

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Physico-chimique

Mémoire

Présenté par: Mr. SAADI Halim

Mr. BENOUARET Khaled

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Option : Biochimie Appliquée

Thème

*Etude des activités antioxydantes de deux
plantes médicinales «*Matricaria pubescens*» et
«*Artemisia Herba alba*» et de leur mélange.*

Devant le jury :

Président : Mme KHAMTACHE S MAA

Promotrice : Mme AMIR H. MAA

Examinatrices : Melle TAHIRI O. MAA

Melle CHERAFT N. MAB

2013-2014

Remerciements

Nous commençons par remercier dieu de nous avoir donné la force et la patience pour pouvoir mener ce travail.

Nous remercions tout particulièrement notre promotrice, M^{me} AMIR H pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse qu'elle nous a apportées, pour ses remarques et ses conseils avisés, qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à la présidente de jury M^{me} KHAMTACHE S. pour nous avoir consacré de son temps en nous faisant l'honneur d'accepter de présider le jury.

Nous remercions également les examinatrices, M^{elle} TAHIRI O et M^{elle} CHERAFT N. pour nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Merci à M^{elle} Mezahem T, M^{elle} Touati N, M^{elle} Saidani K pour leurs conseils et aides.

A toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apportées leur soutien et leurs encouragements durant la réalisation de ce travail.

Halim. S et Khaled. B

DEDICACES

Je dédie ce travail à mes chers parents qui ont toujours été présents pour me soutenir, veiller à mon éducation et m'encourager à bien travailler dans tous ce que j'entreprends et plus particulièrement dans mes études. Je leur suis très reconnaissante .leur fierté à mon égard aujourd'hui est pour moi la meilleure des récompenses.

Mes dédicaces s'adressent aussi à toute ma famille.

A tous ceux qui me sont chers.

KHALED. B

DEDICACES

Je dédie ce travail à mes chers parents qui ont toujours été présents pour me soutenir, veiller à mon éducation et m'encourager à bien travailler dans tous ce que j'entreprends et plus particulièrement dans mes études. Je leur suis très reconnaissante .leur fierté à mon égard aujourd'hui est pour moi la meilleure des récompenses.

Mes dédicaces s'adressent aussi à toute ma famille.

A tous ceux qui me sont chers.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Présentation des deux plantes

I. Présentation de l'espèce *Matricaria pubescens*.....3

I.1. Description morphologique.....3

I.2. Taxonomie.....4

I.3. Nom vernaculaires.....4

I.4. Habitat et répartition géographique.....4

I.5. Utilisation en médecine traditionnelle.....5

I.6. Composition chimique.....5

II. Présentation de l'espèce *Artemisia herba alba*.....5

II.1. Description morphologique.....5

II.2. Taxonomie.....6

II.3. Nom vernaculaires.....7

II.4. Habitat et répartition géographique.....7

II.5. Utilisation en médecine traditionnelle.....7

II.6. Composition chimique.....8

Chapitre II : Radicaux libres et antioxydants

I. Les radicaux libres.....9

I.1. Définition.....9

I.2. Production des radicaux libres.....9

I.3. Le stress oxydant.....	9
I.4. Conséquences de stress oxydant.....	10
II. Les antioxydants.....	11
II.1. Définition.....	11
II.2. Classification des antioxydants.....	11
II.2.1. Les antioxydants endogènes.....	11
II.2.1.1. Les antioxydants enzymatiques.....	11
II.2.1.2. Les protéines antioxydantes.....	12
II.2.2. Les antioxydants exogènes.....	12
II.2.2.1. Les oligo-éléments.....	12
II.2.2.2. Les vitamines.....	12
II.2.2.3. Les composés phénoliques.....	13
III. Propriétés antioxydantes des composés phénoliques.....	17
III.1. Chélation des métaux.....	17
III.2. Neutralisation des radicaux libres.....	18
III.3. Inhibition d'enzymes.....	19

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

I. Préparation du matériel végétal.....	20
I.1. Récolte des plantes.....	20
I.2. Broyage et tamisage.....	20
I.3. Préparation des extraits.....	20
II. Dosage des antioxydants	21
II.1. Dosage des polyphénols totaux.....	21
II.2. Dosage des flavonoïdes.....	21

III. Détermination des activités antioxydantes.....	22
III.1. Le pouvoir réducteur.....	22
III.2. Activité scavenger du radical DPPH.....	23
III.3. Activité scavenger du radical ABTS.....	23
III.4. Evaluation de l'activité antioxydante totale.....	23
III.5. Test de blanchiment de β - carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique.....	25
III.6. Activité scavenger du radical hydroxyle.....	26
IV. Etude statistique.....	27

Résultats et discussion

I. Les antioxydants.....	28
I.1. Les composés phénoliques totaux.....	28
I.2. Les flavonoïdes.....	31
II. Activité antioxydante.....	32
II.1. Le pouvoir réducteur.....	32
II.2. Activité scavenger du radical DPPH.....	33
II.3. Activité scavenger du radical ABTS.....	36
II.4. Evaluation de l'activité antioxydante totale.....	37
II.5. Test de blanchiment de β - carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique.....	39
II.6. Activité scavenger du radical hydroxyle.....	41

Conclusion et perspectives.....	43
--	-----------

Références bibliographiques.....	46
---	-----------

Annexes

Glossaires

Liste des abréviations

ABTS : Acide 2,2- azino-bis-3-éthyl-Benzo Thiazoline Sulfonique

ADN : Acide désoxyribonucléique

ATP: Adénosine triphosphate

CH₂ : Méthylène

Cm: Centimètre

Cu: cuivre

DPPH : radical 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl

EAG : équivalent acide gallique

EDTA : Acide éthylène diamine tétra acétique

ERO : Espèce Réactive de l'Oxygène

Fe²⁺ : Fer ferreux

Fe³⁺ : Fer ferrique

FRO : formes réactives de l'oxygène

GPx : Glutathion peroxydase

H: Hydrogène

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

Min: minute

Mn: magnésium

MS : matière sèche

OCH₃ :Acide-phenol

OH: Hydroxide

OH[•] : Radical hydroxyle

O₂ : Oxygène

O₂^{•-} : Ion Superoxyde

R• : Radical

RL : Radicaux Libres

RLO : Radicaux Libres Oxygénés

ROOH : Peroxyde organique

SOD: Super Oxide Dismutase

TAC : Acide trichloroacétique

µm: micromètre

UV : Ultra Violet

Zn: zinc

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Photographie de <i>Matricaria pubescens</i>	3
02	Photographie d' <i>Artemisia herba alba</i>	6
03	Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie	10
04	Les structures chimiques des différents acides phénoliques	13
05	Structure de l'acide gallique (A), d'un exemple de tannins hydrolysables (B) et de l'acide ellagique (C)	14
06	Exemple de structure d'un tannin condensé	15
07	Structure de base des flavonoïdes	15
08	Sites de Chélation des métaux de transition par les flavonoïdes	18
09	Les groupements fonctionnels des flavonoïdes intervenant dans leur activité anti-radicalaire	19
10	Localisation géographique du lieu de récolte de <i>Matricaria pubescens</i> et d' <i>Artemisia herba alba</i>	20
11	Effet du solvant d'extraction sur la teneur en composés phénoliques des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	29

12	Effet du solvant d'extraction sur la teneur en flavonoïdes des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	32
13	Effet du solvant d'extraction sur le pouvoir réducteur des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	33
14	Effet du solvant d'extraction sur l'activité antiradicalaire (DPPH) des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	35
15	Effet du solvant d'extraction sur l'activité antiradicalaire (ABTS) des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	36
16	Effet du solvant d'extraction sur l'activité antioxydante totale des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	38
17	Effet du solvant d'extraction sur l'inhibition de blanchiment de la β - Carotène des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	40
18	Effet du solvant d'extraction sur l'activité antiradicalaire (OH) des extraits de <i>Matricaria pubescens</i> , d' <i>Artemisia herba alba</i> et de leur mélange	41

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Classification taxonomique de <i>Matricaria pubescens</i>	4
II	Principaux noms vernaculaires de <i>Matricaria pubescens</i>	4
III	Classification taxonomique d' <i>Artemisia herba alba</i>	6
IV	Principaux noms vernaculaires d' <i>Artemisia herba alba</i>	7
V	Principaux classes des flavonoïdes avec quelques exemples	16

Introduction

Introduction

La vie en aérobiose se traduit au niveau cellulaire par l'existence d'une chaîne respiratoire mitochondriale nécessaire au stockage de l'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP). La chaîne respiratoire est une succession de phénomènes d'oxydo-réduction au cours des quels il existe des transferts d'électron. Ces électrons peuvent réagir avec une molécule avoisinante pour aboutir à la formation d'un radical libre (Curtay et Robin, 2000).

Un radical libre est une espèce chimique contenant un ou plusieurs électrons non appariés sur l'orbite électronique la plus externe (Berge, 2006), ce qui leur confère une grande réactivité, ils sont considérés comme potentiellement toxiques car ils ont la capacité d'endommager différents composants cellulaires, tels que les lipides, les protéines et l'ADN, conduisant à la mort cellulaire (Halliwell, 2006).

Le stress oxydatif est défini comme étant une oxydation excessive due à un déséquilibre entre la production d'espèces oxydantes ou formes réactives de l'oxygène (FRO) et celle des systèmes antioxydants. Les FRO sont produites au cours de divers processus biologiques par un grand nombre de cellules (Pasquier, 1995).

Le développement de nouveaux antioxydants d'une bonne capacité antioxydante s'avère indispensable pour lutter contre les phénomènes d'oxydations. Dans ce but, l'investigation des plantes représente un potentiel inestimable pour la découverte de nouvelles substances à caractère antioxydant, si l'on considère que ces plantes peuvent contenir des centaines, voire des milliers de métabolites secondaires. Ces derniers représentés actuellement par 100 000 substances identifiées, pourraient être utilisés dans la prévention de certaines maladies (Cowan, 1999).

Matricaria pubescens et *Artemisia herba alba* sont deux plantes médicinales de la famille des astéracées très utilisées en médecine traditionnelle en Algérie et notamment par les populations du Sahara central et septentrional (Ayad *et al.*, 2007) (maiza *et al.*, 2011).

La présente étude a été consacrée à l'évaluation de l'effet du solvant d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les activités antioxydantes de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

Pour cela nous nous sommes fixés les objectifs suivants :

- Extraction des composés phénoliques à partir de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange, en utilisant plusieurs solvants de différentes polarités : l'eau, l'acétone 50%, le méthanol 50% et l'éthanol 50% ;
- Le dosage de quelques substances antioxydantes dont les polyphénols et les flavonoïdes ;
- La détermination de l'activité antioxydante des extraits de la matricaire, de l'armoise blanche et de leur mélange en utilisant plusieurs méthodes : pouvoir réducteur, activité scavenger du radical libre DPPH, activité scavenger du radical libre ABTS, activité antioxydante totale, activité scavenger du radical hydroxyle et le test de blanchiment de β -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique.

Avant de procéder aux protocoles expérimentaux, il est nécessaire, du moins de survoler l'essentiel de certaines notions qu'on juge très utiles pour la bonne compréhension et la bonne maîtrise du sujet.

Synthèse
Bibliographique

I. Présentation de l'espèce *Matricaria pubescens*

I.1. Description morphologique

Matricaria pubescens est une petite plante annuelle, de 10 à 20 cm d'hauteur, mésothérophyte, caractérisée par :

- Une racine pivotante fortement ramifiée ;
- Une tige ramifiée, striée et couverte de poils plats étalés ;
- Des feuilles primordiales pétiolées entières ou sub-entières et allongées. Les autres sont toutes caulinaires, uni-ou bipennatiséquées, plus ou moins densément couvertes de poils ;
- Des capitules très petits de 5 à 7 mm et isolés à l'extrémité des rameaux ;
- Des fleurs externes neutres ou femelles, à grandes ligules blanches sinuées au sommet, les internes sont hermaphrodites ou stériles, jaunes, à tube ailé ;
- Des fruits de petits akènes linéolés à pappus scarieux, blanc (Nègre, 1962 ; Quezel *et al.*, 1963).

La plante entière à un parfum très agréable, la floraison a lieu le printemps au centre et au nord du Sahara algérienne (IUCN Center for Méditerranéen Coopération, 2005).



Figure 01: Photographie de *Matricaria pubescens* (Desf.) (Makhloufi, 2009)

I.2. Taxonomie

Tableau I : Classification taxonomique de *Matricaria pubescens* (Judd *et al.*, 2002 ; Ozenda, 2004) :

Embranchement	Spermaphytes
S / Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Sous-classe	Compositae
Ordre	Astérales
Famille	<i>Astéracées</i>
Genre	<i>Matricaria</i>
Espèce	<i>Pubescens</i>

I.3. Noms vernaculaires

Le nom scientifique de la Matricaire, *Matricaria pubescens* dérive du latin *Matricaria* désignant matrice ; *Pubescens* signifiant velu (Maiza *et al.*, 1993).

Tableau II : Principaux noms vernaculaires de *Matricaria pubescens*

Langue	Nom	Référence
Français	Camomille	(Maiza <i>et al.</i> , 1993)
Anglais	Hairy camomille	
Arabe	Guertoufa, Ouazouaza	
Targui	Aynasnis	

I.4. Habitat et répartition géographique

Au niveau local (Sahara Algérien) ; cette plante est commune dans tout le Sahara septentrional correspondant aux régions de : Biskra, Figuig, El oued, Touggourt, Colomb-Béchar, Ghardaïa, El Goléa, Ouargla, Béni Abbés, et dans le

Sahara central qui comprend les régions de : Adrar, Tamanghasset, Djanet, Fort-polignac, Fort-Flatters, Timimoune, In Salah (Ozenda, 1991).

Au niveau régional: l'Afrique du nord.

Au niveau global: selon les critères de l'UICN (l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature) cette matricaria est endémique en Afrique du nord.

I.5. Utilisation en médecine traditionnelle

Dans une large mesure, l'utilisation de cette plante dans la médecine traditionnelle est très variée. Selon le nombre de personnes provenant de différentes parties du désert, elle est utilisée pour traiter la dysménorrhée (Hammiche et Maiza, 2006), la toux, les maladies oculaires, les maladies rénales, les rhumatismes, la dentition, les allergies, les douleurs des maladies infectieuses et la morsure des scorpions (Bellakhdar, 1997 ; Ould el hadj, 2003).

Elle est également utilisée dans la saveur des soupes. Le beurre fondu des chèvres lorsqu'il est filtré à travers les tiges et les feuilles de la plante devient très parfumé et se conserve mieux. Elle peut être ajoutée au thé (Amirat *et al.*, 2006 ; Huilier, 2007).

I.6. Composition chimique de *Matricaria pubescens*

Les composés phytochimiques thérapeutiques trouvés dans *Matricaria pubescens* comprennent les alcaloïdes, les saponines, les terpènes et les stéroïdes. La plante est aussi riche en polyphénols, en tannins et en flavonoïdes (Djellouli *et al.*, 2013).

II. Présentation de l'espèce *Artemisia herba alba*

II.1. Description morphologique

C'est une plante odorante vivace dressée, suffrutescentes à tiges nombreuses, tomenteuses, rigides et droites de 30a 50 cm.

- Les feuilles sont courtes, généralement pubescentes argentées à pinnatipartites ;

- externes sont opaques et pubescentes, alors que les bractées intérieures sont oblongues, brillantes et glanduleuses ;
- Capitules pauciflores en général homogènes à fleurs toutes hermaphrodites. Ils sont sessiles ou subsessiles (Quezel et Santa, 1963 ; Wright, 2002).



Figure 02: Photographie d'*Artemisia herba alba* (Quezel et Santa, 1963; Wright, 2002).

II.2. Taxonomie

Tableau III : Classification taxonomique d'*Artemisia herba alba* (Quezel et Santa, 1963 ; Gaussen *et al.*, 1982)

Embranchement	Spermaphytes
S/Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
S-classe	Astéradae
Ordre	Astérales
Famille	<i>Astéracées</i>
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>herba alba</i>

II.3.Noms vernaculaires

Tableau IV : Principaux noms vernaculaires d'*Artemisia herba alba*

Langue	Nom	Références
Français	Armoise blanche	(Bendjilali <i>et al.</i> , 1984)
Anglais	White wormwood	(Marc <i>et al.</i> , 2008)
Arabe	Chih, Chiha, Chiba	(Quezel <i>et Santa.</i> , 1963)
Kabyle	Ghurayrah	(Marc <i>et al.</i> , 2008)

II.4. Habitat et répartition géographique

Elle s'étend de l'Espagne, des canaries à l'Egypte et l'Asie occidentale. En Algérie, elle est particulièrement répandue dans les secteurs des Hauts-Plateau algérois et oranais ; secteurs Haut- Plateau constantinois, et secteurs de Sahara Septentrional (Zousfana, El Goléa, Hamada de Tinghert), assez rare dans l'oranais, le tell constantinois, et le Sahara central où elle pousse en montagne (Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 2004).

Cette espèce présente une vaste répartition géographique couvrante, en Algérie, environ 4 millions d'hectares (Ayad *et al.*, 2007).

II.5. Utilisation en médecine traditionnelle

Très recherchée pour ses propriétés pharmacologiques, l'armoise blanche est utilisée pour traiter : les ulcères, les dyspepsies, les troubles hépatiques, les aphtes, les mycoses, les piqûres d'insectes et de scorpions, et toutes les formes d'empoisonnement (Atoum *et al.*, 2006). En plus de ses propriétés, les feuilles et les sommités fleuries de l'armoise blanche sont antigestive, emménagogue, stomachique, vermifuges (ascaris, oxyures) (Baba Aissa, 1999 ; Djerroumi et Nacef, 2004). Elle est également utilisée dans le traitement des blessures externes et dans le cas de désordre neurologique (tics, spasmes, convulsion) et la maladie d'Alzheimer

(Baba Aissa, 1999 ; Salah et Jager, 2005 (a) ; Salah et Jager, 2005 (b)). Au Sud – Est du Maroc, l'armoise blanche est utilisée dans le traitement de l'hypertension et du diabète (Tahraoui *et al.*, 2007). L'infusion de cette plante est conseillée pour le rhumatisme et l'arthrite (Marc *et al.*, 2008).

