parties. La première partie consiste aux principales informations sur la *M. arvensis*, les composés phénoliques et de l'activité antioxydante : stress oxydatif, les radicaux libres et les antioxydants, sous forme d'une synthèse bibliographique.

La deuxième partie consacre le matériel et la méthodologie de travail et la troisième partie porte les principaux résultats obtenus suivis des discussions. On termine notre travail par une conclusion.

Synthèse bibliographique

Synthèse bibliographique

I. Généralité sur la plante :

1. Historique :

Moricandia arvensis L, membre de la famille des Brassicaceae, est originaire de la région méditerranéenne et se trouve principalement là - bas ainsi qu'en Afrique du Nord, en Asie orientale et méridionale. En raison de sa vivacité pétales violets *M. arvensis* est fréquemment utilisé comme fleur de jardin ornementale. espèce un modèle approprié pour la recherche nutraceutique(Zhu *et al.*, 2021).

Le genre *Moricandia* fait partie de la famille des crucifères (également connue sous le nom de Brassicaceae), qui compte plus de 380 genres, dont 113 se trouvent dans les pays méditerranéens, et 3000 espèces, dont 625 sont indigènes à la région. La *M. arvensis*, est une plante vivace avec feuilles pennées, cordiformes et amplexicaules (qui enveloppent la tige) à la base. feuilles pennées lobées(Hasnaoui *et al.*, 2006).

2. Définition :

Il désigne à annuel plantes ou des plantes vivaces qui sont fréquemment glabres et possédant quatre sépales libres, quatre pétales libres, six étamines libres formant une tétradynamie. Et un seul ovaire en décubitus dorsal. Les fruits sont des silices linéaires(BERREGHIOUA, 2016).



Figure 1: la plante *Moricandia arvensis* L (Originale, 2023).

3. Classification de *M. arvensis* : selon (Azzeddine, 2010).

Règne : Végétal

Embranchement : Phanérogames

Synthèse bibliographique

Classe : Dicotylédones

Ordre : *Rhoeadales*

Famille : Brassicaceae

Genre : *Moricandia*

Espèce : *Moricandia arvensis* L.

4. Domaines d'utilisation :

L'utilisation principale de *M. arvensis* est de traiter le rhumatisme, lutter contre les infections, la majorité des traditionalistes préfèrent utiliser le cataplasme en utilisant les feuilles entières ou en poudre mélangées à de l'huile. L'espèce a été mentionnée dans une autre étude comme l'une des plantes consommées par les dromadaires et utilisée pour faire paître les animaux dans les régions d'Ouargla et de Ghardaïa. Les feuilles et les fleurs sont combinées avec de l'huile d'olive et appliquées localement pour traiter les infections. Utilisé en Tunisie pour traiter les céphalées. Employé dans le traitement de la syphilis. La plante est également utilisée pour traiter le scorbut, une maladie provoquée par la toxicité de la vitamine C. Et les feuilles sont utilisées comme remèdes contre la fièvre (BERREGHIOUA, 2016).

II. Les composés phénoliques :

1. Définition :

Le groupe de métabolismes secondaires, qui tire son nom de trois caractéristiques essentielles, comprend des composés d'origine végétale dits phénoliques.

Les composés sont difficiles à assigner une fonction spécifique dans une fonction végétale dans la physiologie d'une plante, car leur nature et leur concentration varient considérablement d'une espèce à l'autre.

Le terme "composés phénoliques" fait référence à un grand nombre de grandes molécules difficiles à définir. Ils sont identifiés par leurs cycles benzéniques qui contiennent au moins un groupement hydroxyle libre ou ayant une autre fonction (éther, ester) (Verdu, 2013).

2. Classification des composés phénoliques :

Ils tous partagent la présence d'un ou plusieurs cycles benzéniques porteurs d'une ou plusieurs fonctions hydroxyles. Les différentes classes de composés phénoliques peuvent être

Synthèse bibliographique

regroupées selon le degré de complexité de la base (allant d'un C6 simple à des formes très polymérisées), le degré de modification de la base (oxydation, hydroxylation, méthylation, etc.) et les interactions chimiques potentielles (liaisons avec des protéines, des lipides, les sucres, autres produits métaboliques secondaires présentant ou non un intérêt biologique)(Macheix, Fleuriet *et al*, 2005).

Tableau 1: Classification des composés phénoliques selon le nombre des atomes de carbones.

Squelette carboné	Classe
C6	Phénols simples
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques Coumarines
C6-C4	Naphtoquinones
C6-C1-C6	Xanthones
C6-C2-C6	Stilbènes
C6-C3-C6	Flavonoïdes * Flavonols * Anthocyanes * Flavanols * Flavanones Isoflavonoïdes
(C6-C3) ₂	Lignanes
(C6-C3-C6) ₂	Biflavonoïdes
(C6-C3) _n	Lignines
(C6-C3-C6) _n	Tanins condensés

2.1. Phénols simples :

Avoir au moins un cycle phénolique en C6 avec, un ou plusieurs hydroxyles pouvant être substitués par diverses fonctions chimiques, telles que les sucres(Reynaud, 2011).

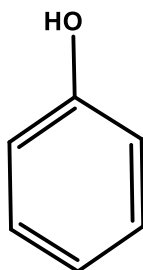


Figure 2: Structure des phénols simples.

2.2. Les acides phénoliques :

a- Acides phénols dérivés de l'acide benzoïque :

Synthèse bibliographique

Les acides hydroxybenzoïques, tels que p-hydroxybenzoïque, protocatéchique, vanillique, gallique, syringique, salicylique et gentisique, sont dérivés de l'acide benzoïque et ont une formule de base de type C6-C1 (Macheix *et al.*, 2005).

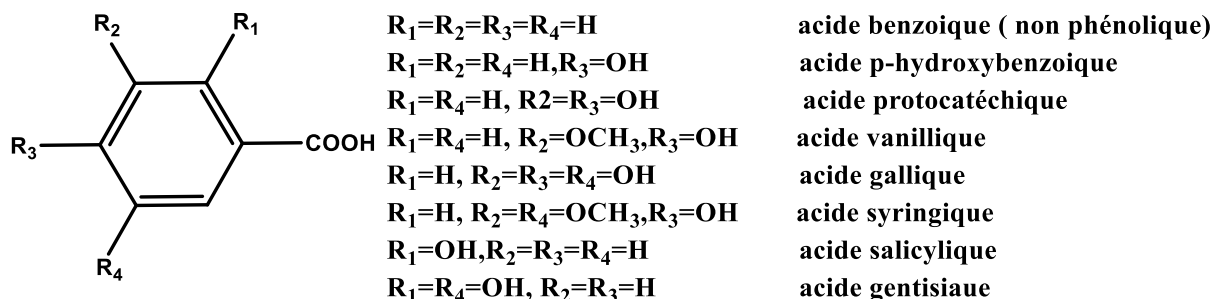


Figure 3: Structure de l'acide benzoïque et certaines de ses formulations.

b- Acides phénols dérivés de l'acide cinnamique :

Classe importante d'acides appelés acides hydroxycinnamiques sont ceux dont la structure de base (C6-C3) dérive de celle de l'acide cinnamique. Le facteur influençant la réactivité chimique de ces molécules est le degré d'hydroxylation du cycle benzénique et son éventuelle altération par des réactions secondaires (par méthylation dans les acides férulique ou sinapique)(Macheix *et al.*, 2005).

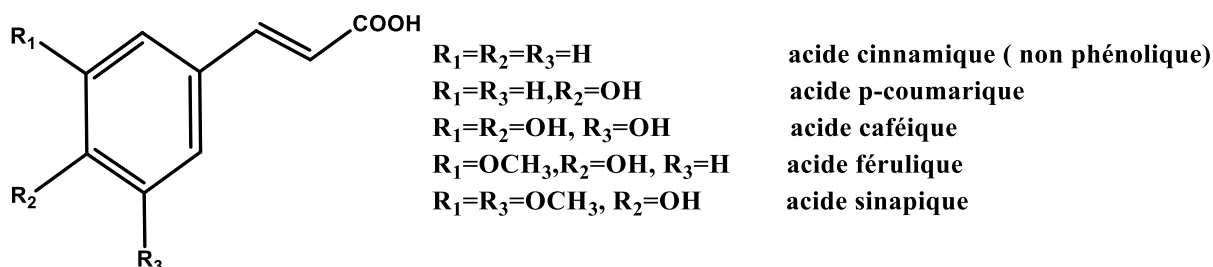


Figure 4: Structure de l'acide hydro cinnamiques et certaines de ses formulations.

2.3. Les flavonoïdes :

Les polyphénols les plus abondants dans l'alimentation humaine sont les flavonoïdes, qui représentent plus de la moitié des 8 000 CP naturels. Leur structure est C6-C3-C6(Ozcan, *et al.* 2014).