En Algérie, elle est utilisée contre les nausées et les troubles hépato-gastrique. Elle est recommandée comme antispasmodique (douleurs abdominales, estomac, tube digestif et intestin) (Sari, 1999), elle est considérée comme helminthiases et utilisée aussi en cas d'infection oculaire (Maiza *et al.*, 1993).

En alimentation, elle entre dans l'aromatisation de certaines boissons. Mais son emploi reste limité à cause de la toxicité des thuyones qu'elle en contient. Les Marocains ont la coutume de faire infuser de l'armoise dans le café. Exploitée industriellement, l'huile essentielle sert surtout en parfumerie et en cosmétologie (Bendjilali *et al.*, 1984(a)).

II.6. Composition chimique d'*Artemisia herba alba*

Plusieurs types de sesquiterpènes lactones ont été trouvés dans les parties aériennes d'*Artemisia herba alba* (Ahmed *et al.*, 1990 ; Boriky *et al.*, 1996)

Les flavonoïdes détectés dans *Artemisia herba alba* montrent aussi une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et favonols) jusqu'à les flavonoïdes méthylés (Saleh *et al.*, 1985 ; Saleh *et al.*, 1987). Les flavonoïdes glycosides comprennent des O-glycosides tels que la quercitrine-3-glucoside, mais aussi des flavones C-glycosides.

L'analyse phytochimiques révèle la richesse de cette plante en huiles essentielles (Feuerstein *et al.*, 1986), en coumarines et en tannins (Gharabi *et al.*, 2008).

*Radicaux libres et
antioxydants*

I. Les radicaux libres

I.1. Définition des radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique, molécule, partie de molécule ou simple atome, capable d'avoir une existence indépendante (libre) en contenant un ou plusieurs électrons célibataires. Cela lui confère une grande réactivité (Goudable et Favier, 1997).

En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc se réduire en oxydant un autre composé (Halliwell, 1999).

I.2. Production des radicaux libres

La production des espèces oxydantes est une conséquence inévitable du métabolisme aérobie. En effet, l'organisme a besoin d'O₂ pour produire de l'énergie au cours des réactions dites de respiration oxydative, cependant, une faible partie de l'oxygène échappe à sa réduction en eau au niveau de la mitochondrie, elle peut alors être à l'origine de la production de radicaux libres oxygénés (RLO) (Chu *et al.*, 2010).(Figure 03)

Les autres sources de production de radicaux libres sont classées en deux catégories ; Les sources endogènes où les RL sont des produits des réactions de l'organisme, et les sources exogènes tels que le tabagisme, les radiations UV, les médicaments, les réactifs chimiques, les solvants industriels et la pollution (Pastre, 2005).

I.3. Le stress oxydant

Le stress oxydatif, appelé aussi stress oxydant, se définit comme étant un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités antioxydantes de l'organisme en faveur des premiers, ce qui conduit à des dommages cellulaires irréversibles (Thomas *et al.*, 2003). Le stress oxydatif devient anormal lorsque les cellules sont soit dépassées par la quantité de radicaux libres à éliminer, soit ne disposent pas de ressources antioxydantes suffisantes pour les éliminer (Pincemail *et al.*, 2008).

I.4. Conséquences de stress oxydant

Des concentrations élevées en ERO peuvent être un important médiateur de dommages des structures cellulaires, des acides nucléiques, des lipides et des protéines (Valko *et al.*, 2007).

Le stress oxydant (Figure 03) sera la principale cause initiale de plusieurs maladies comme le cancer, syndrome de détresse respiratoire aigue, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré...etc. Est aussi l'un des facteurs potentialisant l'apparition des maladies plurifactorielles tel que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Favier, 2003).

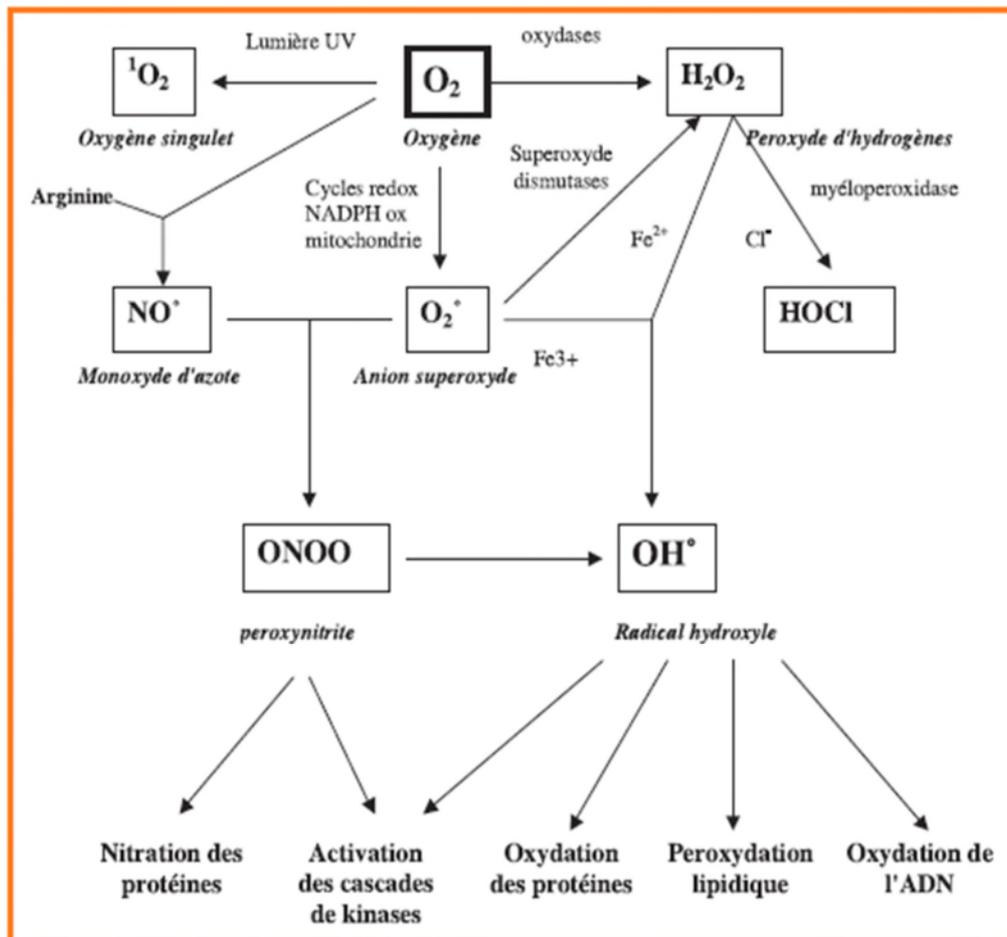


Figure 03: Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqués en biologie (Favier, 2003).

II. Les antioxydants

II.1. Définition

Un antioxydant est défini comme toute substance ayant la capacité de retarder, prévenir ou inhiber la génération d'un oxydant toxique, d'arrêter ceux qui sont déjà produits et de les inactiver, bloqué de ce fait la réaction en chaînes de propagation produite par ces oxydants (Tang et Halliwell, 2010).

Selon Valko *et al.* (2006), un antioxydant devrait à la fois :

- Agir spécifiquement sur les radicaux libres ;
- Chélater les métaux de transition ;
- Agir en synergie avec d'autres antioxydants pour se régénérer ;
- Agir à des concentrations physiologiques relativement faibles.

II.2. Classification des antioxydants

II.2.1. Les antioxydants endogènes

II.2.1.1. Les antioxydants enzymatiques

L'organisme possède des enzymes qui peuvent métaboliser les ERO (Morena *et al.*, 2002) . Les plus connues sont:

La superoxyde dismutase (SOD)

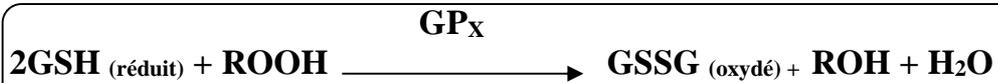
Elle catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en hydrogène peroxyde (H_2O_2) et en oxygène.



Dans l'être humain, il y a 3 isoformes des SOD à cofacteurs métallique (Cu, Zn-SOD, Mn-SOD) et sont localisés dans le cytoplasme et la mitochondrie (Landis et Tower, 2005).

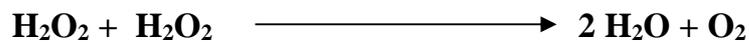
La glutathion peroxydase (GP_x)

Une enzyme à cofacteur de sélénium se localise dans le cytosol et la matrice mitochondriale. Elle a pour activité la dégradation des peroxydes organiques (ROOH) et du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (Valko *et al.*, 2006).



🚩 La catalase

Cette enzyme est localisée essentiellement dans les peroxysomes (Valko *et al.*, 2006). Elle permet de convertir deux molécules de H_2O_2 en H_2O et O_2 .



II.2.1.2. Les protéines antioxydantes

La transferrine, la ferritine et la céruléoplasmine jouent un rôle antioxydant par chélation des ions (Curtay et Robin, 2000; Pincemail *et al.*, 2002). Ces chélateurs forment des complexes ou des composés de coordination avec les métaux. Ils inhibent ainsi le cycle redox du métal ont construisent des complexes métalliques insolubles (Cillard et Cillard, 2006).

II.2.2. Les antioxydants exogènes

II.2.2.1. Les oligo-éléments

Les oligo-éléments interviennent comme co-facteurs d'enzymes indispensables dans la lutte contre les radicaux libres. Parmi ces oligo-éléments on cite ; le zinc, le sélénium et le manganèse (Pastre, 2005).

II-2-2-2-Les vitamines

Les vitamines sont des molécules organiques requises en faible quantité indispensable pour le fonctionnement des voies métaboliques des êtres vivants. Elles réagissent sous forme de coenzyme (Barati Elbaz et Le Marechal, 2008).

II.2.2.3. Les composées phénoliques

➤ Définition

Les polyphénols constituent le groupe de métabolites le plus large et le plus répandu du règne végétal et font partie intégrante de l'alimentation humaine et animale (Martin et Andriantsitohaina, 2002). L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzoïque au quel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside (Bruneto, 2008).

➤ Classification

1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont constitués de deux sous-groupes : Les acides hydroxybenzoïques, qui ont en commun la structure en C6-C1 et les acides hydroxycinnamiques, des composés aromatiques avec une chaîne latérale à trois carbones (C6-C3) (Figure 04) (Balasundram *et al.*, 2006).

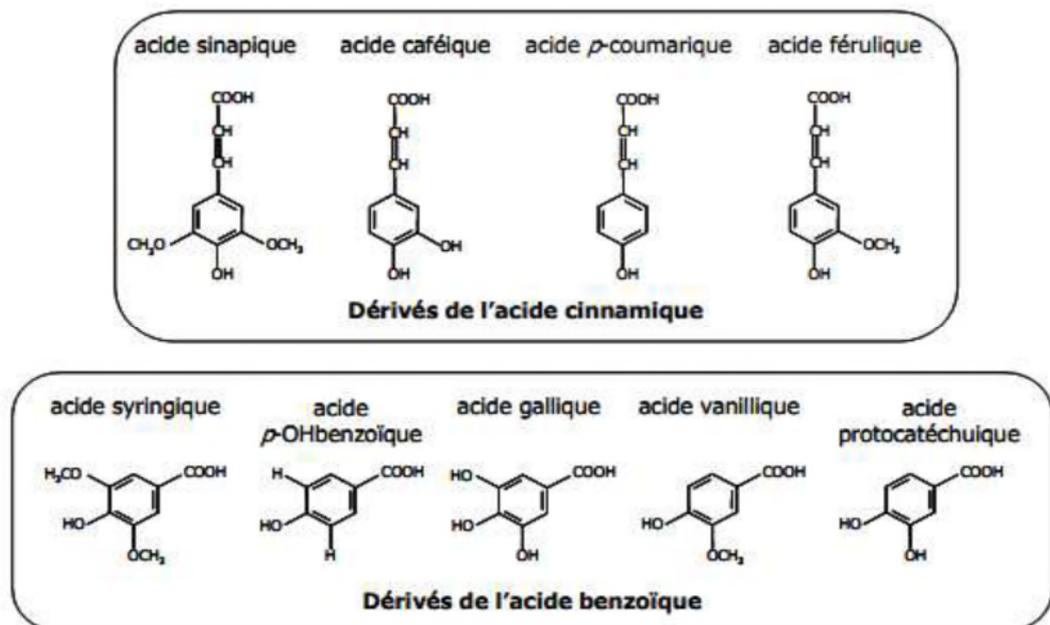


Figure 04: Les structures chimiques des différents acides phénoliques (Anne-Laure, 2007).

2. Les tannins

Les tannins sont des composés phénoliques à haut degré de polymérisation, solubles dans l'eau, de poids moléculaire élevé (500 et 3000 Dalton) (Naczka *et al.*, 1994).

La caractéristique la plus déterminante des tannins est leur capacité à former des complexes avec les protéines, les polysaccharides et les minéraux (Garro-Galvez *et al.*, 1997 ; Rubanza *et al.*, 2005). En raison de leur structure et de leurs propriétés chimiques, deux classes sont distinguées : les tannins hydrolysables et les tannins condensés (Schaenberg et Hess, 2007).

a) Les tannins hydrolysables

Les tannins hydrolysables sont des esters d'un sucre simple (glucose ou xylose principalement) et d'acides phénoliques. Ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (acide ou alcaline) ou enzymatique. Les acides phénoliques libérés sont l'acide gallique dans le cas des gallotannins et l'acide ellagique dans le cas des ellagitannins (figure 05) (Zimmer et Cordesse, 1996 ; Derbel et Ghedira, 2005).

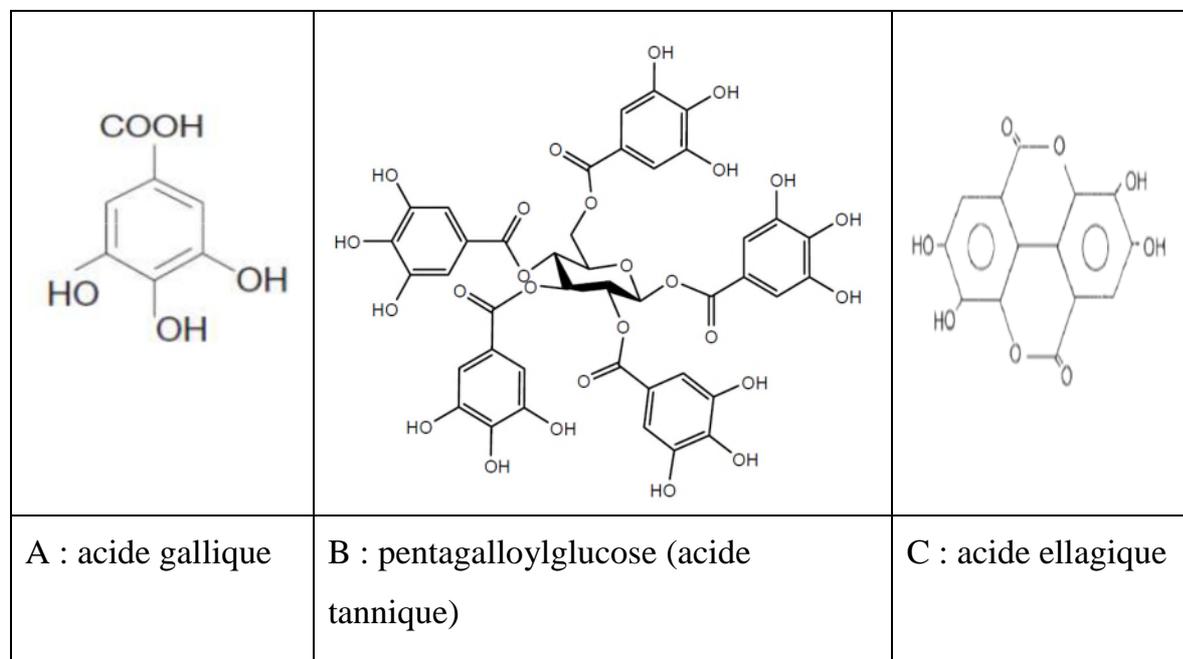


Figure 05: Structure de l'acide gallique (A), d'un exemple de tannins hydrolysables (B) et de l'acide ellagique (C) (Derbel et Ghedira, 2005 ; Nicholson et Vermerris, 2006).

b) Les tannins condensés

Les tannins condensés sont des polymères d'unités flavaniques, le plus souvent liées entre elles par des liaisons C4-C8. Les précurseurs sont des flavan-3-ols (catéchine et épicatechine) et des flavan-3,4diols (Zimmer et Cordesse, 1996).

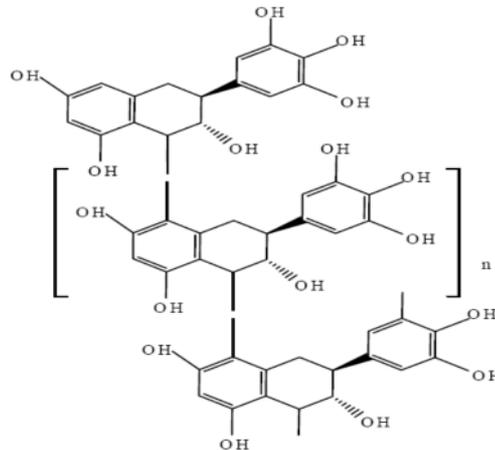


Figure 06: Exemple de structure d'un tannin condensé (Macheix et *al.*, 2006).

3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent le groupe le plus large des phénols végétaux. Ils sont des composés de faible poids moléculaire qui consistent en 15 atomes carboniques, disposés sous la configuration : C6-C3-C6 (Balasundram et *al.*, 2006). Les flavonoïdes sont composés généralement de deux cycles benzéniques (cycles A et B) liés par un hétérocycle contenant un oxygène (cycle C) (figure 07) (Tsao et Deng, 2004).

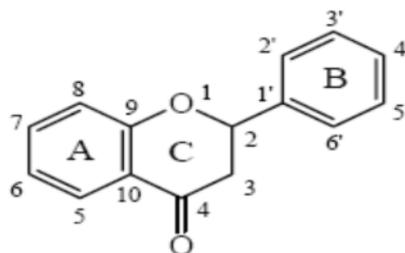


Figure 07: Structure de base des flavonoïdes (Saraf et *al.*, 2007).

Des variations dans des modèles de substitution dans le cycle C à pour résultat les principales classes de flavonoïdes (les flavones, les flavonols, les flavanes, les flavanones, et les anthocyanidines) (tableau V) (Balasundram et *al.*, 2006).

Des substituants des cycles A et B donnent naissance à des composés différents à l'intérieur de chaque classe de flavonoïdes. Ces substitutions peuvent impliquer l'oxygénation, l'alkylation, la glycosylation, l'acylation et la sulfatation (Balasundram *et al.*, 2006).

Tableau V: Principaux classes des flavonoïdes avec quelques exemples (Aruoma *et al.*, 2003).

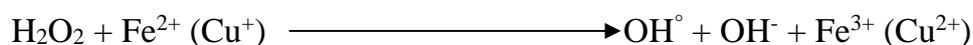
Classes	Structure chimique	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH ₃	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4'	
		OH	OH	OH	Genisteine
		H	O-Glu	OH	Daidzeine

III. Propriétés antioxydantes des composés phénoliques

Grâce à leur diversité structurale, les composés phénoliques exercent une activité antioxydante via plusieurs mécanismes et agissent à différents niveaux des réactions radicalaires par la chélation des métaux de transition, la neutralisation des radicaux libres, l'inhibition d'enzymes génératrice de radicaux libres et l'induction de la synthèse d'enzymes antioxydantes (Cotelle *et al.*, 1995 ; Bors *et al.*, 1997 ; Grassmann *et al.*, 2002 ; Su *et al.*, 2007). Cette activité est largement liée à leur structure, à savoir le nombre et la position des groupements hydroxyles et le degré de méthylation, de glycosylation et de polymérisation (Heim *et al.*, 2002). L'activité antioxydante des composés phénoliques augmente avec le degré de polymérisation et diminue avec le degré de méthylation et de glycosylation au niveau des groupements hydroxyles (Robards *et al.*, 2005).

III.1. Chélation des métaux

Les ions Fe^{2+} et Cu^+ sont essentiels pour certaines fonctions physiologiques. Ils peuvent être, soit des constituants des hémoprotéines, soit des cofacteurs des différentes enzymes du système de défense antioxydant : Fe pour la catalase (Goudable et Favier, 1997), et Cu et Zn pour la superoxyde dismutase (Afonso *et al.*, 2007). Mais ces métaux sont aussi responsables de la production du radical hydroxyle par la réduction du peroxyde d'hydrogène selon la réaction suivante (Cottelle, 2001) :



Cette réaction peut être inhibée par les composés phénoliques notamment les flavonoïdes sont considérés comme de bons chélateurs de ces ions métalliques (Halliwell, 2007). Ils sont connus pour leur capacité à former des complexes stables avec les ions métalliques grâce à leurs fonctions catéchols 3'-hydroxyl, 4'-hydroxyl sur le cycle B, 3-hydroxyl et 4-oxo de l'hétérocycle C et 4-oxo et 5-hydroxy de l'hétérocycle C et du cycle A, respectivement (Pietta, 2000 ; Heim *et al.*, 2002).

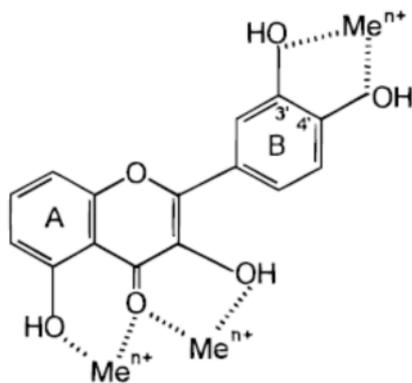


Figure 08: Sites de Chélation des métaux de transition par les flavonoïdes (Pietta, 2000).

III.2. Neutralisation des radicaux libres

Les composés phénoliques sont des piègeurs efficaces de radicaux libres en les réduisant par transfert direct d'un électron sur leur dernière couche électronique (Sokol-Letowska *et al.*, 2007 ; Ghedira, 2005).

Les composés phénoliques, en particulier les flavonoïdes, sont susceptibles de réagir avec la plupart des radicaux libres : radicaux hydroxyles (OH^\bullet), anion superoxydes (O_2^-) et radicaux peroxylipidiques (Pietta, 2000). Leur activité antiradicalaire nécessite :

- La structure 3',4'-dihydroxy du cycle B, qui est essentielle à l'activité des flavonoïdes possédant un hétérocycle saturé ;
- La double liaison 2-3 conjuguée avec la fonction 4-oxo-, qui est responsable de la délocalisation d'électrons stabilisant le radical aroxyyl ;
- Les hydroxyles en positions 3 et 5 qui permettent une activité antiradicalaire maximale (figure n°) (Wang *et al.*, 2004 ; Soobrattee, 2005 ; Valko *et al.*, 2006 ; Sokol-Letowska *et al.*, 2007).

Les flavonoïdes préviennent la peroxydation lipidique en réagissant avec les radicaux libres, qui sont susceptibles d'arracher un proton sur le groupement CH_2 situé entre deux doubles liaisons des acides gras polyinsaturés (Harborne et Williams, 2000) et protègent ainsi les membranes cellulaires (Havsteen, 2002).

Les tannins présentent des propriétés antioxydantes significatives ; ils agissent comme donneurs de protons face aux radicaux libres lipidiques produits lors de la peroxydation (Okuda, 2005). Des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto-oxydation lipidique. Ce sont de très bons capteurs de radicaux libres (Shahidi, 1997 ; Bossokpi, 2003).

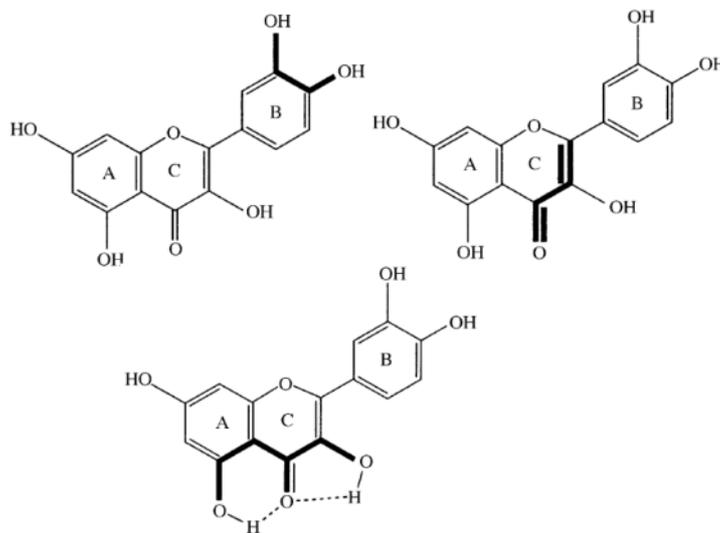


Figure 09: Les groupements fonctionnels des flavonoïdes intervenant dans leur activité anti-radicalaire (Soobrattee, 2005).

III.3. Inhibition d'enzymes

Les composés phénoliques affectent l'activité de nombreux systèmes enzymatiques (Olszanecki *et al.*, 2002). Les flavonoïdes ont la capacité d'inhiber les réactions enzymatiques impliquées dans le stress oxydant. Il a été démontré que certains flavonoïdes comme l'apigénine, la quercétine et la myricétine inhibent fortement la xanthine oxydase qui catalyse la réaction de transformation de l'hypoxanthine en acide urique (Da Saliva *et al.*, 2004).

Matériel et méthodes

I. Préparation du matériel végétal

I.1. Récolte des plantes

La récolte des deux plantes *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba* a été effectuée dans la région de Hassi Messaoud (wilaya de Ouargla) durant le mois d'avril et mai 2013 respectivement, les échantillons ont été séchés à une température ambiante dans un endroit aéré et à l'abri de la lumière.



Figure 10: Localisation géographique du lieu de récolte de *Matricaria pubescens* et d'*Artemisia herba alba* (google).

I.2. Broyage et tamisage

Une fois les plantes ont été séchées, elles sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique, puis tamisées à l'aide de deux tamis de granulométries différentes (500 μ m et 250 μ m) ; les fractions dont le diamètre est inférieur à 250 μ m ont été utilisées pour l'extraction.

I.3. Préparation des extraits

La présente étude consiste à optimiser le solvant d'extraction des composés phénoliques totaux à partir de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de

leur mélange, en utilisant quatre solvants de différentes polarités l'eau, l'acétone 50%, le méthanol 50% et l'éthanol 50%.

Une prise d'essai de la poudre (0,4g) est mise en contact avec 50ml de solvant d'extraction. Le mélange est soumis à une agitation à l'aide d'un agitateur magnétique. Après trois heures d'agitation à l'abri de la lumière, les mélanges sont filtrés. Les extraits obtenus sont conservés à 4°C.

II. Dosage des antioxydants

II.1. Dosage des polyphénols totaux

- **Principe**

Le principe de cette méthode est basé sur la réduction en milieu alcalin de l'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolybdique ($H_3PMoO_{12}O_{40}$) du réactif du Folin-Ciocalteu en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{28}) lors de l'oxydation des polyphénols. La couleur bleue obtenue est proportionnelle au taux de composés phénoliques contenus dans l'extrait (Ribéreau-Gayon *et al.* 1982).

- **Mode opératoire**

La teneur en composés phénoliques est estimée selon la méthode de Goli *et al.* (2005). 1ml du réactif de Folin-Ciocalteu est ajouté à deux cent microlitres d'extrait. Après 3minutes, 0,8 ml de la solution de carbonate de sodium (7,5%) sont ajoutés. Après 1heure d'incubation, l'absorbance est mesurée à 740nm. La concentration en composés phénoliques des extraits, exprimée en gramme par 100 g de matière sèche, est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage réalisée avec de l'acide gallique (annexe I).

II.2. Dosage des flavonoïdes

- **Principe**

Les flavonoïdes forment un complexe jaunâtre par chélation des métaux (le fer et l'aluminium), en perdant deux électrons il s'unit a deux atomes d'oxygène du composé phénolique qui est dans ce cas donneur d'électrons (Ribéreau-Gayon., 1968).

- **Mode opératoire**

Les teneurs en flavonoïdes des extraits obtenus sont déterminées par la méthode de Bahorun et *al*, (2004). Une partie aliquote de chaque extrait a été ajoutée à un volume égal de chlorure d'aluminium (2%). L'absorbance a été lue à 410nm après 15mn. Les résultats sont exprimés en gramme équivalent quercétine par 100 g de matière sèche à partir de la courbe d'étalonnage réalisée avec la quercétine (annexe I).

III. Détermination des activités antioxydantes

Les activités antioxydantes des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange, ont été déterminées en utilisant six tests différents à savoir :

III.1. Le pouvoir réducteur

- **Principe**

L'analyse du pouvoir réducteur, d'un antioxydant, est basée sur la réduction du complexe fer ferrique (Fe^{3+}), en fer ferreux (Fe^{2+}), en présence des antioxydants réducteurs (Bijoy *et al.*, 2008).

- **Mode opératoire**

Le pouvoir réducteur est estimé par la méthode de Arabshahi-Delouee et Urooj (2007) ; 1ml d'extrait est additionné à 2,5ml de tampon phosphate (0,2M, 6,6 : Dissoudre 3,12 g de NaH_2PO_4 dans 100 ml d'eau distillée et 7,16 g de Na_2HPO_4 dans 100 ml d'eau distillée et neutraliser la solution basique par la solution acide jusqu'à pH 6,6) et 2,5ml de ferricyanure de potassium (1%). Après incubation à 50°C pendant 20min, 2,5ml d'acide trichloracétique (10%) sont ajoutés au -mélange. Après centrifugation à 3000g pendant 10 min, 2,5ml du surnageant sont mélangés avec 2,5ml d'eau distillée et 0,5ml du chlorure ferrique (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700nm.

Les résultats sont exprimés en grammes équivalent acide ascorbique par 100g de matière sèche à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide ascorbique (annexe I).

III.2. Activité scavenger du radical DPPH

- **Principe**

Le DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre, stable ou accepteur d'hydrogène de couleur violet intense (Cavar *et al.*, 2009). Ce radical perd sa coloration native quand il se lie avec des substances antioxydants, qui lui transfèrent des électrons ou des protons. La forme réduite du DPPH confère à la solution une couleur jaune (Gadow *et al.*, 1997). Le virage vers cette coloration et l'intensité de la décoloration découle, de la nature, de la concentration et de la puissance des principes actifs présents (Kroyer, 2003 ; Es Safi *et al.*, 2007).

- **Mode opératoire**

L'effet scavenger du DPPH est déterminé par la méthode de Kroyer et Hegedus, (2001) ; 300µl d'extrait sont ajoutés à 2700µl de DPPH (60µM : dissoudre 2,36 mg dans 100ml de méthanol). L'absorbance a été lue à 517nm après 1heure d'incubation à l'obscurité. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH[•] est exprimé par la formule suivante :

$$\% = [(A_{\text{témoin}} - A_{\text{échantillon}}) / A_{\text{témoin}}] \times 100$$

$A_{\text{témoin}}$: absorbance du témoin (300µl méthanol+ 2700 µl DPPH).

$A_{\text{échantillon}}$: absorbance de l'extrait (300µl extrait+2700µl DPPH).

III.3. Activité scavenger du radical ABTS

- **Principe**

Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS^{•+} (Acide 2,2- azino-bis-3-éthyl-Benzo Thiazoline Sulfonique) de coloration bleue-verte en le transformant en ABTS⁺ incolore par piégeage d'un proton par l'antioxydant. La décroissance de l'absorbance causée par l'antioxydant reflète la capacité de capture du radical libre (Re *et al.*, 1999).

- **Mode opératoire**

Le piégeage du radical libre ABTS^{•+} est déterminé par la méthode de (Pitchaon, 2011). Un volume de 20 µl d'extrait est additionné à 2 ml de la solution d'ABTS^{•+}. (2,45mM d'ABTS sont mélangés avec 7mM de persulfate de potassium. Après 16h d'incubation la solution d'ABTS a été diluée avec l'éthanol afin d'obtenir une absorbance de 0,7± 0,02 à 734 nm). L'absorbance a été lue à 734 nm après 6 mn d'incubation à l'obscurité. Le pourcentage de l'activité scavenger du radical ABTS^{•+} est exprimé par la formule suivante :

$$\% = [(A_{\text{témoin}} - A_{\text{échantillon}}) / A_{\text{témoin}}] \times 100$$

A_{témoin} : absorbance du témoin (ABTS^{•+} seul).

A_{échantillon} : absorbance de l'extrait (Extrait+ ABTS^{•+} +Eau distillé).

III.4. Evaluation de l'activité antioxydante totale

- **Principe**

Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo(VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO₄²⁻ à molybdène Mo(V)MoO₂⁺ en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) dans un milieu acide (Prieto *et al.*, 1999)

- **Mode opératoire**

La capacité antioxydante totale des extraits est évaluée par la méthode de phosphomolybdène de Prieto *et al.*, (1999). Un volume de 0.4 ml de chaque extrait est mélangé avec 4 ml de solution du réactif (0.6 M acide sulfurique, 28 mM phosphate de sodium et 4 mM molybdate d'ammonium). Les tubes sont incubés à 95°C pendant 90 min. Après refroidissement, l'absorbance des solutions est mesurée à 695nm. La capacité antioxydante totale est exprimée en gramme équivalents acide ascorbique par 100g de la matière sèche à partir d'une courbe d'étalonnage (annexe I).

III.5. Test de blanchiment de β -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique

- **Principe**

Le β -carotène est physiologiquement un composé important reconnu par sa forte activité biologique. Dans l'industrie agro-alimentaire, il est utilisé dans les boissons comme un agent de coloration et sa décoloration indique la réduction de la qualité de ces produits (Bougatef *et al.*, 2009). Cependant, dans le test du blanchiment du β -carotène, la présence des 11 paires de doubles liaisons rend le β -carotène extrêmement sensible aux radicaux libres dérivés d'hydroperoxydes qui sont formés à partir de l'oxydation d'acide linoléique dans un système émulsion aqueuse en résultant le blanchiment du β -carotène. La présence des antioxydants comme les polyphénols réduisent l'ampleur de la destruction du β -carotène en neutralisant les hydroperoxydes et d'autres espèces radicalaires formées à l'intérieur de ce système. (Unten *et al.*, 1997).

- **Mode opératoire**

Le test de blanchiment de β - carotène est estimé par la méthode de Sun et Ho, (2005). Une quantité de 2 mg de β -carotène est dissous dans 10 ml de chloroforme. 1 ml de cette solution est prelevé dans une fiole contenant préalablement 200 mg Tween 20 et 20 μ l d'acide linoléique. Cette solution est évaporée au rotavapor jusqu' à disparition de l'odeur du chloroforme. Puis, un volume de 100 ml de l'eau oxygénée diluée est ajouté dans la fiole et le mélange résultant est agité vigoureusement. Dans des tubes à essai, 4 ml de l'émulsion du β - carotène/acide linoléique est additionnée à 200 μ l d'extrait. Après incubation dans un bain marie à 50°C pendant 120 min, l'absorbance des extraits est mesurée à 470 nm. L'activité antioxydante (%) des extraits est évaluée en termes de blanchiment de β -carotène en employant la formule suivante :

$$(\%) = [(A_{A(120)} - C_{C(120)}) / (C_{C(0)} - C_{C(120)})] * 100$$

$A_{A(120)}$: représente l'absorbance en présence de l'extrait à t = 120 mn.

$C_{C(120)}$: représente l'absorbance du contrôle à t = 120 mn.

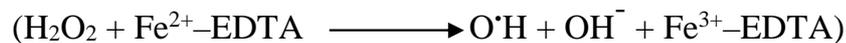
$C_{C(0)}$: représente l'absorbance du contrôle a t = 0 mn.

III.6. Activité scavenger du radical hydroxyle

- **Principe**

Le O[•]H est un radical libre extrêmement réactif formé dans les systèmes biologiques à partir d'anion superoxyde et le peroxyde d'hydrogène en présence des ions métalliques comme le fer et le cuivre suivant la réaction de Haber Weiss (Castro et Freeman, 2001). Ce radical possède un électron libre avec un potentiel de réduction plus élevé, lui permet de réagir avec les lipides, les protéines les polypeptides et l'ADN (Siddhuraju et Becker, 2007).