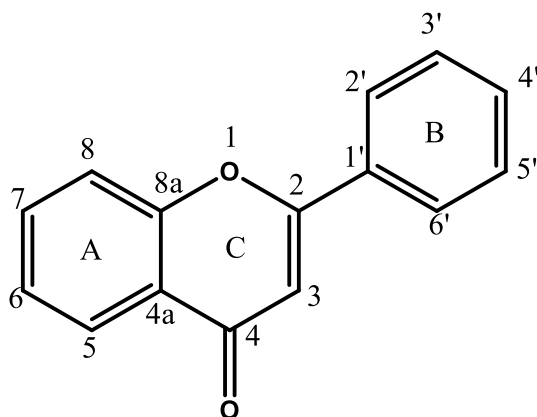


Figure 5: Structure de base des flavonoïdes.

a. Les principaux types des flavonoïdes :

1. Les flavones :

Sous-classe de flavones est la moins abondante dans les fruits et légumes parmi tous les flavonoïdes. Ils sont majoritairement constitués de lutéoline glycosylée et d'apigénine. Le persil et le céleri sont les seuls aliments comestibles connus à en posséder à l'heure actuelle(Rezaire, 2012).

2. Les flavanones :

Dans les aliments, les flavanones peuvent se trouver dans les tomates, certaines plantes comme la menthe et les agrumes, qui en contiennent des quantités importantes. Les trois aglycones principaux sont la naringénine dans le pamplemousse, l'hespéridine dans les oranges et l'ériodictyol dans les agrumes. Le site de glycosylation est en position 7(Rezaire, 2012).

3. Les isoflavones :

Il y a des milliers de structures d'isoflavones connues, y compris les hétérosides et les glycones. Majoritairement retrouvées chez les Fabacées (environ 90 % des isoflavones connues, comme la génistéine, mais aussi dans quelques autres familles, comme les Iridacées(Reynaud, 2011).

4. Les flavonols :

La forme de flavonoïde la plus répandue dans les aliments est le flavonol. Deux composés qui illustrent le mieux cette famille sont le kaempférol et la quercétine de composition chimique favorable à l'accumulation de radicaux libres, cette substance est connue pour avoir

Synthèse bibliographique

un très fort effet antioxydant. Trouvé dans le matériel frais à des quantités d'environ 15 à 30 mg/kg dans les oignons, le brocoli, les poivrons et le myrte. Souvent utilisé dans la glycosylation(Rezaire, 2012).

5. Les anthocyanes :

Largement répandus qui sont responsables de la coloration rose, rouge ou bleue des fleurs et des fruits (comme la cyanidine)(Reynaud, 2011).

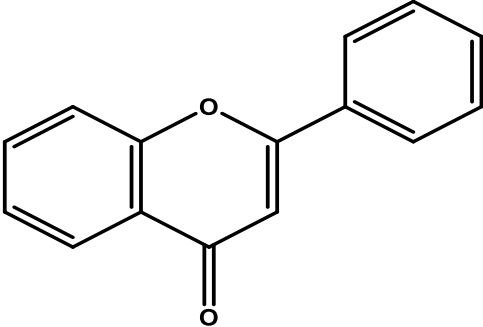
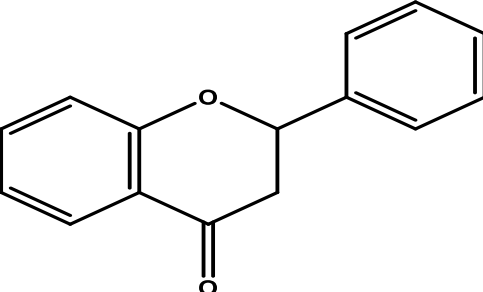
6. Les chalcones :

Un mot général utilisé pour décrire les substances avec le cadre 1,3-diphénylprop-2-ène-1-one est "chalcone". Ce sont les premiers composés isolables produits par la biosynthèse des flavonoïdes des plantes(Go et al, 2005).

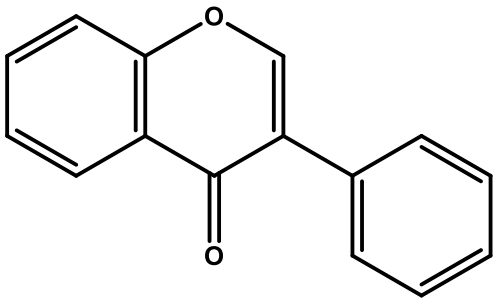
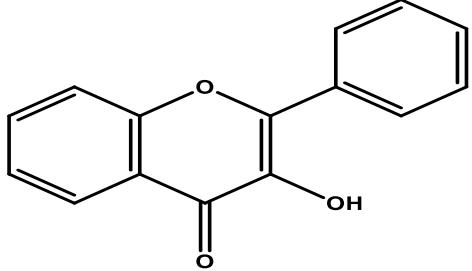
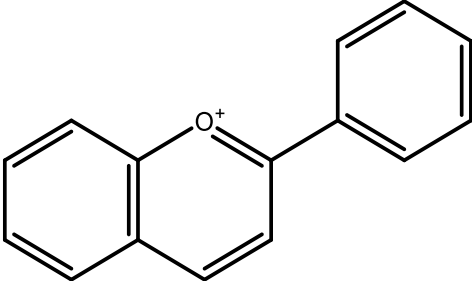
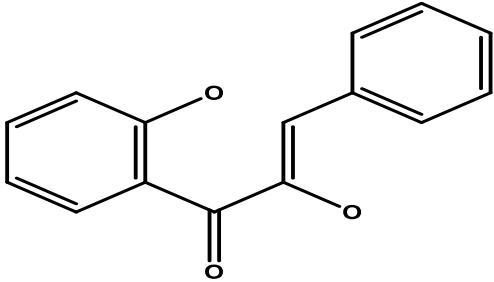
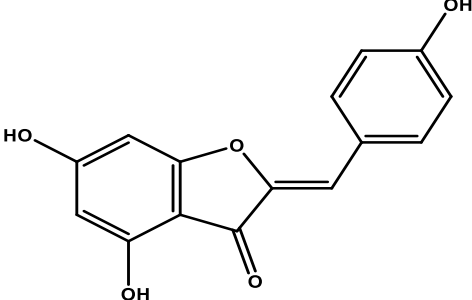
7. Les aurones :

Constitué d'un cycle benzofuranone relié à une fraction phényle par une double liaison carbone-carbone. Le rôle des aurones dans la grande famille des flavonoïdes est étroitement lié à la nature(Haudecoeur et al 2012).

Tableau 2: Les Classes des flavonoïdes.

Exemple de Famille	Structure
Flavones	
Flavanones	

Synthèse bibliographique

Isoflavones	
Flavonols	
Anthocyane	
Chalcone	
Aurone	

2.4. Les stilbènes :

Ces substances sont présentes dans notre alimentation en très petites quantités. Le plus connu d'entre eux est le resvératrol, qui a fait l'objet de nombreuses recherches en raison de ses propriétés anticancéreuses révélées par l'examen des processus biologiques impliqués dans l'utilisation des plantes médicinales(Rezaire, 2012).

Synthèse bibliographique

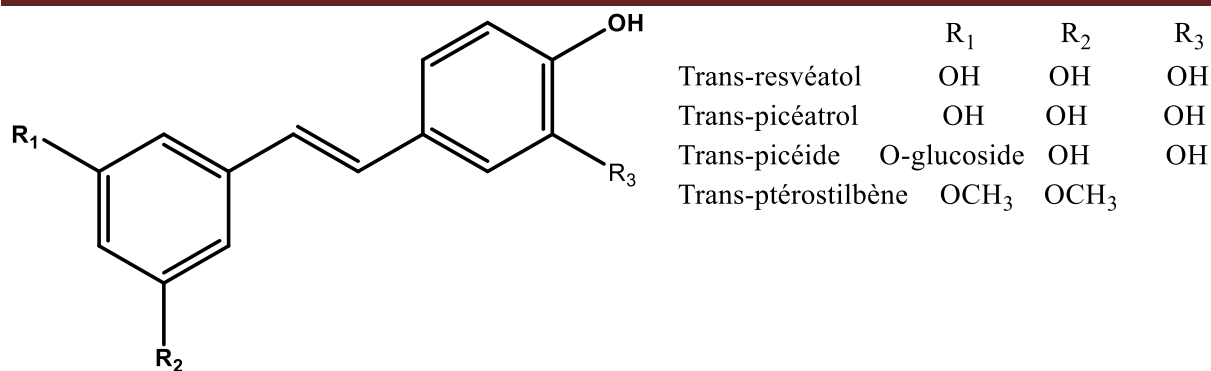


Figure 6: Structure des stilbènes et certaines de ses formulations.