In vitro, la capacité à piéger le radical hydroxyle par les extraits des plantes est basée sur la réaction de Fenton en mesurant la génération du radical O[•]H et son effet sur l'oxydation et la dégradation des molécules biologiques tels que le désoxyribose de l'ADN. Dans cette technique le système implique l'auto-oxydation du complexe (Fe²⁺-EDTA) dans un milieu aqueux pour former O[•]₂⁻, qui est rapidement dismuté en H₂O₂ à pH 7.4. Après, ce dernier interagit avec Fe²⁺ pour former les radicaux O[•]H en présence de l'acide ascorbique comme catalyseur (réaction de Fenton)



La dégradation du désoxyribose par O[•]H dégage certains produits estimés en malonaldéhyde (MDA), d'un chromogène rose lors du chauffage avec l'acide thiobarbiturique et dans un milieu acide. La présence des antiradicaux protège et diminue la production des MDA. Notant que, le rôle d'ascorbate est la réduction du Fe³⁺ en Fe²⁺ et cela provoque la réaction de Fenton (Halliwell *et al.*, 1987).



- **Mode opératoire**

La méthode de désoxyribose adoptée dans cette étude est celle de Halliwell et *al.* (1987). Le mélange réactionnel contient les réactifs suivants : 0.4 ml de la solution tampon phosphate (50 mmol/l, pH = 7.4), 0.1 ml de l'extrait, 0.1 ml de l'EDTA (1.04 mmol/l), 0.1 ml de chlorure ferrique (1 mmol/l) et 0.1 ml de 2-désoxyribose (60 mmol/l). La réaction est commencée par l'addition de 0.1 ml de l'acide ascorbique (2 mmol/l) et 0.1 ml de peroxyde d'hydrogène (10 mmol/l). Après incubation à 37°C pendant 1 heure, 1 ml de l'acide thiobarbutirique (10 g/l) est ajouté dans le milieu réactionnel suivi par 1 ml de l'acide chlorhydrique (25%). Les mélanges sont placés au bain marie à 100°C pendant 15 min. L'absorbance des solutions est mesurée à 532. La capacité du piégeage du radical hydroxyle est évaluée avec le pourcentage d'inhibition de l'oxydation de 2-désoxyribose par les radicaux hydroxyles. Le pourcentage du piégeage est calculé en basant sur la formule suivante:

$$(\%) = [A_0 - (A_1 - A_2)] * 100 / A_0$$

A₀: représente l'absorbance du contrôle sans extrait

A₁: représente l'absorbance après l'addition de l'extrait et de désoxyribose

A₂: représente l'absorbance de l'extrait sans désoxyribose.

IV. Etude statistique

Toutes les données représentent la moyenne de trois essais. L'analyse statistique des résultats est effectuée avec l'application ANOVA MANOVA (STATISTICA 5.5) et la comparaison des données est prise à la probabilité P<0,05.

Résultats et discussions

I. Les antioxydants

I.1. Composés phénoliques totaux

L'extraction quantitative des composés phénoliques d'une poudre végétal pose plusieurs problèmes, notamment la présence dans les cellules végétales de différents types d'enzymes, susceptibles de modifier les composés phénoliques, en particulier des polyphénols oxydases et les glycosidases. Le séchage du végétal est une bonne méthode pour éliminer les activités enzymatiques mais, la température de séchage peut être un facteur destructeur des polyphénols (Ribéreau-Gayon, 1968 ; Toor et Savage, 2006). D'autres paramètres peuvent influencer significativement le taux et la nature des composés phénoliques à savoir le type de solvant d'extraction, la taille des particules et le temps d'extraction (Goli *et al.*, 2005 ; Naczki et Shahidi, 2006 ; Spigno et De Faveri, 2007).

Dans le présent travail, il a été procédé à l'optimisation du solvant d'extraction des composés phénoliques à partir de *Matricaria pubescens*, *d'Artemisia herba alba* et de leur mélange ainsi qu'à la détermination des activités antioxydantes des extraits obtenus.

L'eau distillée, l'acétone 50%, le méthanol 50% et l'éthanol 50% ont été utilisés comme solvant d'extraction.

L'étude statistique montre que la quantité des composés phénoliques extraite à partir de *Matricaria pubescens*, *d'Artemisia herba alba* et de leur mélange présente des différences significatives selon le solvant utilisé ($p < 0,05$) (Figure 11).

Les teneurs les plus élevées en composés phénoliques (1.32g/100g) trouvées dans *Matricaria pubescens* ont été obtenues avec l'acétone 50% et le méthanol 50%, suivi par l'éthanol 50% (1.22g/100g). Alors que la teneur la plus faible (1g/100g) est celle de l'extrait aqueux.

Pour *Artemisia herba alba*, la meilleure teneur (2.93g/100g) a été obtenue avec l'acétone 50% suivi par l'éthanol 50% (2.11 g/100g) et le méthanol 50% (1.95g/100g). Tandis que l'extrait aqueux présente la plus faible teneur (1.35g/100g).

Résultats et discussions

Concernant les extraits préparés par *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba*, l'acétone 50% présente le meilleur solvant avec une teneur de 2.51g/100g. La plus faible teneur 1.38g/100g est obtenue dans l'extrait aqueux.

Pour tous les solvants utilisés, l'étude statistique montre que les teneurs en composés phénoliques les plus importantes ont été trouvées dans le mélange des deux plantes et dans *Artemisia herba alba* dont les teneurs sont égales à 2.40 et 2.08g/100g respectivement. Alors que la faible teneur 1.21g/100g est obtenue dans *Matricaria pubescens*.

Les résultats la présente étude montrent que le meilleur solvant d'extraction des composés phénoliques est l'acétone 50%, tandis que l'eau distillée s'avère être le plus faible pour toutes les plantes testées.

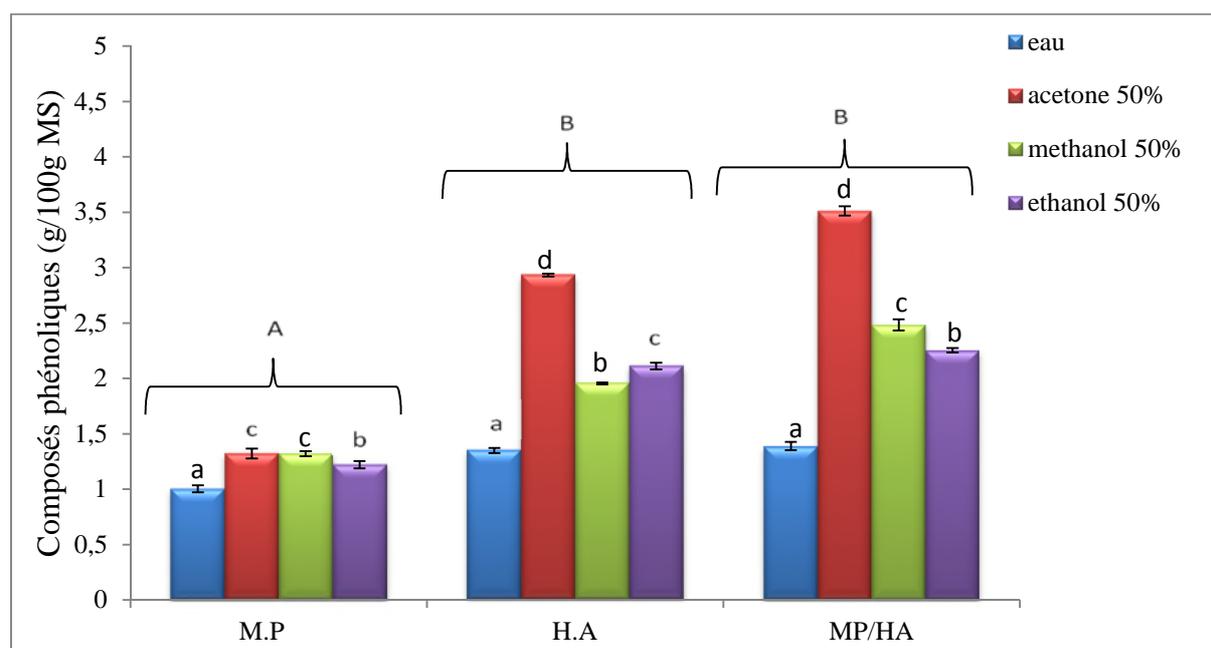


Figure 11: Effet du solvant d'extraction sur la teneur en composés phénoliques des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

-M.P : *Matricaria pubescens* ; H.A : *Artemisia Herba alba* ; MP/HA : le mélange de *Matricaria pubescens* et d'*Artemisia Herba alba*.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$)

Les substances moins polaires (dérivés d'acides phénoliques) ne sont pas isolées quantitativement en utilisant l'eau pure comme solvant d'extraction (Cazes, 2005). Selon (Chirinos *et al.*, 2007), l'extraction par l'eau pure mène à un extrait ayant une teneur élevée en impuretés (acides organiques, glucides, protéines solubles) qui peuvent interférer dans le dosage des composés phénoliques.

Les acides phénoliques très polaires (acides benzoïques et cinnamiques) ne peuvent pas être extraits complètement avec des solvants organiques purs ; les mélanges alcool-eau sont recommandés. L'utilisation de l'eau en combinaison avec des solvants organiques contribue à la création d'un milieu modérément polaire qui assure l'extraction des composés phénoliques (Lapornic *et al.*, 2005 ; Liyana-Pathirana et Shahidi, 2005).

La solubilité des composés phénoliques est influencée par le type de solvant utilisé et le degré de leurs polymérisation (Tazao, 2004 ; Naczka et Shahidi, 2004). Cependant, ces derniers sont le plus souvent combinés à d'autres substances (protéines, polysaccharides, terpènes, chlorophylle, lipides, composés inorganiques...) (Monpon *et al.*, 1996).

Yizhong *et al.* (2003) ont trouvé que l'éthanol est le meilleur solvant d'extraction de certaines plantes de la famille des astéracées (*Arctium lappa*, *Artemisia annua*, *Artemisia argyi* et *Artemisia capillaris*) avec des teneurs en composés phénoliques comprises entre 1.94 et 3.74g EAG/100g, ces teneurs sont proches de celles obtenues dans la présente étude en utilisant le même solvant pour l'extraction, dont les teneurs varient entre 1.32 et 2.48 g/100g.

Suite à une étude faite par Tawaha *et al.* (2007) sur *Artemisia herba alba*, des teneurs en composés phénoliques égales à 2.35g et 3.46 EAG/100g ont été trouvées les extraits aqueux et méthanoliques respectivement. Ces extraits présentent des teneurs élevées en les comparant aux mêmes extraits d'*Artemisia herba alba* de la présente étude dont les teneurs en composés phénoliques sont de 1,35 et 1,96g/100g.

Les teneurs en polyphénols diffèrent d'un auteur à un autre. Cela est probablement dû à différents facteurs comme la complexité de ces composés, la variété des plantes (différentes familles), le type et la concentration du solvant, la

différence de la période et la région de récolte. De plus la méthode d'extraction et du dosage influence les teneurs en composés phénoliques.

I.2. Les flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange varient selon le solvant d'extraction d'une manière significative ($p < 0,05$) (Figure 12).

Pour *Matricaria pubescens* l'éthanol 50% et l'acétone 50% présentent les plus grandes teneurs en flavonoïdes dont les valeurs sont égales à 0.39 et 0.38g/100g respectivement. Alors que la plus faible teneur 0.28g/100g est trouvée dans l'extrait aqueux.

Concernant *Artemisia herba alba*, l'acétone 50% a permis d'obtenir la teneur la plus élevée en flavonoïde (0.45g/100g). Cependant les plus faibles teneurs ont été trouvées dans le méthanol 50% et l'extrait aqueux dont les valeurs sont égales à 0.30 et 0.28g/100g respectivement.

En mélangeant *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba*, l'éthanol 50% a donné la plus grande teneur en flavonoïde (0.56g/100g) suivi par l'acétone 50% (0.50g/100g), tandis que la plus faible teneur est celle de l'extrait aqueux (0.35g/100g).

L'étude statistique révèle que le mélange des deux plantes étudiées présente une teneur en flavonoïde (0.47g/100g) plus importante que celles trouvées dans *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba* dont les valeurs sont égales à 0.36 et 0.34g/100g respectivement.

Djeridane *et al.* (2006), ils ont trouvés une teneur en flavonoïdes de 0,32g ER/100g pour *Artémisia arboresens* et une teneur de 0,74g ER /100g pour *Artemisia campestris* en utilisant l'éthanol comme solvant d'extraction. Ces résultats sont similaires à celles des extraits éthanoliques des échantillons de ce présent travail, dont les teneurs en flavonoïdes varient entre 0.35 et 0.57g/100g.

La solubilité des flavonoïdes dépend du nombre, du type et de la position de la liaison des glucides avec les flavonoïdes (Lapronik *et al.* , 2005).

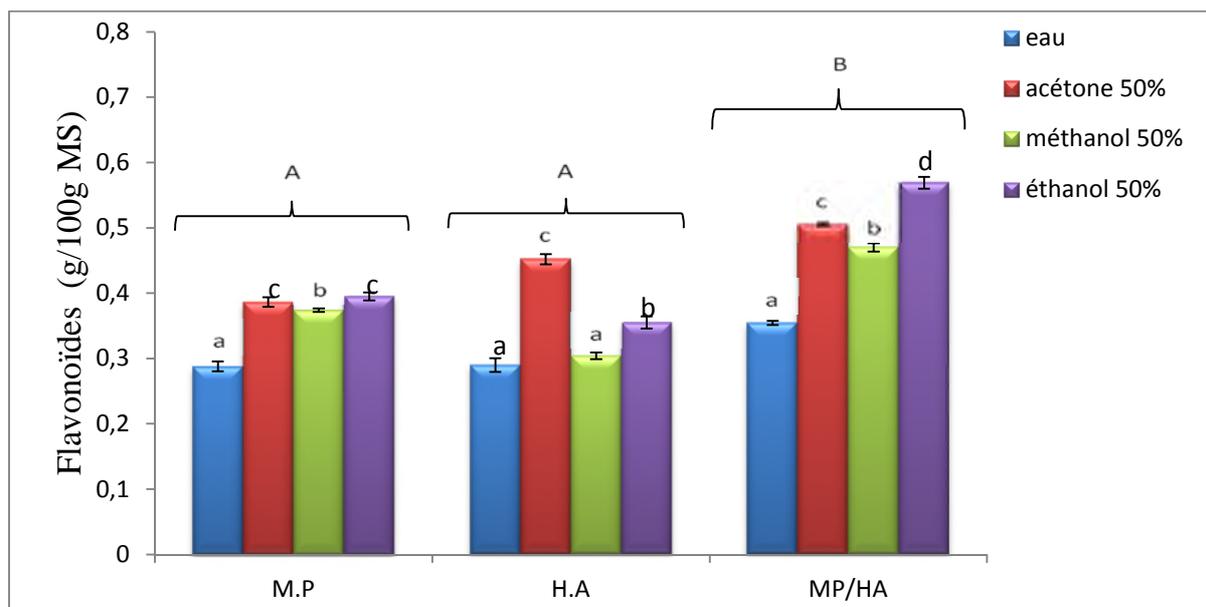


Figure 12: Effet du solvant d'extraction sur la teneur en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artémisia herba alba* et de leur mélange.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$)

II. Activité antioxydante

II.1. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est la capacité qu'a un extrait à donner un électron et à réduire le fer. De nombreux auteurs considèrent la capacité réductrice d'un composé comme indicateur significatif de son pouvoir antioxydant (Tepe *et al.*, 2005).

Les extraits obtenus ont des pouvoirs réducteurs significativement différents selon le solvant et la plante étudiée ($p < 0,05$) (Figure 13).

L'analyse statistique montre que les plus forts pouvoirs réducteurs pour tous les extraits sont obtenus en utilisant l'acétone 50% comme solvant d'extraction, ces pouvoirs varient entre 5.93 et 7.84g d'acide ascorbique /100g. Tandis que les activités réductrices les plus faibles sont trouvés dans les extraits aqueux, elles sont comprises entre 1.76 et 2.54 g d'acide ascorbique /100g.

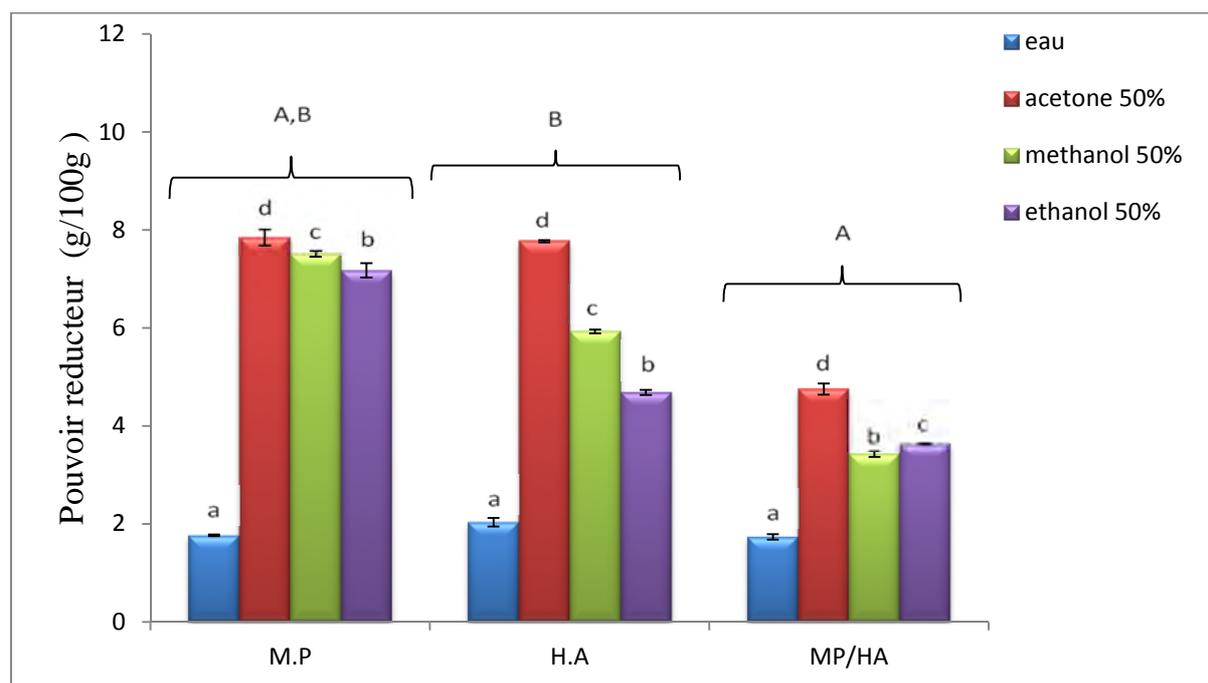


Figure 13 : Effet du solvant d'extraction sur le pouvoir réducteur des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$).

Pour tous les solvants utilisés *Artemisia herba alba* possède le pouvoir réducteur le plus élevée (6.37 g d'acide ascorbique/100g) par rapport à *Matricaria pubescens* (6.07 g d'acide ascorbique/100g) et à leur mélange (4.23 g d'acide ascorbique/100g).

L'analyse des résultats révèle l'existence d'une bonne corrélation linéaire entre le pouvoir réducteur et les teneurs en composés phénoliques de *Matricaria pubescens* ($r = 0.94$), d'*Artemisia herba alba* ($r = 0.93$) et de leur mélange ($r = 0.96$). En outre des bonnes corrélations ont été constatées entre les pouvoir réducteurs des et les teneurs en flavonoïdes de *Matricaria pubescens* ($r = 0.96$), d'*Artemisia herba alba* ($r = 0.78$) et de leur mélange ($r = 0.78$) (Annexe II).

II.2. Activité scavenger du radical DPPH

L'efficacité d'un antioxydant peut être définie comme sa capacité à fixer des radicaux libres, donc à arrêter la propagation de la réaction en chaîne. Afin d'évaluer cette efficacité, la méthode au diphényl-picrylhydrazyl est utilisée. Le degré de décoloration indique le potentiel piègeur des antioxydants présents dans les extraits (molyneux, 2004).

L'analyse statistique indique que tous les extraits ont une bonne activité contre le radical DPPH et présentent des différences significatives selon la plante et le solvant utilisé ($p < 0,05$) (Figure 14).

Pour *Matricaria pubescens* le pourcentage d'inhibition du DPPH le plus élevé (96.58%) a été présenté par l'extrait à l'éthanol 50%. Concernant *Artemisia herba alba* l'extrait méthanolique 50% et acétonique 50% ont permis de donner les activités anti radicalaires les plus fortes avec des pourcentages égales à 99.09 et 98.98% respectivement. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH le plus important (98.23%) obtenu en mélangeant les deux plantes est représenté par l'extrait acétonique 50%.

Les plus faibles activités anti DPPH ont été trouvées dans les extraits aqueux pour toutes les plantes étudiées, dont les pourcentages d'inhibitions sont comprises entre 90.91 et 91.16%.

Artemisia herba alba a présenté la meilleure activité contre le DPPH, pour tous les solvants utilisés, avec un pourcentage de 96.93%. La plus faible activité est obtenue avec *Matricaria pubescens* dont le pourcentage d'inhibition est de 93.98%.

Les teneurs des extraits de *Matricaria pubescens* en composés phénoliques et en flavonoïdes présentent des corrélations linéaires significatives avec le pouvoir antiradicalaire (DPPH); les coefficients de corrélation sont de 0.62 et 0.91 respectivement.

Le pouvoir antiradicalaire (DPPH) des extraits de *Matricaria pubescens* présente moyenne ($r=0.62$) avec les teneurs des en composés phénoliques et une corrélation élevée ($r=0.91$) avec les teneurs en flavonoïdes.

Une bonne corrélation ($r=0.75$) a été révélée entre le pouvoir antiradicalaire (DPPH) et la teneur en composé phénolique pour l'armoise blanche, alors que la corrélation avec la teneur en flavonoïdes et le pouvoir antiradicalaire ($r = 0.55$) est jugée moyenne. Pour l'extrait obtenu par le mélange des deux plants, les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes montrent des bonnes corrélations avec le pouvoir antiradicalaire, dont les coefficients de corrélation sont égales à 0.87 et 0.81 respectivement (Annexe II).

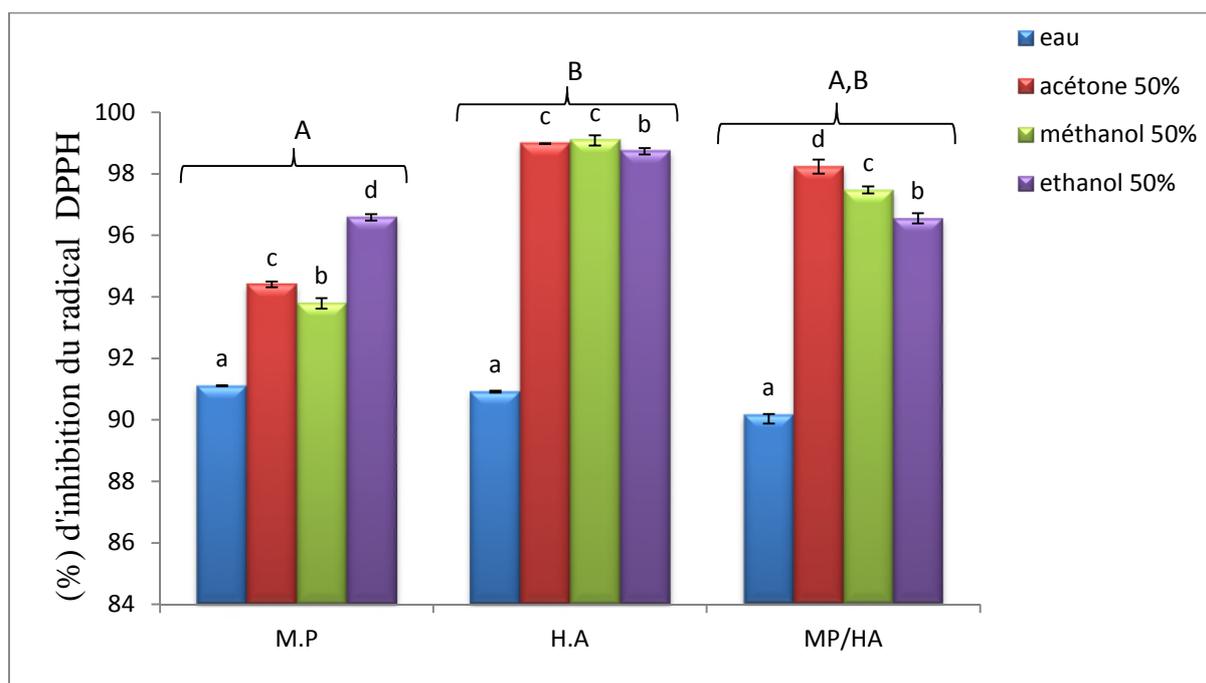


Figure 14 : Effet du solvant d'extraction sur l'activité antiradicalaire(DPPH) des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$)

II.3. Activité scavenger du radical ABTS

L'ABTS est l'une des molécules les plus exploitées dans les études des activités antioxydants. L'activité antioxydant totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical cationique $ABTS^{\bullet+}$ de coloration bleu en le transformant en ABTS incolore, en présence de proton issu d'un antioxydant (Millers *et al.*, 1993 ; Re *et al.*, 1999 ; Diamanti, 2008).

Les résultats de piégeage du radical libre ABTS par les extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange présentent des différences significatives selon la plante et le solvant utilisé ($p < 0,05$) (Figure 15).

L'extrait éthanolique 50% de *Matricaria pubescens* a permis de donner l'inhibition la plus importante (38.49%) comparant avec les autres solvant utilisés. Cependant les activités anti ABTS les plus fortes pour *Artemisia herba alba* et le mélange de cette dernière avec *Matricaria pubescens* ont été trouvées en utilisant l'acétone 50% comme solvant d'extraction, dont les pourcentages d'inhibitions sont de 64.51 et 91,56% respectivement.

L'extrait aqueux a une faible activité antiradicalaire (ABTS) pour toutes les plantes avec un pourcentage d'inhibition varie de 25.34 à 42.70%

L'activité antiradicalaire la plus élevée est celle obtenue dans le mélange des deux plantes avec un pourcentage d'inhibition égal à 71.66%. *Artemisia herba alba* présente une activité moyenne de 51.64%. Alors que la plus faible activité 29.69% est celle de *Matricaria pubescens*.

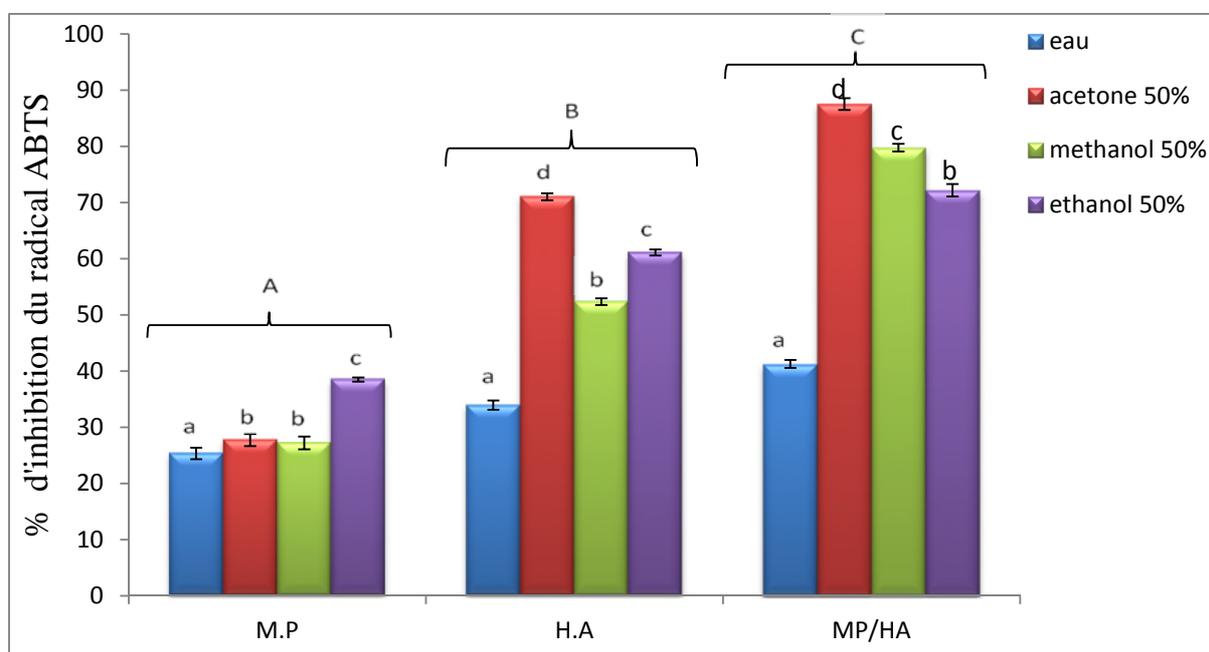


Figure 15 : Effet du solvant d'extraction sur l'activité antiradicalaire (ABTS) des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$)

L'activité antiradicalaire élevée du mélange pourrait être expliquée par une synergie positive entre les antioxydants de *Matricaria pubescens* et les antioxydants d'*Artemisia herba alba*.

Par ailleurs, il existe une bonne corrélation entre les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes d'*Artemisia herba alba* et celles de mélange des deux plantes de la présente étude et l'activité scavenger du radical ABTS avec des coefficients de corrélations comprises entre 0.73 et 0.95. L'activité antiradicalaire des extraits de *Matricaria pubescens* présente une corrélation linéaire moyenne avec les teneurs en flavonoïdes ($r=0.56$) et une corrélation linéaire faible avec les teneurs en composés phénoliques (Annexe II).

II.4. Evaluation de l'activité antioxydante totale

La figure 16 indique que tous les extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de mélange de ces deux plantes présentent des activités antioxydantes significativement différentes ($p<0,05$).

Pour *Matricaria pubescens* la meilleure capacité antioxydante de l'ordre de 0.34g d'acide ascorbique/100g est obtenue avec l'extrait méthanolique 50%.

Les extraits préparés par l'acétone 50% et le méthanol 50% ont les capacités antioxydantes les plus importantes pour *Artemisia herba alba* dont les valeurs ne présentent pas de différence significative (0.64g d'acide ascorbique /100g).

Concernant le mélange des deux plantes étudiées, la capacité antioxydante la plus importante (0.57g d'acide ascorbique /100g) est obtenue avec l'acétone 50%.

La capacité antioxydante la plus faible pour toutes les plantes est celle de l'extrait aqueux avec des teneurs allant de 0.18 à 0.34g d'acide ascorbique /100g.

Artemisia herba alba et le mélange des deux plantes ont les capacités antioxydantes les plus élevées avec des valeurs de 0.50 et 0.45g d'acide ascorbique /100g respectivement, comparant à celle de *Matricaria pubescens* avec une valeur de 0.29g d'acide ascorbique /100g.

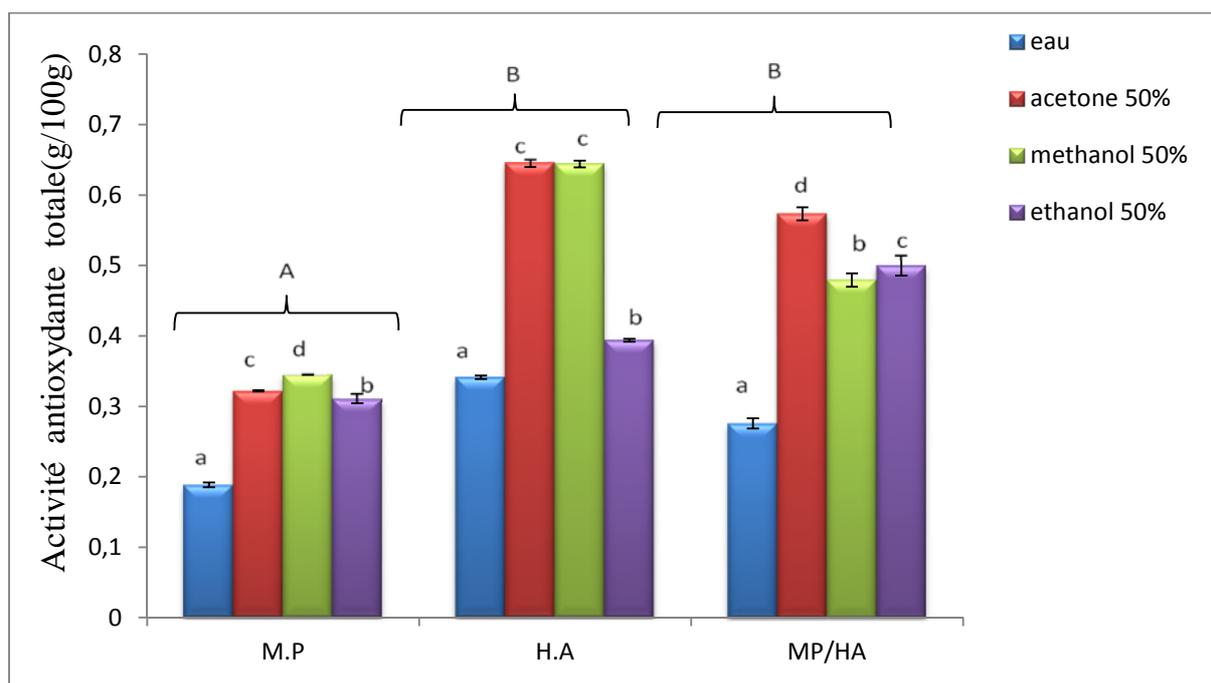


Figure 16 : Effet du solvant d'extraction sur l'activité antioxydante totale des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$).

Les études menées par Quezel et santa, (1963) sur deux plantes de la famille des astéracées (*Cotula cinerea* et *Pentzia monodiana*) montrent des activités antioxydantes inférieures à celles obtenues dans la présente étude avec des valeurs allant de 0.01g à 0.07g/100g.

Les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes montrent des bonnes corrélations avec l'activité antioxydante totale pour tous les extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur association. Les coefficients de corrélations varient entre 0.68 et 0.94. A l'exception des flavonoïdes de l'armoise blanche qui présentent une moyenne corrélation ($r = 0.48$) (Annexe II).

II.5. Test de blanchiment de β -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique

Les résultats de l'inhibition de blanchiment de la β -carotène par les extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et le mélange de ces deux plantes présentent des différences significatives selon le solvant d'extraction utilisé ($p < 0,05$) (Figure 17).

L'extrait méthanolique 50% révèle les pourcentages d'inhibitions de blanchiment de la β -carotène les plus puissants pour *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba*, ils sont égales à 88.60 et 83.50% respectivement.

Pour le mélange des deux plantes étudiées l'étude statistique montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les pourcentages d'inhibition de l'extrait méthanoliques 50% et aqueux, cependant ils représentent les meilleures activités avec des pourcentages de 93.70 et 96.25% respectivement.

Les plus faibles activités inhibitrices pour *Matricaria pubescens* et pour le mélange des deux plantes étudiées sont obtenues avec l'acétone 50%. Pour *Artemisia herba alba* la plus faible activité est celle de l'extrait aqueux.

Le test de blanchissement de la β -carotène ne révèle pas des différences significatives entre *Matricaria pubescens*, *Artemisia herba alba* et leur mélange. Les pourcentages d'inhibition sont égales à 72.87, 73.08 et 78.61% respectivement.

Akrouf et al. (2011) ont étudié l'activité antioxydante d'*Artemisia campestris* et de *Thymelaea hirsuta* par plusieurs méthodes dont celle de décoloration du β -carotène. Ils ont trouvés pour l'extrait éthanolique d'*Artemisia campestris* une valeur de 34 %, celle-ci est relativement faible, par-apport à celle de notre étude 83.50%. Ceci pourrait être expliqué par le fait que nos extraits contiennent des quantités supérieures en composés antioxydants.