2.5. Les coumarines :

Le composé parent de la famille des coumarines, est la structure C6-C3 (2H-1-benzopyran-2-one). Il est possible de considérer la coumarine comme le produit de la fusion du benzène et d'un cycle 2-pyrone (Riveiro et al., 2010).

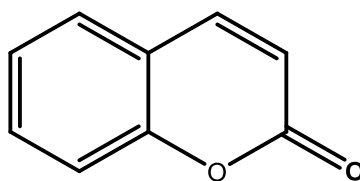


Figure 7: Structure de base des coumarines.

2.6. Les tanins :

On peut supposer grossièrement que les tanins sont des formes phénoliques condensés et capables de se fixer aux protéines en solution et de les précipiter. Les premières estimations quantitatives des tanins ont également utilisé la méthode de condensation en conjonction avec des protéines modèles telles que la gélatine, les albumines et l'hémoglobine. Il est d'usage de distinguer les deux grands groupes de tanins, les tanins hydrolysables et les tanins condensés, qui diffèrent les uns de l'autre tant par leur réactivité chimique que par leur composition (Macheix et al., 2005).

a. Les tannins hydrolysables :

Les tanins qui peuvent être décomposés chimiquement sont des polymères de glucose et d'acide acétique (Reynaud, 2011).

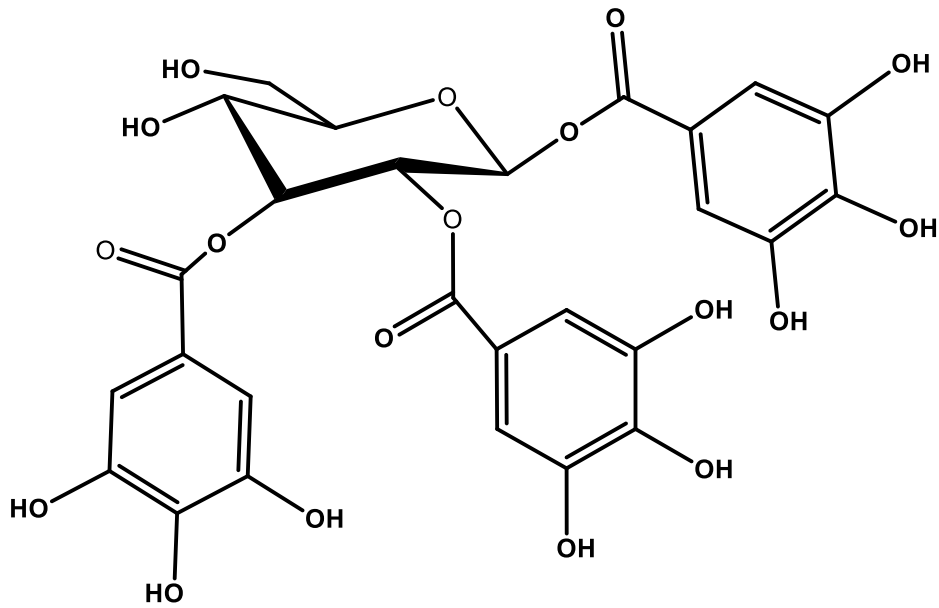


Figure 8: La structure de tannins hydrolysables.

b. Les tannins condensés :

Les tanins condensés non hydrolysables dérivés de certains flavanols (**Reynaud, 2011**).

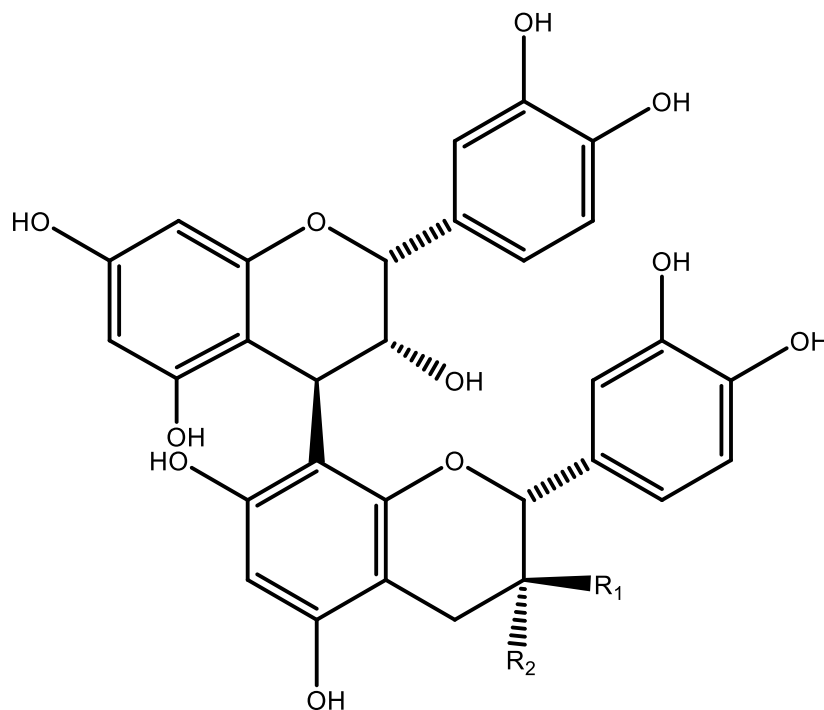


Figure 9: La structure de tannins condensés.

III. Activité antioxydant :

1. Définition :

Synthèse bibliographique

La source de vie pour les organismes est l'oxygène. Mais l'oxygène peut agir également comme une source d'agression pour ces organismes. En fait, très réactif, des dérivés d'oxygène peuvent se produire lors de réactions enzymatiques, ainsi qu'à la suite de rayonnements ionisants, de rayons ultraviolets et de métaux de transition. Les formes d'oxygène qui causent ces problèmes sont l'oxygène à liaison simple (O_2), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), les peroxydes alkyles ROOH, le radical superoxyde O_2^- , les radicaux hydroxyles HO, les peroxydes ROO et les alcoyles RO, Les effets sur l'ADN, les lipides, et les protéines se font sentir au niveau cellulaire(Muanda, 2010).

2. Stress oxydatif :

2.1. Définition :

La production quotidienne des radicaux libres ou espèces réactives à l'oxygène (ERO) a lieu dans l'organisme. Un stress oxydatif se produit lorsque l'équilibre est rompu au profit des radicaux libres. Une génération excessive de ces molécules réactives ou un apport insuffisant de mécanismes antioxydants pourraient faire basculer l'équilibre oxydant/antioxydant(Boubekri, 2014).

2.2 Les conséquences du stress oxydant :

Les radicaux libres entraînent à la fois des lésions directes des molécules biologiques (telles que l'oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides et des sucres) ainsi que des lésions secondaires en raison de leur nature cytotoxique. Les produits chimiques libérés, lors de l'oxydation des lipides, sont mutagènes. Le corps peut également réagir en produisant des anticorps qui, malheureusement, se révèlent parfois être des auto-anticorps, entraînant une troisième vague d'attaques chimiques(Boubekri, 2014).

a. Les maladies liées au stress oxydant :

Le stress oxydant est l'initiateur primaire cause de nombreuses maladies, dont le cancer, la cataracte, la sclérose amyotrophique latérale, le syndrome de détresse respiratoire, l'œdème des poumons, le vieillissement accéléré, la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson, les infections intestinales, le rhumatisme, l'athérosclérose et le diabète(Fatima, 2014).

3. Radicaux libres :

3.1. Définition :

Synthèse bibliographique

Le terme "radicaux libres" fait référence aux espèces chimiques (atomes ou molécules) qui ont un nombre excessif d'électrons sur leur couche la plus externe. Ces molécules sont caractérisées par leur instabilité et leur réaction rapide avec d'autres éléments afin de capter l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, ils attaquent la molécule la plus proche et la plus stable en lui faisant perdre son électron, une réaction en chaîne commence ; la molécule attaquée se transforme alors en une version instable d'elle-même. Les Particules réactives à l'oxygène ERO est une classe particulière de radicaux qui comprennent des radicaux facilement réversibles comme le radical libre hydroxyle (OH), superoxyde (O_2^-) et sa forme protonée, HO_2 et peroxyde (ROO), ainsi que des espèces non radicalaires comme le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), l'acide hypochloreux (HOCl) et l'ozone (O_3)(**Kraza et al 2021**).