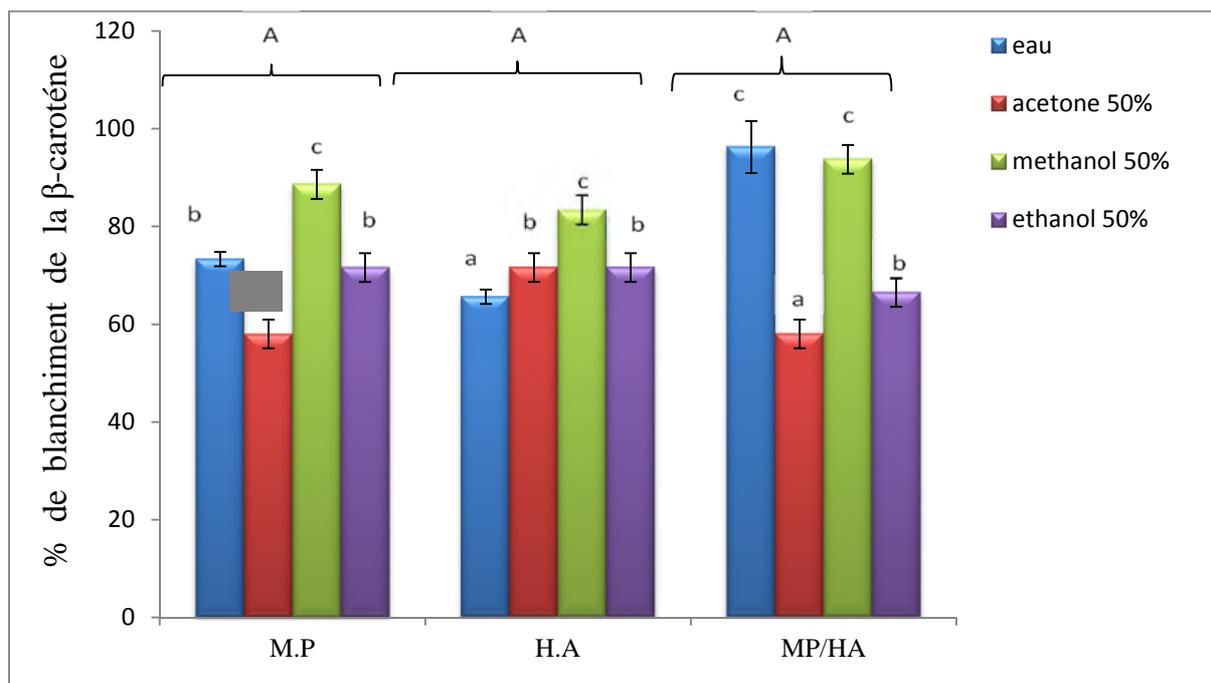


Figure 17 : Effet du solvant d'extraction sur l'inhibition de blanchiment de la β -carotène des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$).

En étudiant les corrélations entre les teneurs en composés phénoliques, en flavonoïdes et l'inhibition de blanchiment de la β -carotène ; aucune corrélation n'a été établie entre les pourcentages d'inhibition de blanchiment de la β -carotène et les composés de *Matricaria pubescens* et d'*Artemisia herba alba* (le coefficient de corrélation est inférieur à 0.18). Une bonne corrélation est constatée avec les composés de mélange des deux plantes étudiées un coefficient de 0.73 pour les composés phénolique et 0.74 pour les flavonoïdes (Annexe II).

II.6. Activité scavenger du radical hydroxyle

Les résultats de piégeage du radical hydroxyle par les extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange montrés dans la figure 18 présentent des différences significatives selon le solvant d'extraction utilisé ($p < 0,05$).

Les extraits éthanoliques 50% et méthanolique 50% de *Matricaria pubescens* présentent les meilleures capacités à piéger le radical hydroxyle avec des pourcentages de 95,54% et 95,36% respectivement.

La meilleure activité inhibitrice du radical hydroxyle pour *Artemisia herba alba* est obtenue par l'extrait méthanolique avec un pourcentage de 98.26% et pour le mélange des deux plantes la meilleure capacité inhibitrice (92.99%) est celle de l'extrait éthanolique

La plus faible activité pour toutes les plantes est obtenue par l'extrait aqueux dont le pourcentage d'inhibition du radical hydroxyle varie de 59.39% à 75.10%.

Les résultats de piégeage du radical hydroxyle ne montrent pas des différences significatives entre les plantes étudiées. Les pourcentages sont comme suit : 90.13% pour *Artemisia herba alba*, 87.69% pour *Matricaria pubescens* et 82.64% pour le mélange des deux plantes.

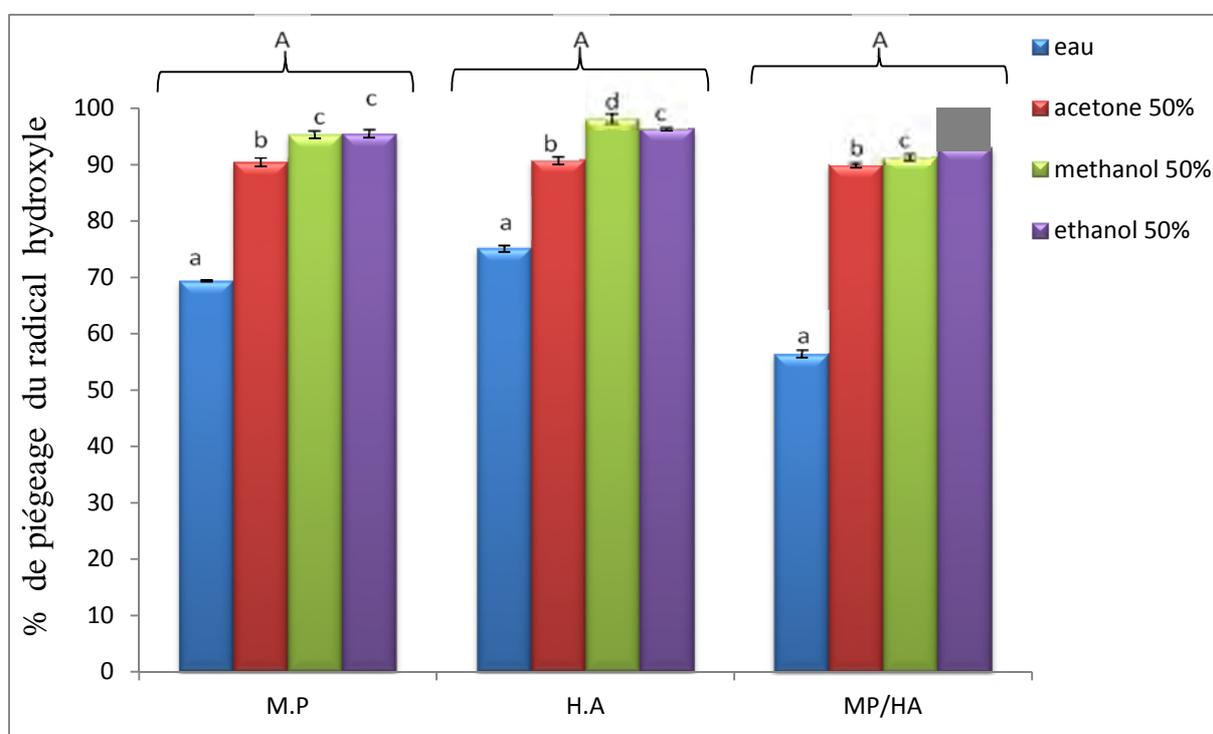


Figure 18 : Effet du solvant d'extraction sur l'activité antiradicalaire (O'H) des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

-Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c < d$).

Pour tous les extraits de *Matricaria pubescens* et du mélange des deux plantes étudiées, des bonnes corrélations qui varient entre 0.73 et 0.95 ont été obtenues entre les teneurs en composés phénoliques, en flavonoïdes et l'activité scavenger du radical hydroxyle.

Les teneurs en composés phénoliques d'*Artemisia herba alba* présentent une corrélation moyenne ($r = 0.51$) avec l'activité inhibitrice du radical hydroxyle. Cependant, cette corrélation est faible entre les flavonoïdes et l'activité antioxydante du radical hydroxyle ($r = 0.28$) (Annexe II).

Une différence assez importante a été constatée entre les différents tests appliqués pour évaluer l'activité antiradicalaire ; sont les tests par DPPH et OH qui ont donnés les meilleurs activités antiradicalaires.

L'analyse statistique des résultats indique que les activités antioxydantes obtenues des extraits de ce présent travail varient en fonction du solvant utilisé, de la plante étudiée et de la méthode d'évaluation de ces activités. La variation dans l'activité antioxydante pourrait être due à la quantité et /ou à la nature des substances antioxydantes présentes dans les extraits de la matricaire et l'armoise blanche.

Les études menées par Gulçin *et al.* (2003) et Tepe *et al.* (2005), indiquent que le solvant d'extraction a une influence sur l'activité antioxydante des extraits.

Conclusion

Conclusion

Notre étude a été consacrée aux dosages de quelques antioxydants (polyphénols totaux et flavonoïdes) de deux plantes médicinales de la flore du Sahara algérienne « *Matricaria pubescens* » et « *Artemisia herba alba* », après leur extraction en utilisant plusieurs solvants, ainsi qu'à la détermination de l'activité antioxydante des extraits obtenus.

Les résultats de la présente étude ont indiqués que l'acétone 50% est le solvant le plus efficace pour l'extraction des composés phénoliques à partir de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange. Les teneurs les plus importantes ont été trouvées dans l'armoise blanche et dans le mélange des deux plantes étudiées.

L'étude statistique a montré que l'éthanol 50% et l'acétone 50% ont présentés les plus grandes teneurs en flavonoïdes pour *Matricaria pubescens*. Concernant *Artemisia herba alba*, l'acétone 50% a permis d'obtenir la teneur la plus élevée (0.45g/100g). En mélangeant *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba*, l'éthanol 50% a donné la teneur en flavonoïde la plus grande. Le mélange des deux plantes étudiées a présenté une teneur en flavonoïde plus importante que celles trouvées dans *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba*.

Les extraits à l'acétone 50% ont présentés les plus forts pouvoirs réducteurs pour l'ensemble des échantillons, au moment ou l'espèce *Artemisia herba alba* a produit le pouvoir réducteur le plus élevé.

L'évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH a révélée que tous les extraits ont présentés un important potentiel antioxydant. L'extrait éthanolique 50% a donné la meilleure capacité anti-DPPH pour la matricaire, les extraits acétoniques 50% et méthanoliques 50% pour l'armoise blanche et l'extrait acétonique 50% pour le mélange des deux plantes. L'armoise blanche manifeste la capacité anti-DPPH la plus puissante.

L'extrait éthanolique 50% de *Matricaria pubescens* a permis d'inhiber le radical ABTS avec un pourcentage plus important comparant avec les autres solvant utilisés. Cependant les activités anti ABTS les plus fortes pour *Artemisia herba alba* et le mélange de cette dernier avec *Matricaria pubescens* ont été trouvées en utilisant l'acétone 50% comme solvant d'extraction. L'activité antiradicalaire la plus élevée est celle obtenue avec le mélange des deux plantes.

Les extraits acétonique 50% et méthanolique 50% ont permis de donnés les meilleures activités antioxydantes totales pour l'armoise blanche, tandis que le méthanol 50% est le meilleur pour la matricaire. L'acétone 50% a représenté la capacité antioxydante totale la plus forte pour le mélange. *Artemisia herba alba* et la combinaison des deux plantes ont les capacités les plus.

Le blanchiment de β - carotène par nos extraits a révélé que l'extrait aqueux du mélange a présenté la meilleure capacité.

Les résultats de piégeage du radical hydroxyle indiquent que l'extrait méthanolique de l'armoise blanche a la plus forte activité inhibitrice.

L'étude statistique ne montre aucune différence significative entre les activités antioxydantes et les pourcentages du piégeage du radical hydroxyle des extraits de *Matricaria pubescens*, d'*Artemisia herba alba* et de leur mélange.

L'étude réalisée sur les corrélations entre les teneurs en composés phénoliques totaux, en flavonoïdes et les différents tests de l'activité antioxydante testés, nous a permis d'aboutir aux résultats suivants :

- l'existence d'une bonne corrélation entre le pouvoir réducteur, les activités antiradicalaires (DPPH, ABTS et OH) et les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes ;
- les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes présentent une bonne corrélation avec l'activité antioxydante totale ;

- aucune corrélation linéaire n'a été établie entre l'activité inhibitrice du blanchiment de β - carotène et les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens* et d'*Artemisia herba alba* ;
- bonne corrélation a été constatée entre les teneurs en composés phénoliques, en flavonoïdes des extraits du mélange des deux plantes et l'activité inhibitrice du blanchiment de β - carotène.

Dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant d' :

- Étudier les possibles activités biologiques de ces extraits afin de mettre en évidence d'éventuelles activités : anti-inflammatoire, antimicrobienne et cytotoxique ;
- et d'identifier les principes actifs responsables de l'activité antioxydante.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- Afonso V., Champy R., Mitrovic D., Collin P. et Lomri A. 2007. Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases : rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du Rhumatisme*. 74: 636–643.
- Anne-Laure B., Vessela A-P., Jacques G., Barreau C. et Forget-Richard F. (2007). Analyse de facteurs biochimiques interagissant dans le processus de biosynthèse des TCTB. *Colloque Fusariotoxines des Céréales-Arcachon*.
- Arabshahi-Delouee S. et Urooj A. 2007. Antioxidant properties of various solventextracts of mulberry (*Morus indica L.*) leaves. *Food Chemistry*. 102: 1233–1240.
- Aruoma O.I., Bahorun T. and Jen L.S. 2003. Neuroprotection by bioactive components in medicinal and food plant extracts. *Mutation Research*. 544: 203-215.
- Atoum, M., Al-charchafchi, F et Modallah, N. (2006). Biological activity and antimutagenicity of water soluble phytotoxins from *Artemisia herba alba* asso. *Pakistan journal of Biological sciences*. 9:1774-1778.
- Ayad N., Hellal B. et Maatoug, M-H. 2007. Dynamique des peuplements d'*artemisia herba-alba* asso dans la steppe du sud oranais (Algérie Occidentale). *Sécheresse*. 18(3) :193-198.

B

- Bahorun T., Luximon-Ramma A., Crozier A. and Aruoma O. 2004. Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 84:1553–1561.
- Balasundram N., Sundram K. and Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potentiel uses. *Food Chemistry*. 99: 191-203.
- Barati Elbaz C. et Le Marechal P. 2008. Biochimie en 23 fichiers. *Dunod, Paris*: 62 :135p.
- Bellakhdar j. 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. *Medecine arabe ancienne et savoirs populaires*, Paris, édition *Ibis presse*, 764p.
- Berger M.M. 2006. Manipulations Nutritionnelles du stress oxydant : état de connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 20:48-53.
- Bijoy, M., Jayati, S. & Prabir, K.S. 2008. Antioxidant activities of soybean as affected by *Bacillus*-fermentation to kinema. *Food Research International*.41: 586 - 593.

- Bors W., Michel C. et Stettmaier K. 1997. Antioxydant effets of flavonoïdes. *British Library*. 6 : 399-402.
- Bougatef A., Hajji M., Lassoued I., Triki-Ellouz Y., Nasri M. 2009. Antioxydant and free radical-scavenging activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases. *Food Chemistry*. 114: 1198-1205.
- Bruneto J. 2008. Pharmacognosie : composés phénoliques, shikimates, acétates. 3^{ème} édition. *Editions TEC et DOC*: 233-447.
- Bruneton J. 2009. Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 4^{ème} édition : *Tec&Doc paris*. P : 262.

C

- Čavar S., Maksimović M., Vidić D. & Parić A. 2012. Chemical composition and antioxydant and antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia annua L.* From Bosnia. *Industrial Crops and Products*. 37: 479 - 485.
- Cazes D-J. 2005. Encyclopedia of Chromatography In « Phenolic Acids in Naturel Plants: Analysis by HPLC ». P1806.
- Cheynier V. 2005. Polyphenols in foods are more complex than often thought American. *Journal of Clinical Nutrition*. 81:223-229.
- Chirinos R., Rogez H., Campos D., Pedreschi R., et Larondelle Y. 2007. Optimization of extraction conditions of antioxydant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavon*) tubers. *Separation and Purification Technology*. 55:217-225.
- Chu W.L ., Lim Y.W, Radhakrishnan A. K. & Lim P. E. 2010. Protective effect of aqueous extract from *Spirulina platensis* against cell death induced by free radicals. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10 (53): 2-8.
- Cillard J. and Cillard P. 2006. Mécanismes de la peroxydation lipidique et des antioxydations. *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 13 (1) : 24-29.
- Cotellet N. 2001. Role of flavonoïdes in oxidative stress. *Current topics in Medicinal Chemistry*. 1: 569-590.
- Cowan M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews* : 564-582
- Curtay J.-P. et Robin J.M. 2000. Intérêt des complexes antioxydants. *Nutriherapie Info*.

D

- Da Silvaa S.L., Da Silva A., Honorio K.M., Marangoni S., Toyama M.H. et Da silvaa A.B.F. 2004. The influence of electronic, steric and hydrophobic

properties of flavonoid compounds in the inhibition of the xanthine oxidase. *Journal of Molecular Structure: theohem.* 684:1-7.

- Derbel S. et Ghedira K. 2005. Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie et Nutrition.* 1: 28-34.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry.* 97: 654-660.

F

- Favier A. 2003. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 108 - 115.

G

- Goli A H., Barzegar M and Sahari M A. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chemistry.* 92:521-525.
- Goudable J., Favier A. 1997. Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme.* 11 :115-120.
- Gülçin I., Oktay M., Kireççi E. et Küfrevioğlu Ö.I. 2003. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food Chemistry.* 83(3): 371-382.

H

- Halliwell B., Gutteridge J.M.C., Arnoma O.L. 1987. The deoxyribose method: A simple test tube assay for the determination of rate constant for reaction of hydroxyl radical. *Analytical Biochemistry.* 165: 215-219.
- Halliwell B. 1999. Establishing the significance and optimal intake of dietary antioxidant: the biomarker concept. *Nutrition Reviews.* 57 : 104-113.
- Halliwell B. 2006. Phagocyte-derived reactive species: salvation or suicide? *Trends in biochemical sciences.* 31(9):509-515.
- Halliwell B. 2007. Dietary polyphenols : Good , bad, or indifferent for your health? *Cardiovascular Research.* 73:341-347.
- Hammiche V, Maiza K. 2006. Traditional medicine in Central Sahara : Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *J Ethnopharmacology.* 105. 358-367
- Harborne J.B. et Williams C.A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry.* 55:481-504.

- Havsteen B.H. 2002. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology and Therapeutics*. 96:67-202.
- Heim K.L., Tagliaferro A.R. and Bobilya D.J. 2002. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*.13:572–584.

J

- Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A. et Stevens P. 2002. Les arguments taxonomiques : caractères structuraux et biochimiques. in Botanique systematique : une perspective phylogénétique. *De Boeck*, paris. pp : 45-88.
- Judde A. 2004. Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique: mécanisme, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications? *Oléagineux Corps Gras Lipides*. 11 (6): 414-418.

K

- Ksouri R., Megdiche W., Debez A., Falleh H., Grignon C., Abdelly C. 2007. Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 45: 244-249.

L

- Laguerre M., Lecomte J. & Villeneuve P. 2007. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress in Lipid Research*.46: 244-282.
- Lapornik B., Prosek M. et Wondra A.G. 2005. Comparaison of extracts prepared from plant by- products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*. 71: 214-222.

M

- Macheix J.J., Fleuriet A et Sarni-Manchado P. 2006. Composés phénoliques dans la plante, structure, biosynthèse, répartition et rôle. In : Les polyphénols en agroalimentaire. Edition *Technologie et document*. Paris, 380-398.
- Maiza K., Brac de la Perrière E.A., et Hammiche V. 1993. Pharmacopée traditionnelle saharienne : Sahara septentrional. Médicaments et Aliments: *L'Approche Ethnopharmacologique*. pp :169-171.

- Maiza K., Brac de la Perriere R.A., Hammiche V. 2011. Pharmacopée traditionnelle saharienne : Sahara septentrional. Médicaments et aliments : l'approche ethnopharmacologique. pp : 169-171.
- Martin S. et Andriantsitohaina R. 2002. Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*. 51: 304-315.
- Miller N. J., Rice-Evans C., Davies M. J., Gopinathan V., Milner A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*. 84: 407-412.
- Mohsen S.M et Ammar A.S.M. 2009. Total phenolic contents and antioxidant activity of corn tassel extracts. *Food Chemistry*. 112:595-598.
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. The Songklanakarin *Journal of Science and Technology*. 26(2): 211 - 219.
- Mompon B., Lemaire B., Mengal P. et Surbled M. 1996. Extraction des polyphénols Du laboratoire à la production industrielle .Ed. INRA (Bordeaux, France). 267 p.
- Morena M., Martin-Mateo M., Cristol J.-P. et Canaud B. 2002. Stress oxydant, hémoincompatibilité et complications de la dialyse au long cours. *Néphrologie*. 23 (5) : 201-208.

N

- Naczki M. et Shahidi F. 2006. Phenolic in cereals, fruits and vegetables : Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41:1523-1542.
- Nève J. 2002. Modulation de l'apport alimentaire en antioxydant. *Nutrition clinique et métabolisme*. 16: 292-30.
- Nicholson R. et Vermerris W. 2006. Phenolic compound biochemistry. *Edition: Springer. New York*. 01-48.

O

- Okuda T., 2005. Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal .*Plant Phytochemistry*. 66: 2012-2030.
- Ould el hadj M.D., Hadj-Mahammed M. Et Zabeirou H., 2003. Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla. *Courrier du Savoir N°03* : 47-51
- Ozenda P. 1991. Flore et végétation du Sahara. *Ed: CNRS* .pp: 601-602.
- Ozenda P, 2004. Flore et végétation du Sahara. Troisième édition. *CNRS édition*. Paris, 92,438 :662.

P

- Pasquier C. 1995. Stress oxydatif et inflammation. *Revue française des Laboratoires*. 276 : 87 - 92.
- Pastre, J.O.C. 2005. Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Thèse de docteur vétérinaire. *Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse*. 120p.
- Pietta P-G. 2000. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*. 63: 1035-1042.
- Pincemail J., Bonjean K., Cayeux K. & Defraigne J.O. 2008. Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante. *Nutrition clinique et métabolisme*. 16 : 233 – 239.
- Pitchaon M. 2011. Antioxydant capacity of extracts and fraction from mango (*Mangifera indica*) seed kernels. *International food research journal*. 18: 523-528.
- Prieto P., Pineda M., & Aguilar M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex : specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*. 269: 337–341.

Q

- Quezel P., Santa S. 1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, *CNRS, Paris* : pp 600.

R

- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M. & Rice-Evans C. 1999. Antioxydant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Science Inc*. 26:1231-1237.
- Ribéreau-Gayon P. 1968. Notions générales sur les composés phénoliques. In : les composés phénoliques des végétaux. *Edition Dunod*. PP : 1-27.
- Ribereau-Gayon P. 1982. Notions générales sur les composés phénoliques, méthodes générales d'études des composés phénoliques. In composés phénoliques des végétaux. *Ed. Dunod, Paris*. P: 173-201.
- Richter G. 1993. Composés phénoliques. In «Métabolisme des végétaux : physiologie et biochimie». *Edition Presses polytechnique et universitaires romandes*. PP: 317-339.

- Robards K., Prenzler D.P., Tucker G., Swatsitang P. et Glover W. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*.66:401-436.

S

- Saraf S., Ashawat S. M. and Saraf S. 2007. Flavonoids: A nutritional protection against oxidative and UV induced cellular damages. *Pharmacognosy Reviews*, 1 (1).
- Shahidi F. 1997. Natural antioxidants: Chemistry, Health Effects, and Application. *The American Oil Chemists Society*: 414.
- Siddhuraju P., Becker K. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) seed extracts. *Food Chemistry*.101: 10-19.
- Sokol-Letowska A., Oszmian J. et Wojdylo A. 2007. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and shallcap. *Food Chemistry*. 103:853-859.
- Soobrattee M. A., Neergheen V.S., Luximon-Rammaa A., Aruomab O.I. et Bahorun T.2005. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research*. 579: 200-213.
- Su L., Yin J-J., Charles D., Zhou K., Moore J. et Yu L. 2007. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. *Food Chemistry*. 100:990-997.
- Sun, T., Ho, C-H. 2005. Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chemistry*, 90: 743–749.

T

- Tang S. Y. & Halliwell B. 2010. Medicinal plants and antioxidants: What do we learn from cell culture and *Caenorhabditis elegans* studies? *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 394: 1-5.
- Tawaha K., Alali F.Q., Gharaibeh M., Mohammad M. et El-Elimat T. 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*. 104 (4):1372-1378
- Tepe B., Daferera D, Sokmen A., Sokmen M. et Polissiou M. 2005. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). *Food Chemistry*. 90:333-340.

- Thomas S.R., Chen K. & Keaney J.F. 2003. Oxidative stress and endothelial nitric oxide bioactivity *Antioxyd Redox Signal. Mary Ann libert publishers*, 5 (2):94-181.
- Tsao R. and Deng Z. 2004. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography B*. 812: 85-99.

U

- Unten L., Koketsu M., Kim M. 1997. Antidiscoloring activity of green tea polyphenols on B-carotene. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* .45: 2009-2019.

V

- Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M. et Mazur M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*. 160:1-40.
- Valko M., Leibfritz D., Moncola J., Cronin M.T.D. Mazura M. & Telser, J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 39: 44 - 84.

W

- Wang S., Dusting G.J., May C.N. et Woodman O.L. 2004. 3',4'-dihydroxyflavonol reduces infarct size and injury associated with myocardial ischaemia and reperfusion insheep. *British Journal of Pharmacology*.142:443-452.
- Wright C.W. 2002. *Artemisia*. Taylor & Francis, London and New York, 359P.

Y

- Yizhong Caia., Qiong Luob., Mei Sunc. Et Harold Corkea. 2003. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*. 74:2160-2161.

Z

- Zimmer N. et Cordesse R. 1996. Influence des tannins sur la valeur nutritive des aliments des rumaniments. *INRA productions animales*, 9 (3): 167-179.

Annexe

Annexe I : Courbes d'étalonnages

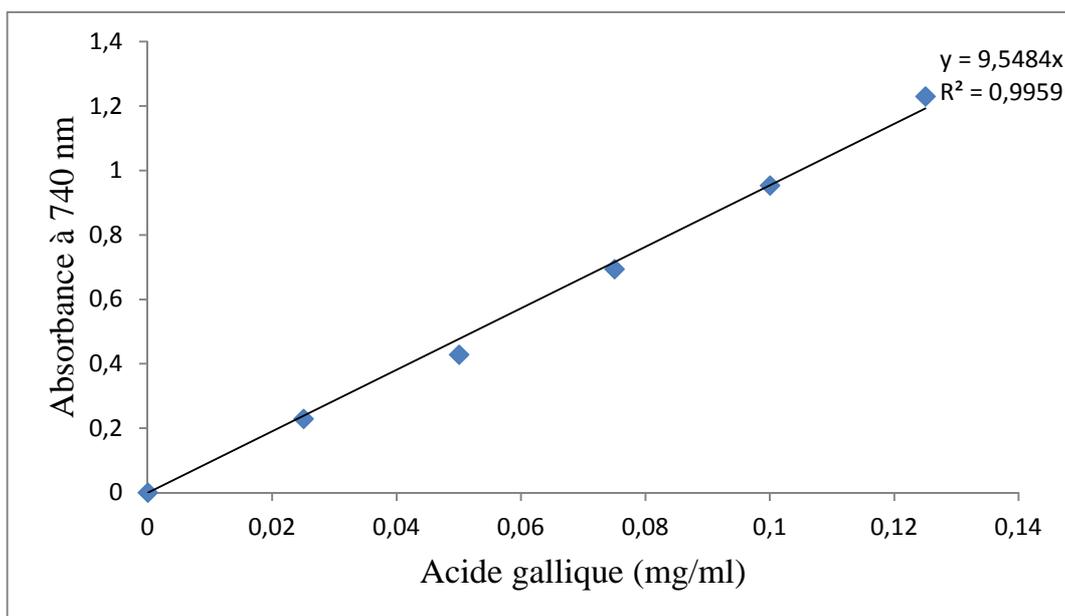


Figure 01 : Courbe d'étalonnage des composés phénoliques

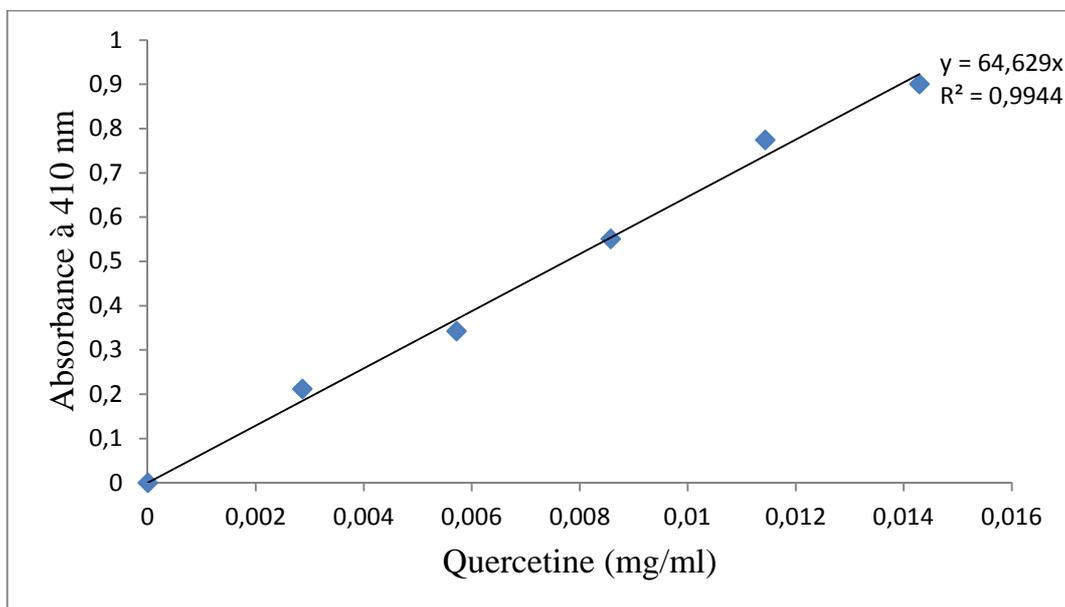


Figure 02 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

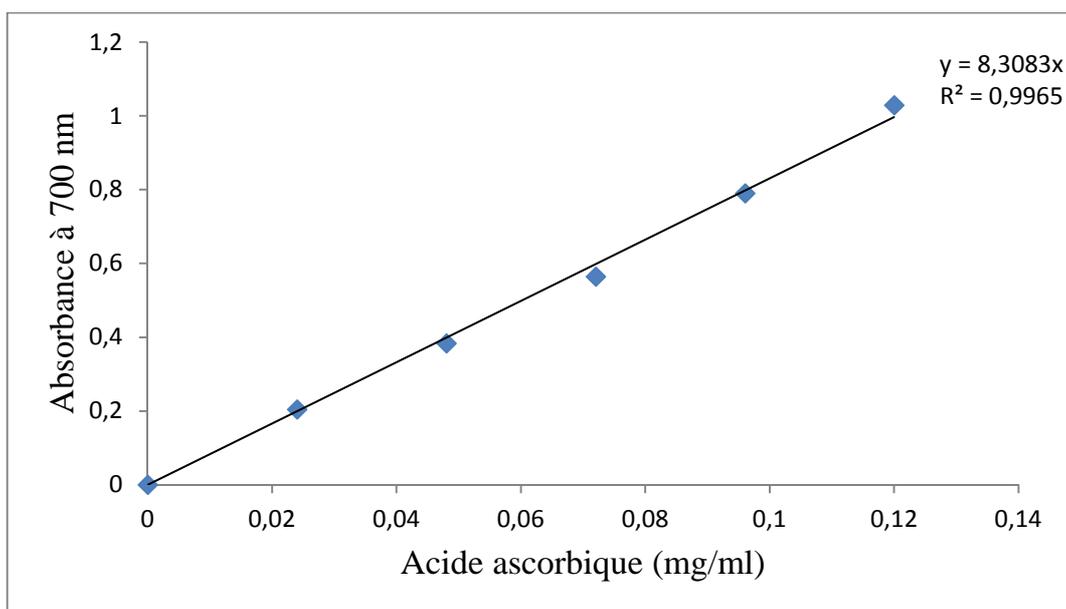


Figure 03 : Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur.

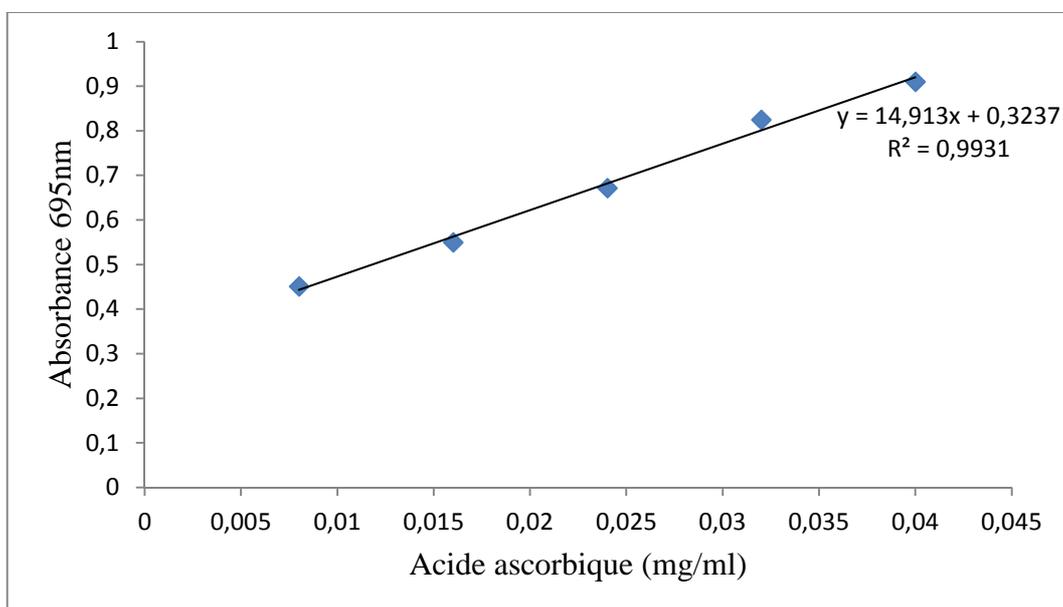


Figure 04 : Courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante totale.