3.2. Rôles biologiques des radicaux libres :

Les radicaux libres lors de la croissance de l'organisme participent à de nombreuses fonctions physiologiques, ce qui les rend importants et nécessaires à la vie. Ces fonctions sont représentées dans : la transduction de signaux cellulaires, Intervient la défense immunitaire contre les agents pathogènes, travail de certains neurones particulièrement liés à la mémoire, le cycle cellulaire, la régulation des gènes, la fécondation de l'ovule, la mort cellulaire. Les radicaux libres contribuent également au travail de certaines enzymes(**Favier, 2003**).

4. Les antioxydants :

4.1. Définition :

Le terme "antioxydant" est souvent utilisé pour désigner tout agent chimique qui inhibe l'attaque de l'oxygène ou de l'ozone, Halliwelli (1995) a donné une définition du terme antioxydant comme " toute substance qui, lorsqu'elle est présente en petite quantité par rapport à celle du substrat oxydable, retarde ou empêche de manière significative l'oxydation du substrat"(**Gheraout, 2018**).

Les antioxydants sont des composés qui ont la capacité de contrecarrer ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans les corps et maintenir des concentrations non cytotoxiques des espèces réactives de l'oxygène au niveau cellulaire(**SELADJI, 2015**).

4.2. Classification des antioxydants :

Deux catégories différentes d'antioxydants sont naturelles, et synthétiques.

a. Les antioxydants naturels :

Synthèse bibliographique

Les sources naturelles d'antioxydants comprennent presque toutes les plantes, tous les micro-organismes, les champignons et même les tissus animaux. Le groupe d'antioxydants naturels le plus important comprend les flavonoïdes, la vitamine E (tocophérol) et d'autres composés à base de plantes(MEDJOUJDA, 2014).

b. Les antioxydants synthétiques :

Les radicaux libres détruisent les cellules par un mécanisme de peroxydation, qui désactive les défenses antioxydants naturelles du corps. Ainsi, des recherches ont été menées sur la chasse aux antioxydants synthétiques. Actuellement, certains antioxydants commerciaux peuvent être utilisés dans les industries alimentaires, de la nutrition animale, des cosmétiques et des produits pharmaceutiques(Vichnevetskaia *et al*, 1999). Les antioxydants synthétiques sont généralement préparés en laboratoire, et principalement à partir de composants chimiques(MEDJOUJDA, 2014).

5. Mécanisme d'action des antioxydants :

Du fait de leur faible potentiel redox, les polyphénols, et en particulier les flavonols (Fl-OH), sont thermodynamiquement capables de réduire rapidement des radicaux tels que les superoxydes, les peroxydes, les alcoxydes et les hydroxydes par transfert d'hydrogène : $X \text{ Fl-O} + \text{XH Fl-OH} \rightarrow \text{X Fl-OH} + \text{O}^{\cdot}$ Où X représente l'un des EOR mentionnés ci-dessus. Le radical aryloxyde (Fl-O \cdot) peut interagir avec un autre radical pour générer une structure de quinone stable.

Les principaux mécanismes d'activité antioxydante sont:

- le direct piégeage d'EOR ;
- l'inhibition des enzymes impliquées dans le stress oxydatif et la chélation des traces métalliques responsables de la génération d'EOR ;
- protection des systèmes de défense antioxydante.(Kebbab, 2014).

Matériels et Méthodes

Matériels et Méthodes

La partie expérimentale concerne la préparation des extraits de *M.arvensis L*, la quantification des phénols totaux, des flavonoïdes, des tanins et l'évaluation de leur activité antioxydante.

1. Matériels :

1.1. Matériel végétal :

Le matériel végétal est constitué des feuilles de la plante *M.arvensis L*, qui a été récoltée dans la région Hamda de Laghouat durant le mois de novembre. Après séchage à une température ambiante et à l'abri de la lumière, le matériel végétal est finement réduit en poudre et conservé dans des flacons en verre hermétiquement fermés jusqu'à utilisation.

1.2. Produits chimiques :

Les produits chimiques utilisés sont les suivants :

- Méthanol (CH_3OH).
- Hexane (C_6H_{14}).
- Dichlorométhane (CH_2Cl_2).
- Acétate d'éthyle ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$).
- Carbonate de sodium (Na_2CO_3).
- Folin – ciocalteu.
- Acide gallique ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$).
- Trichlorure d'aluminium (AlCl_3).
- Quercétine ($\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_7$).
- Chlorure d'hydrogène (HCl).
- Vanilline ($\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$).
- Éthanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$).
- Catéchine ($\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_6$).

Matériels et Méthodes

- L'acide ascorbique (vitamine C) ($C_6H_8O_6$).
- DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl).

1.3. Les matériels du laboratoire :

UV-visible – Balance – Rotavapor – Bain-marie.

2. Extraction des composés phénoliques :

2.1. Principe d'extraction :

Le processus de macération consiste à laisser la matière végétale en poudre en contact avec un solvant afin d'extraire les principes actifs. L'extraction a l'avantage de protéger les composés thermosensibles car elle s'effectue à température ambiante (Le Jury, 2016).

Cette technique est employée pour extraire les flavonoïdes, les alcaloïdes, les amines et les acides gras. Dans notre travail, nous avons utilisé cette méthode, pour extraire les composés phénoliques en utilisant des solvants organiques de différentes polarités.

2.2. Protocole d'extraction :

- La macération et la filtration :

Environ 5g de poudre de feuilles de *M.arvensis L* est macéré dans 100 ml (8/2,v/v) de (MeOH/H₂O) pendant 48 heures à température ambiante à l'abri de la lumière, après cette période le mélange est filtré à l'aide du papier filtre.

- L'évaporation :

Après filtration le méthanol est évaporé sous vide à 45°C à l'aide d'un rotavapor.

-L'extraction liquide- liquide :

Principe :

L'extraction liquide-liquide constitue une opération fondamentale en génie chimique. Ce procédé utilise la répartition inégale des constituants du mélange entre deux liquides essentiellement incompatibles pour en séparer un ou plusieurs. Le système biphasique est constitué de solutions aqueuses contenant une ou plusieurs substances et de solutions organiques constituées d'un extractant et d'un composé organique non miscible à l'eau. Le

Matériels et Méthodes

transfert de masse ne peut être négligé car les méthodes d'extraction reposent principalement sur le maintien de l'équilibre (Messikh, 2008).

Protocole d'extraction liquide-liquide :

Après évaporation, nous avons introduit la solution préalablement extraite et ajoutons le solvant d'extraction (hexane 30ml) dans l'ampoule à décanter.

Après avoir bouché l'ampoule, Nous l'attrapons à deux mains, et on agite manuellement. Pour extraire le soluté de façon optimale, on le place dans le support et on attend que la phase aqueuse soit séparée de la phase organique, Si bien que la phase aqueuse est en bas (contenant l'extrait) et la phase organique en haut (hexane).

Nous descendons l'extrait et éliminer de l'hexane, et répétons le processus 7 fois pour éliminer les lipides et les pigments totalement.

Le même processus est effectué 3 fois avec le DCM et l'acétate d'éthyle afin d'extraire des composés phénoliques de polarités différentes.

Nous avons ajouté le sulfate de sodium dans les fractions de DCM et acétate d'éthyle pour éliminer les traces d'eau, après filtration on a évaporé les solvants organiques.

Les extraits obtenus sont solubilisés dans le méthanol et conservés jusqu'à leurs utilisations.

2.3. Calcul de Rendement :

Le rendement est calculé par la formule suivant :

$$R(\%) = m / m_0 \times 100$$

- ✓ R% : Rendement exprimé en %.
- ✓ m : Masse en gramme de l'extrait sec résultant.
- ✓ m₀ : Masse en gramme du matériel végétale sec.

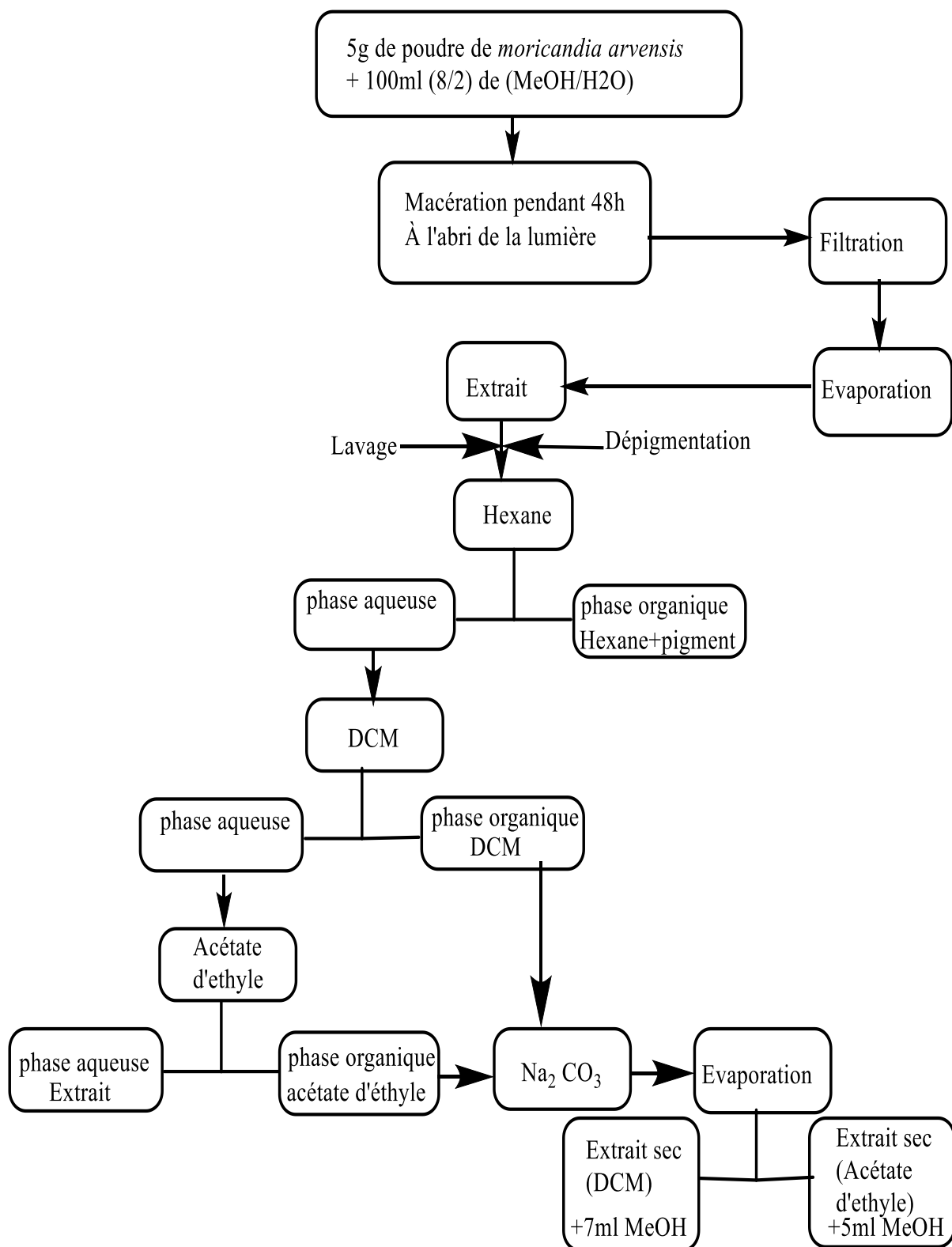


Figure 10: Représentation schématique des étapes d'extraction des composés phénoliques.

3. Dosage des phénols totaux :

Le dosage des phénols totaux a été réalisé par le réactif colorimétrique Folin-Ciocalteu.

Matériels et Méthodes

3.1. Principe :

Singleton et Ross (en 1965) ont utilisé le réactif de Folin-Ciocalteu pour adapter le principe de ce dosage.

Le réactif de Folin-Ciocalteu, est constitué d'un mélange d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) et d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$). L'oxydation des phénols réduit ce réactif en un mélange d'oxydes bleu de molybdène (Mo_8O_{23}) et de tungstène (W_8O_{23}). L'intensité de la couleur dont l'absorption maximale à 760 nm est proportionnelle au taux de composés phénoliques oxydés (Kraza *et al*, 2021).

3.2. Mode opératoire :

a. Préparation :

- Réactif de folin-ciocalteu : 5ml (folin) + 45ml (eau distillé).
 - Carbonate de sodium (5%) : 5g (Na_2CO_3) +100ml (eau distillé).
 - Acide gallique : 0.05g (acide gallique) +100ml (eau distillé).
- Dans des tubes à essais, un volume de 500 μ l de réactif Folin-Ciocalteu est additionné à chaque tube contenant 100 μ l de chaque extrait dilué. Après 2 min, 2ml de carbonate de sodium (5%) sont ajoutés à chaque tube, les tubes sont incubés pendant 30 min à température du laboratoire et à l'obscurité. Les absorbances sont mesurées à $\lambda = 760$ nm, en utilisant un spectrophotomètre contre un blanc préparé sans extraits.

3.3. La courbe d'étalonnage de l'acide gallique :

Une courbe d'étalonnage standard a été obtenue à partir des solutions d'acide gallique de concentration allant de 0.5 g/l et après elle est diluée pour donner une série des solutions filles, On a utilisé le même protocole pour le standard.

4. Dosage des flavonoïdes :

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé par le réactif de ($AlCl_3$).

4.1. Principe :

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon une méthode développée par La maison et Carnat (1991), qui utilisait le ($AlCl_3$) comme réactif qui forme un complexe acide stable avec le carbonyle (C=O) en position C-4 ou avec le groupe hydroxyle en positions C-3 ou C-5 des

Matériels et Méthodes

flavones et des flavonols. Ce composé de teinte jaune absorbe fortement la lumière à 430 nm (Kraza & Senoussi, 2021).

4.2. Mode opératoire :

a. Préparation :

- Le trichlorure d'aluminium (AlCl_3) (2%) : 1g (AlCl_3) + 50ml (MeOH).
- Quercétine (0.1g / l) : 0.01g ($\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_7$) + 100ml (MeOH).
 - Dans des tubes à essais, 500 μl de AlCl_3 sont additionnés à 500 μl de chaque extrait dilué. Les tubes sont incubés pendant 15 min à température ambiante à l'obscurité, à l'aide d'un spectrophotomètre, les absorbances de ces mélanges sont mesurées à 430nm contre un blanc qui est préparé sans extrait.

4.3. La courbe d'étalonnage de la quercétine :

Pour établir la courbe d'étalonnage, la quercétine est utilisée comme un standard. Une solution mère de concentration 0.1g/l est préparée puis elle est diluée pour donner une série des solutions filles. On a utilisé le même protocole pour le standard.

5. Dosage des tanins :

Le dosage des tanins a été réalisé par le réactif de vanilline.

5.1. Principe :

Le test de la vanilline est spécifique pour les flavan-3-ols, les dihydrochalcones et les proanthocyanines, qui ont une liaison simple à la position 2,3 et possèdent des groupes libres de méthoxy sur le cycle B (Sarkar & Howarth, 1976; Gupta & Haslam, 1980). Ce composé d'une teinte verte absorbe fortement la lumière à 500 nm (Benarous, 2021).

5.2. Mode opératoire :

a. Préparation :

- Chlorure d'hydrogène (HCl) (8%) : 21,62ml (HCl) + 78,38ml (MeOH).
- Vanilline ($\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$) (1%) : 1g (vanilline) + 100ml (MeOH).
 - Dans des tubes à essais, 500 μl de chaque extrait dilué sont additionnés à 2.5ml (HCl+vanilline (v/v)). Nous l'introduisons dans un bain-marie 30 ° pendant 20 min, à l'aide d'un spectrophotomètre les absorbances de ces mélanges sont mesurées à 500 nm contre un blanc qui est préparé sans extrait.

Matériels et Méthodes

5.3. La courbe d'étalonnage de la catéchine :

Pour établir la courbe d'étalonnage, la catéchine est utilisée comme standard. Une solution mère de concentration 3g/l est préparée, après elle est diluée pour donner une série des solutions filles. On a utilisé le même protocole pour le standard.

6. Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH :

6.1. Principe :

L'activité antioxydante des extraits phénoliques et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) (Bougandoura, *et al*, 2013), par mécanisme de libération d'un atome d'hydrogène du groupement hydroxyle (SAIDI, 2019), mesurable à 517nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances antiradicalaires (Bougandoura *et al.*, 2013).

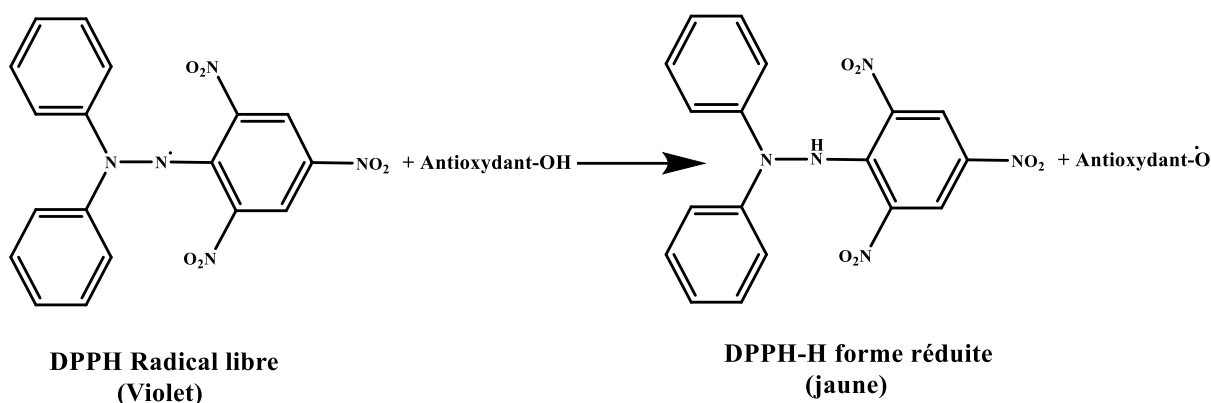


Figure 11: La réduction du radical libre DPPH.

6.2. Mode opératoire :

a. Préparation :

- **DPPH** (250 μ M): 0.0049 g (DPPH) + 50ml (MeOH).
- **Vitamine C** : 0.0002g (Vit C) + 10ml (MeOH).
 - Dans des tubes à essais, 500 μ l de chaque extrait dilué est additionné à 500 μ l de DPPH. Les tubes sont incubés pendant 30 min à température ambiante à l'obscurité, à l'aide d'un spectrophotomètre les absorbances de ces mélanges sont mesurées à 517 nm contre un blanc.

Matériels et Méthodes

6.3. La courbe d'étalonnage de la vitamine C :

Pour établir la courbe d'étalonnage, la Vit C est utilisé comme un standard. Une solution mère de concentration 0.02g/l est préparée après elle est diluée pour donner une série des solutions filles. On a utilisé le même protocole pour le standard.

- Le pourcentage (%) d'inhibition des radicaux libres pour le DPPH est calculé comme suit :

$$PI\% = (Ac-A/Ac) 100$$

- ✓ A : Absorbance du DPPH avec l'extrait.
- ✓ Ac : Absorbance du DPPH.

Résultats et Discussions

Résultats et Discussions

1. Le rendement d'extraction :

1.1. Résultats :

Le rendement des extraits par DCM et Acétate d'éthyle des feuilles de *M.arvensis L* a été déterminé par rapport au matériel végétal sec. Les résultats sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 3: La couleur, l'aspect et le rendement des extraits.

Extraits de <i>Moricandia arvensis</i>	Couleur	Aspect	Le rendement en (%)
Extrait par DCM	Vert	Visqueux	3.14
Extrait par Acétate d'éthyle	Jaune	Poudreux	1.19

1.2. Discussion :

Les résultats obtenus montrent que l'extrait de DCM représente le rendement le plus élevé avec un pourcentage de 3.14% par contre le rendement de l'extrait d'acétate d'éthyle est plus faible avec un pourcentage de 1.19%, cela peut être expliqué par la nature des substances phénoliques contenues dans chaque extrait et la polarité de chaque solvant.

Dans une autre étude sur la plante de même famille *Zilla macroptera L* qui a été réalisée par (Mouna & Inasse, 2022), le rendement de l'extrait de DCM est 0,091%. Et le rendement de l'acétate d'éthyle est 0,202%, les valeurs des rendements de nos extraits obtenus par le DCM et l'acétate d'éthyle sont plus élevés à ces résultats.

Généralement le rendement d'extraction varie selon les techniques d'extraction utilisées, les conditions de l'environnement, la durée d'extraction, la nature des solvants. ect.

2. Le dosage des composés phénoliques :

Afin de caractériser les extraits préparés à partir des feuilles de la plante *M.arvensisL*, un dosage des phénols totaux est effectué avant d'entamer l'étude de l'activité antioxydante. La teneur en composées phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (Figure 12).

Résultats et Discussions

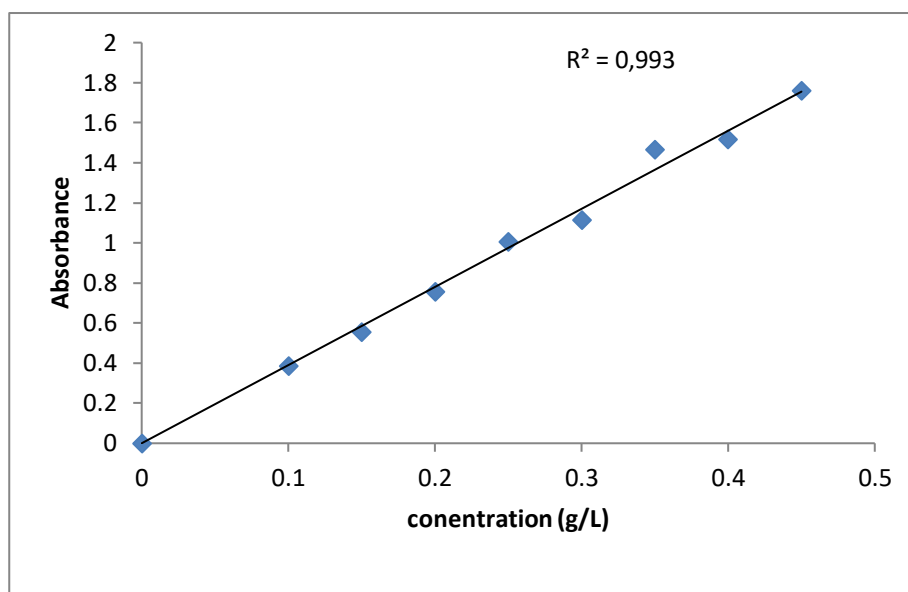


Figure 12: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.

En se basant sur les valeurs d'absorbance des divers extraits, ayant réagi avec le réactif de Folin-Ciocalteu et comparées à la solution étalon en équivalent d'acide gallique, les résultats de l'analyse colorimétrique des phénols totaux sont résumés dans le (Tableau 04), et exprimée en milligrammes par un gramme de la matière végétale sèche équivalent en acide gallique.

Tableau 4: Teneurs en phénols totaux.

Extraits des feuilles de <i>Moricandia arvensis</i>	Teneur en phénols totaux (mg EAG/g de matière sèche)
Extrait par DCM	0.5095±0.0049
Extrait par Acétate d'éthyle	0.210±0.014

Discussion :

Selon les résultats mentionnés dans le Tableau 04, nous constatons que les teneurs en phénols totaux varient d'extrait DCM et d'extrait Acétate d'éthyle.

On remarque que l'extrait par DCM a donné le taux le plus élevé par rapport à l'extrait d'acétate d'éthyle.

En comparant nos résultats avec une autre étude de *Z.macroptera L* qui a été réalisée par (Mouna & Inasse, 2022), la teneur de l'extrait DCM 1.106 ± 0.471 et la teneur de l'extrait

Résultats et Discussions

l'acétate d'éthyle 1.910 ± 1.279 , on observe que ces résultats sont élevés à nos valeurs des extraits DCM et l'acétate d'éthyle.

La raison de cette variation des résultats est probablement due à la composition chimique des extraits et aussi à la nature du sol où poussent ces plantes.

3. Teneur en flavonoïdes :

3.1. Résultats :

La quantification des flavonoïdes dans nos extraits a été déterminée en utilisant la courbe d'étalonnage de la quercétine (Figure 13).

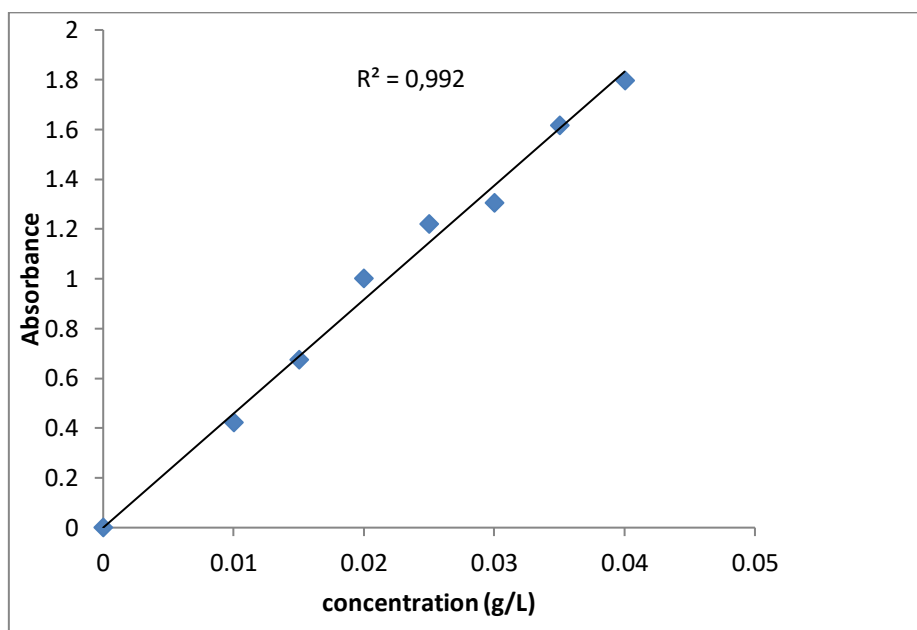


Figure 13: Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

Les teneurs sont exprimées en milligrammes équivalent en quercétine par gramme de matière sèche. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 05.

Tableau 5: Teneurs en flavonoïdes.

Extraits des <i>Moricandia arvensis</i>	Teneur en flavonoïdes (mg EQ/g de matière sèche)
Extrait par DCM	0.182 ± 0.021
Extrait par Acétate d'éthyle	0.0120 ± 0.0001

3.2. Discussion :

Résultats et Discussions

Les résultats précédents (Tableau 05) montrent que la quantité de flavonoïdes dans l'extrait de DCM (0.182mg EQ/g MS) est supérieure à celle de l'extrait d'acétate d'éthyle (0.0120mg EQ/g MS).

On constate que l'extrait qui est obtenue par le DCM est plus riche en flavonoïdes par rapport l'acétate d'éthyle.

Dans une autre étude de *Z.macroptera L* qui a été réalisée par (Mouna & Inasse, 2022), on observe que la teneur en flavonoïdes de l'extrait de DCM ($0,034 \pm 0,022$ mg EQ/g MS) est plus faible que notre extrait de DCM, par contre la teneur d'acétate d'éthyle ($0,110 \pm 0,019$ mg EQ/g MS) est plus élevée que notre extrait d'acétate d'éthyle,

La variation des résultats peut être due à la durée d'extraction et la nature des composés phénoliques présents dans les extraits.

4. Teneur des tanins

4.1. Résultats :

La quantification des tanins dans nos extraits a été déterminée en utilisant la courbe d'étalonnage de la catéchine (Figure 14).

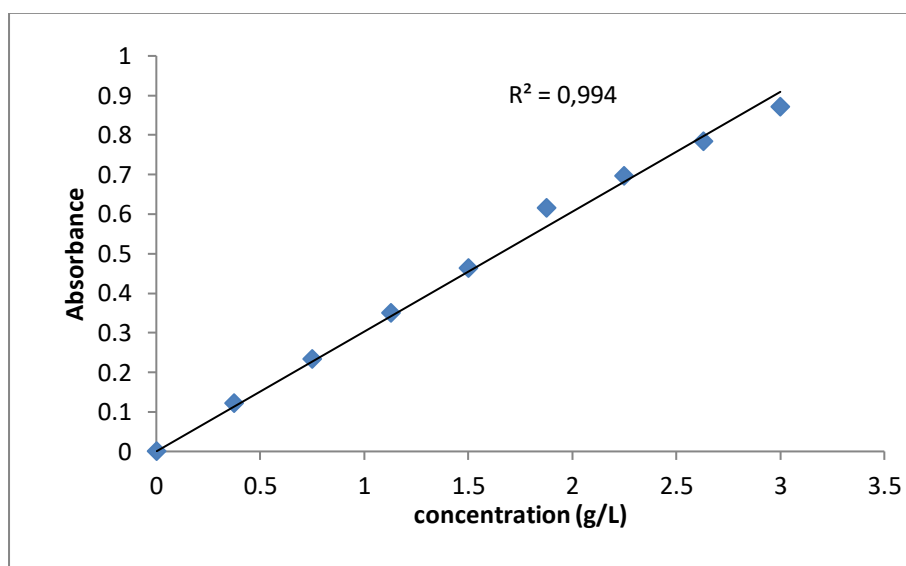


Figure 14: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins.

Les teneurs sont exprimées en milligrammes équivalent en catéchine par gramme de matière sèche. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 06.

Résultats et Discussions

Tableau 6: Teneurs des tanins.

Extraits de feuilles de <i>Moricandia arvensis</i>	Teneur des tanins (mg EC/g de matière sèche)
Extrait par DCM	0.254±0.041
Extrait par Acétate d'éthyle	0.315±0.001

4.2. Discussion :

Selon les résultats mentionnés dans le Tableau 06, nous constatons que les teneurs des tanins sont supérieures à celles des flavonoïdes, on peut dire alors que cette plante est riche en tanins.

On remarque que l'extrait par DCM a donné le taux inférieur par rapport l'extrait d'acétate d'éthyle au contraire des phénols totaux et des flavonoïdes, ce qui pourrait être due à la polarité d'acétate d'éthyle qui permet de solubiliser les tanins qui sont des molécules polaires, aussi cette teneur est supérieure à celle des phénols totaux, cela indique que la vanilline à réagit avec d'autres composés qui ont une structure semblable aux tanins comme les sucres, donc on peut déduire que l'analyse des polyphénols par l'uv-visible peut donner une estimation sur la quantité de ces composés mais il reste insuffisant, donc l'utilisation d'autres méthodes comme la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) sera important pour arriver à des résultats plus fiables.

5. Activités antioxydante

5.1. Test DPPH :

a. Résultats :

L'activité antioxydante a été évaluée à l'aide de la courbe d'étalonnage de la vitamine C (figure 15) en calculant les valeurs de VCEAC (capacité antioxydante équivalente en vitamine C) exprimées en mg/g de matière végétale, plus la valeur de VCEAC est grande plus l'extrait est un bon antioxydant.

Résultats et Discussions

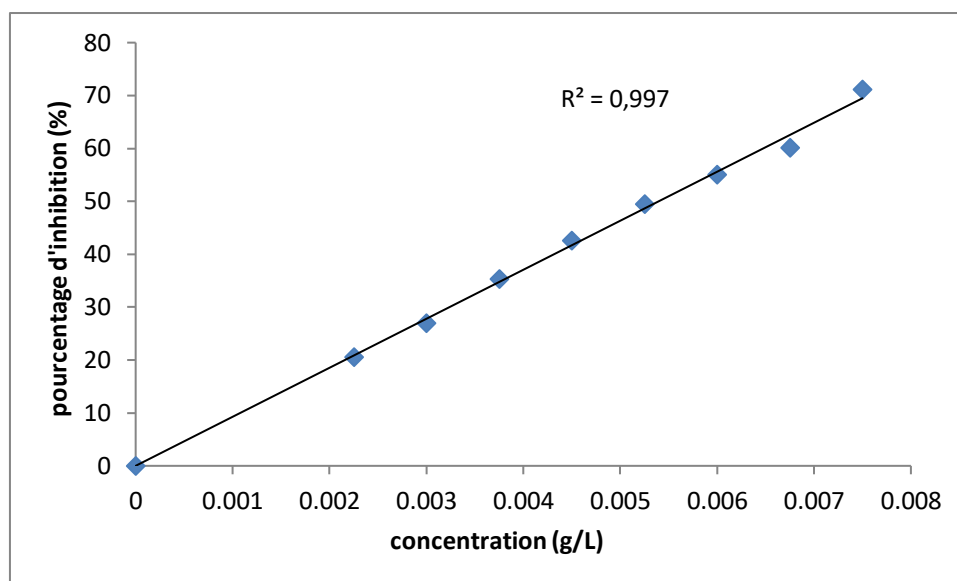


Figure 15: Courbe d'étalonnage de la vitamine C pour le Test DPPH.

Pour étudier l'activité antioxydante de nos extraits de *M.arvensisL*, on a utilisé la méthode la plus connue (Test DPPH).

Tableau 7: Valeurs de VCEAC des extraits phénoliques.

Extraits de feuilles de <i>Moricandia arvensis</i>	VCEAC (mg EVC/g de matière sèche)
Extrait par DCM	0.0036±0.0004
Extrait par Acétate d'éthyle	0.185±0.0077

b. Discussion :

À partir des résultats obtenus, on constate que l'extrait d'acétate d'éthyle est 51 fois plus puissant que l'extrait de DCM, cela indique que l'extrait d'acétate d'éthyle renferme des composés phénoliques ayant une capacité antioxydante très intéressante.

Afin de comparer le contenu de la plante étudiée en composés phénoliques (phénols totaux, flavonoïdes et tanins) et les valeurs de VCEAC, nous présentons tous les résultats obtenus dans l'histogramme ci-dessous (figure 16).

Résultats et Discussions

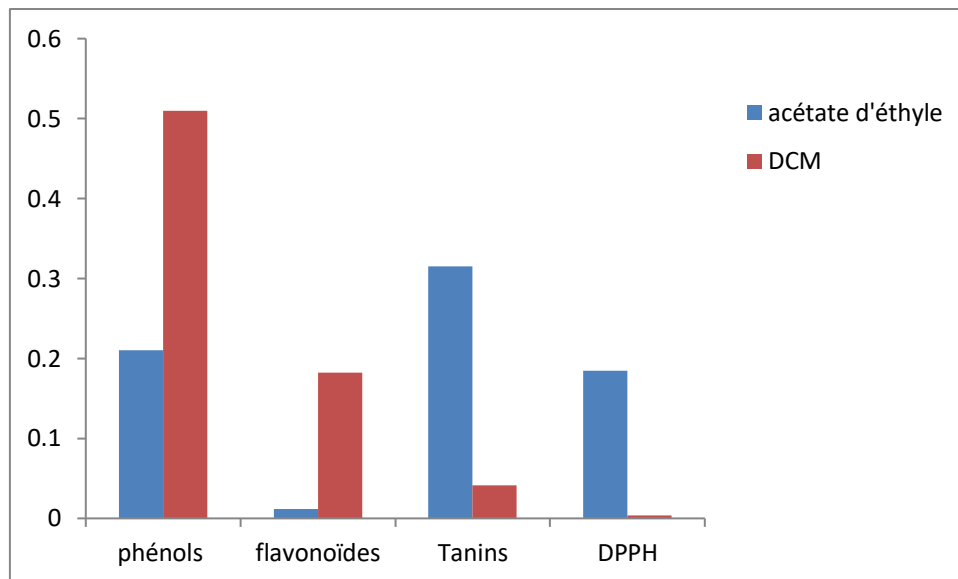


Figure 16: Histogrammes des teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes, en tanins et DPPH des extraits (acétate d'éthyle et DCM).

D'une façon générale, on remarque que l'activité antioxydante ne dépend pas seulement de la concentration des composés phénoliques, mais aussi de leurs structures chimiques, pour confirmer cette hypothèse, il faut étudier plusieurs extraits par d'autres méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante comme : ABTS, phosphomolybdate.....

Conclusion

Conclusion

Les plantes ont toujours été une source essentielle de substances naturelles bioactives telles les polyphénols, ces molécules suscitent actuellement l'intérêt de plusieurs chercheurs en raison des bénéfices pour la santé qu'elles pourraient procurer à l'homme. La plus part des médicaments actuels sont à base des plantes, ces dernières constituées des métabolites secondaires.

Le but de cette étude est d'apporter une contribution à la valorisation de *M.arvensis L* en évaluant l'activité antioxydante des extraits obtenus par deux solvants de différentes polarités.

Les valeurs de rendement d'extraction sont très variables selon solvant d'extraction dont le rendement le plus remarquable est obtenu par le dichlorométhane.

La quantification des phénols totaux et des flavonoïdes est effectuée par les méthodes des Folin-Ciocalteu et $AlCl_3$ respectivement, les résultats obtenus ont indiqués que l'extrait par DCM est le plus riche en polyphénols et flavonoïdes avec des teneurs de 0.5095 mg EAG/g MS et 0.182 mg EQ/g MS respectivement, par contre La quantification des tanins par la méthode de la Vanilline, montre que l'extrait par de l'acétate d'éthyle (0.315 mg EC/g MS) est riche en tanins.

Afin d'évaluer l'activité antioxydante des deux extraits on a utilisé le test DPPH, Les deux extraits étudiés ont révélé des réponses inhibitrices à piéger le radical DPPH, et spécifiquement l'extrait par Acétate d'éthyle (0.185mg EVC/g MS).

Pour la continuité de ce travail avec plus d'efficacité, de nombreuses perspectives peuvent être tirées à l'issue des résultats obtenus dans ce travail.

- L'étude in vitro, de l'activité antioxydante avec d'autres tests comme FRAP et TEAC.
- Élargir le spectre des activités biologiques ciblées, en incluant l'activité anti-inflammatoire, anti microbienne, anticancéreuse...
- Etude in vitro et in silico des activités inhibitrices des enzymes comme la lipase, l'alpha amylase...

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Azzeddine, Z. (2010). Monographie du genre *Moricandia* DC., de l'Est algérien.
- Benarous, K. (2021). COMPOSES PHENOLIQUES ET ALCALOIDES. Algérie.
- BERREGHIOUA, A. (2016). *Investigation phytochimique sur des extraits bioactifs de deux Brassicaceae médicinales du sud Algérien: Moricandia arvensis et Zilla macroptera*. 12/01/2016,
- Boubekri, C. (2014). *Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de Solanum melongena par des techniques électrochimiques*. Université Mohamed Khider Biskra,
- Bougandoura, N., Bendimerad, N. J. N., & Technology. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. (9), 14.
- Fatima, K. (2014). *Etude Phytochimique et Activité Antioxydante des extraits des composés phénoliques de Thymus ciliatus ssp coloratus et ssp euciliatus*.
- Favier, A. J. L. a. c. (2003). Le stress oxydant. 108(10), 863-832.
- Ghernaout, O. (2018). *L'incorporation des feuilles d'olivier dans une huile de friture et l'étude de son effet sur l'oxydation thermique*. Université de Bouira,
- Go, M., Wu, X., & Liu, X. J. C. m. c. (2005). Chalcones: an update on cytotoxic and chemoprotective properties. 12(4), 483-499.
- Hasnaoui, N., Daly, D., Haj Khelil, A., Zorgui, L., & Chekir-Ghedira, L. J. R. d. R. A. (2006). Etude des protéines totales et de l'ADN issus des feuilles de *Moricandia arvensis* collectées de quatre régions du sud tunisien.
- Haudecoeur, R., & Boumendjel, A. J. C. m. c. (2012). Recent advances in the medicinal chemistry of aurones. 19(18), 2861-2875.
- Kebbab, R. (2014). *Etude du pouvoir antioxydant des polyphénols issus des margines d'olives de la variété Chamlal: Evaluation de l'activité avant et après déglycosylation*. Université Mouloud Mammeri,
- Kraza, L., & Senoussi, M. M. (2021). Evaluation de l'activité antioxydante, antimicrobienne et antidiabétique des composés phénoliques d'une plante médicinale *Globularia alypum* L. dans la région de Laghouat.
- Le Jury, D. (2016). *Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes*. Université de Laghouat,

Références bibliographiques

- Macheix, J.-J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005). *Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique*: PPUR presses polytechniques.
- Marrelli, M., Morrone, F., Argentieri, M. P., Gambacorta, L., Conforti, F., & Avato, P. J. M. (2018). Phytochemical and biological profile of *Moricandia arvensis* (L.) DC.: an inhibitor of pancreatic lipase. *23*(11), 2829.
- MEDJOUJDA, O. J. R. (2014). Méthodes d'études d'activité des antioxydants des plantes médicinales. *6*, 3.
- Messikh, N. (2008). *Application des reseaux de neurones pour predire le rendement de l'extraction liquide-liquide du phenol*. Université de Annaba-Badji Mokhtar,
- Mouna, K., & Inasse, B. (2022). *Contribution à l'étude chimique et biologique de la plante ZillamacropteraCoss.* جامعة غرداية,
- Muanda, F. N. J. U. P. V.-M. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. *238*.
- Ozcan, T., Akpinar-Bayizit, A., Yilmaz-Ersan, L., Delikanli, B. J. I. J. o. c. e., & applications. (2014). Phenolics in human health. *5*(5), 393.
- Reynaud, J. (2011). *Comprendre la botanique: histoire, évolution, systématique*: Ellipses.
- Rezaire, A. (2012). *Activité anti-oxydante, et caractérisation phénolique du fruit de palmier amazonien Oenocarpus bataua (patawa)*. Antilles-Guyane,
- Riveiro, M. E., De Kimpe, N., Moglioni, A., Vazquez, R., Monczor, F., Shayo, C., & Davio, C. J. C. m. c. (2010). Coumarins: old compounds with novel promising therapeutic perspectives. *17*(13), 1325-1338.
- SAIDI, I. (2019). *Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae: Gleditsia triacanthos de la région de Sidi Bel Abbès: Extraction des substances bioactives*.
- Sarr, S. O., Fall, A. D., Gueye, R., Diop, A., Diatta, K., Diop, N., . . . Sciences, C. (2015). Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenacea). *9*(3), 1263-1269.
- SELADJI, M. (2015). *Etude phytochimique, activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de cinq plantes médicinales et analyses de leurs huiles essentielles*.
- Verdu, C. (2013). *Cartographie génétique des composés phénoliques de la pomme*. Université d'Angers,

Références bibliographiques

- Vichnevetskaia, K. D., & Roy, D. J. E. R. (1999). Oxidative stress and antioxidative defense with an emphasis on plants antioxidants. *7*(1), 31-51.
- Zhu, B., Hu, L., Qian, F., Gao, Z., Gan, C., Liu, Z., . . . Wang, H. J. P. o. (2021). Chloroplast genome features of *Moricandia arvensis* (Brassicaceae), a C3-C4 intermediate photosynthetic species. *16*(7), e0254109.