Annexe II : Courbes de corrélations

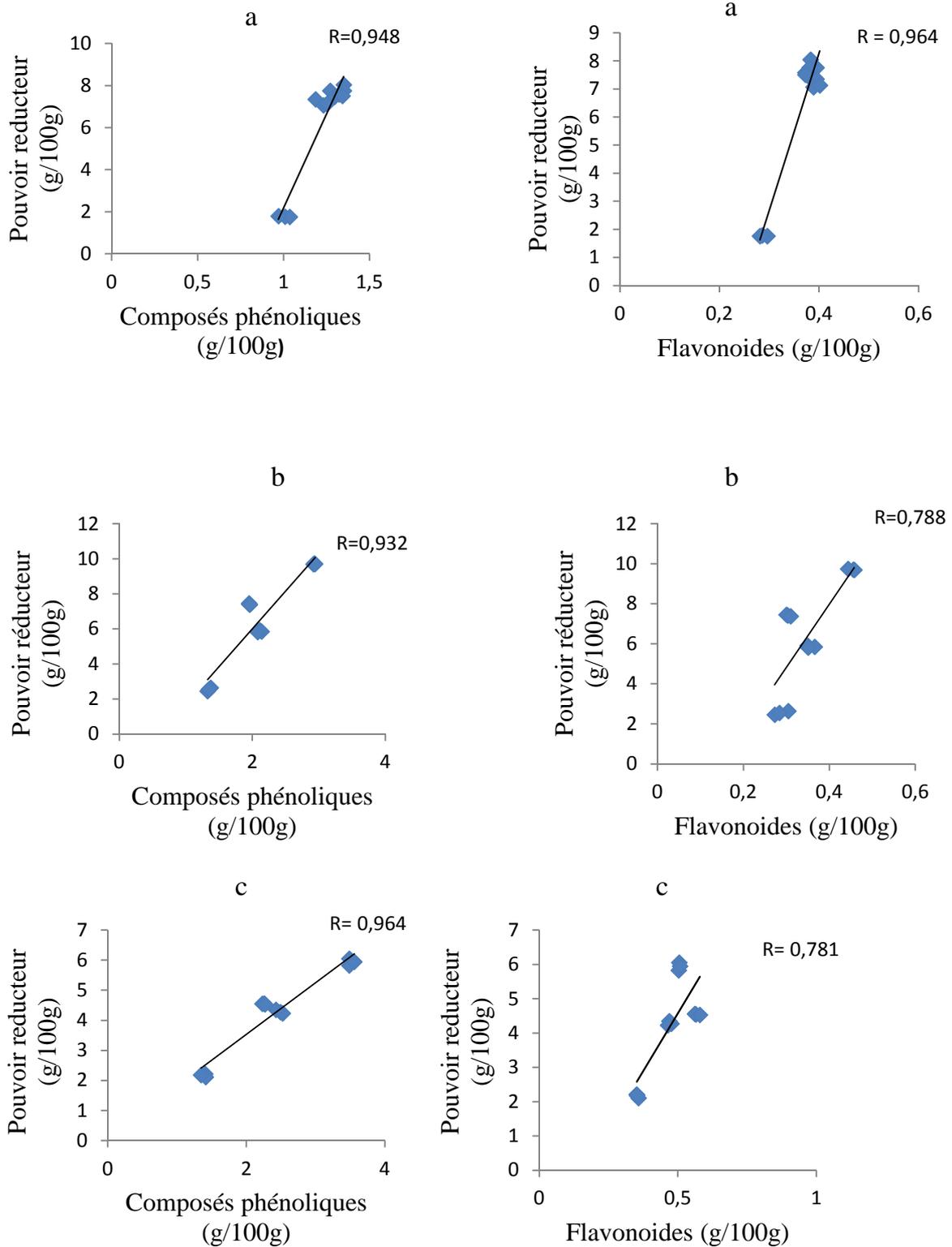


Figure 04 : Corrélation entre le pouvoir réducteur et les teneurs en composés phénolique et en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens* (a), d'*Artemisia herba alba* (b) et de leur mélange (c).

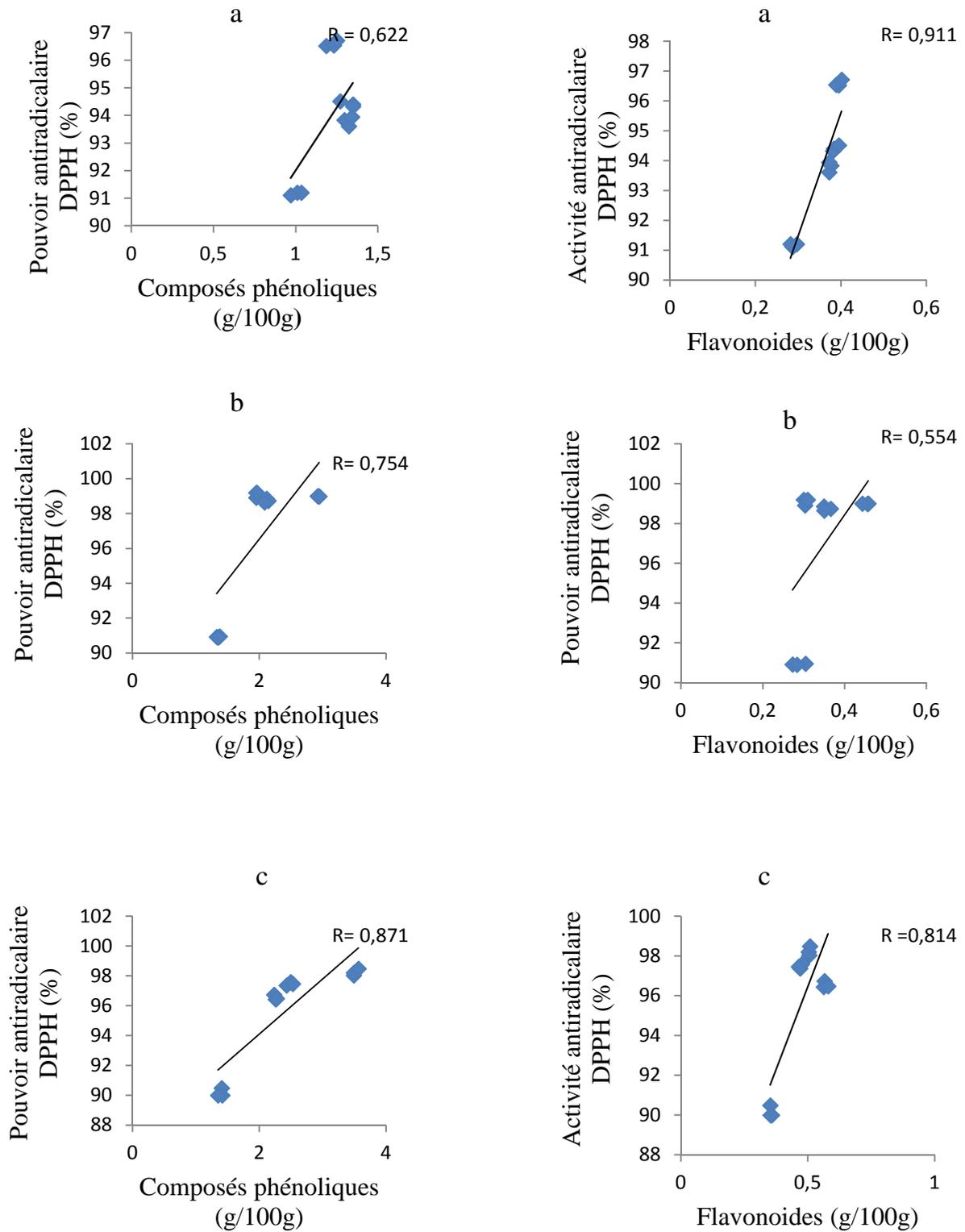


Figure 05 : Corrélation entre le pouvoir antiradicalaire (DPPH) et les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens* (a), d'*Artemisia herba alba* (b) et de leur mélange (c).

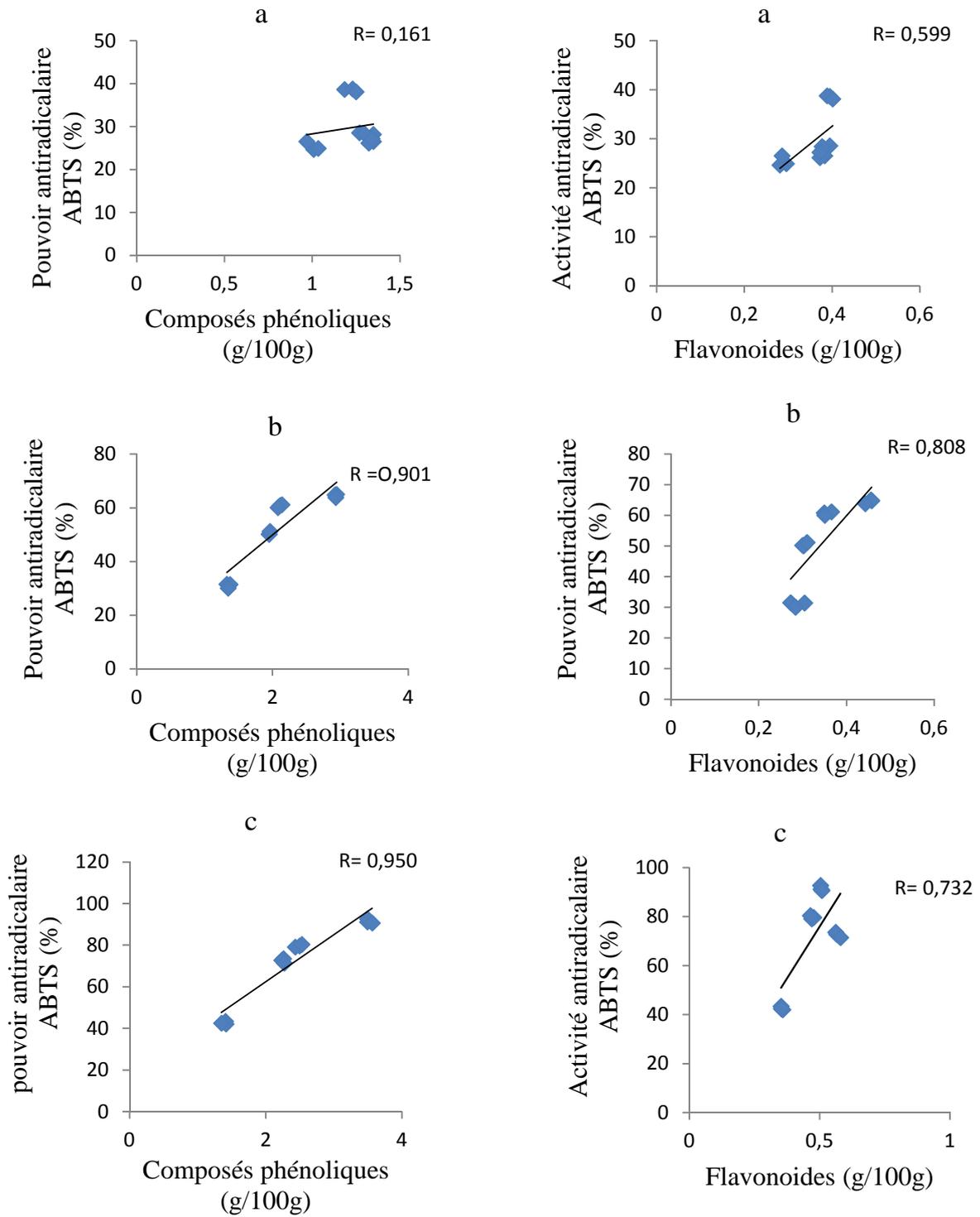


Figure 06 : Corrélation entre le pouvoir antiradicalaire (ABTS) et les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens* (a), d'*Artemisia herba alba* (b) et de leur mélange (c).

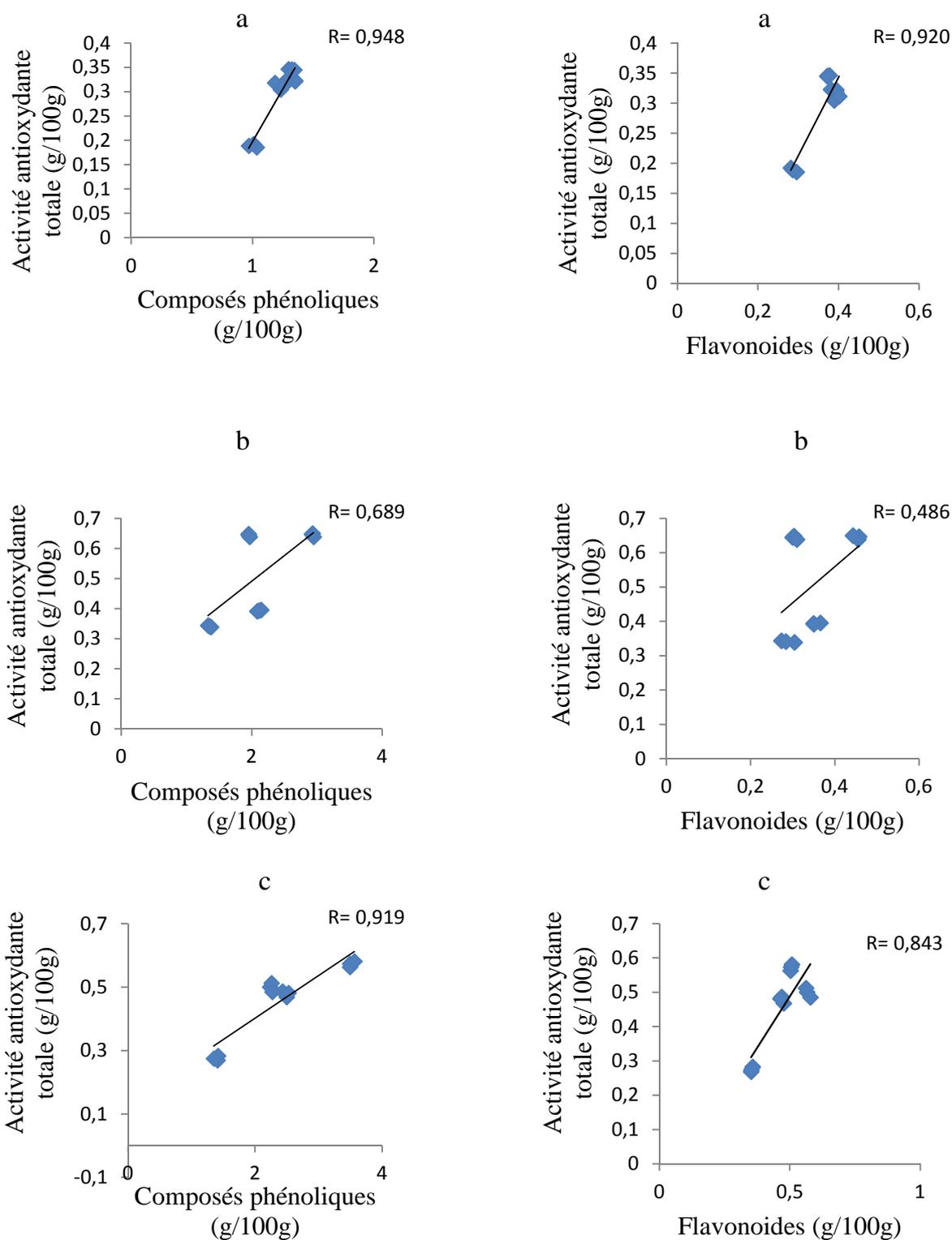


Figure 07 : Corrélacion entre l'activité antioxydante totale et les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens* (a), d'*Artemisia herba alba* (b) et de leur mélange (c).

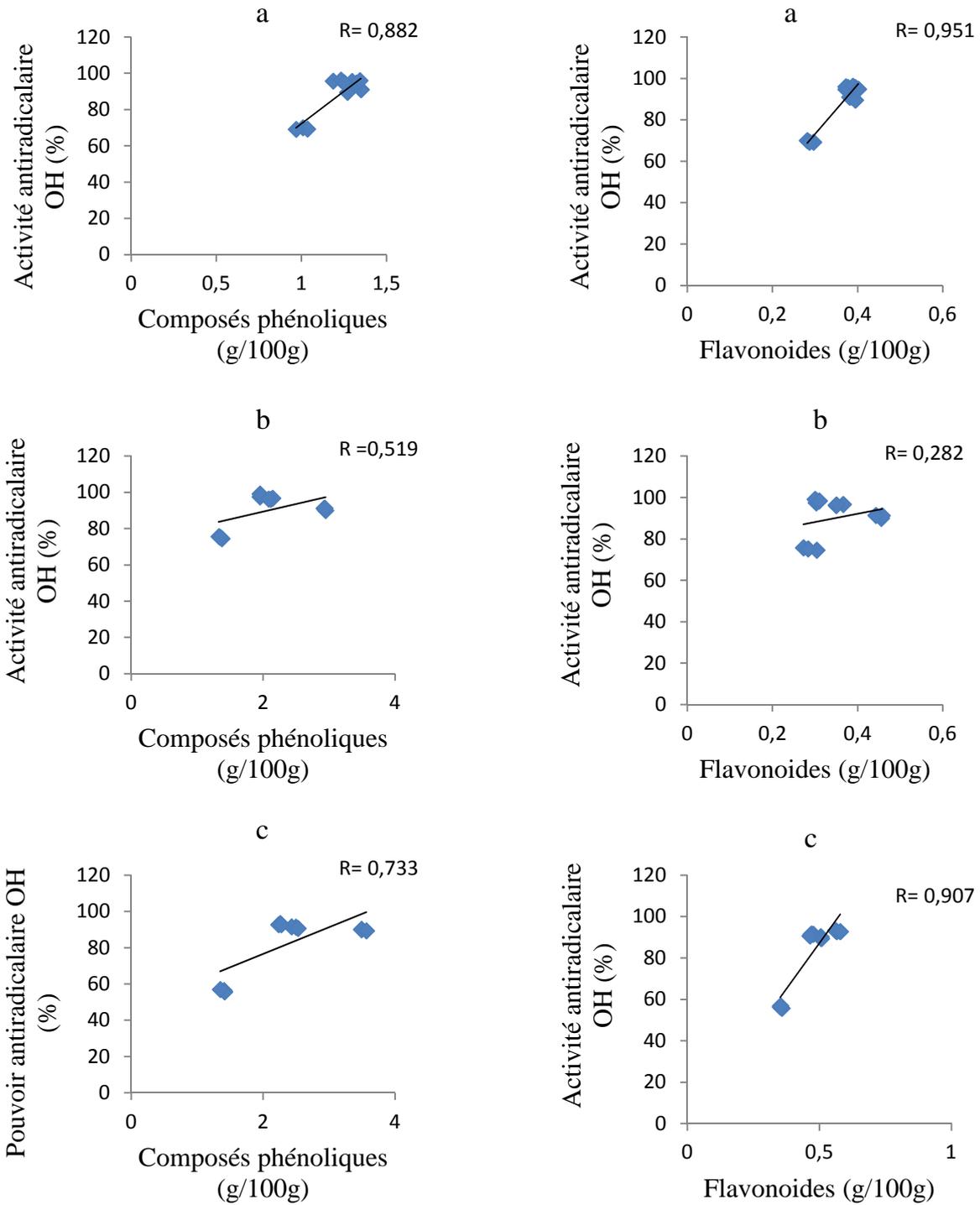


Figure 08 : Corrélation entre l'activité antiradicalaire (OH) et les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens* (a), d'*Artemisia herba alba* (b) et de leur mélange (c).

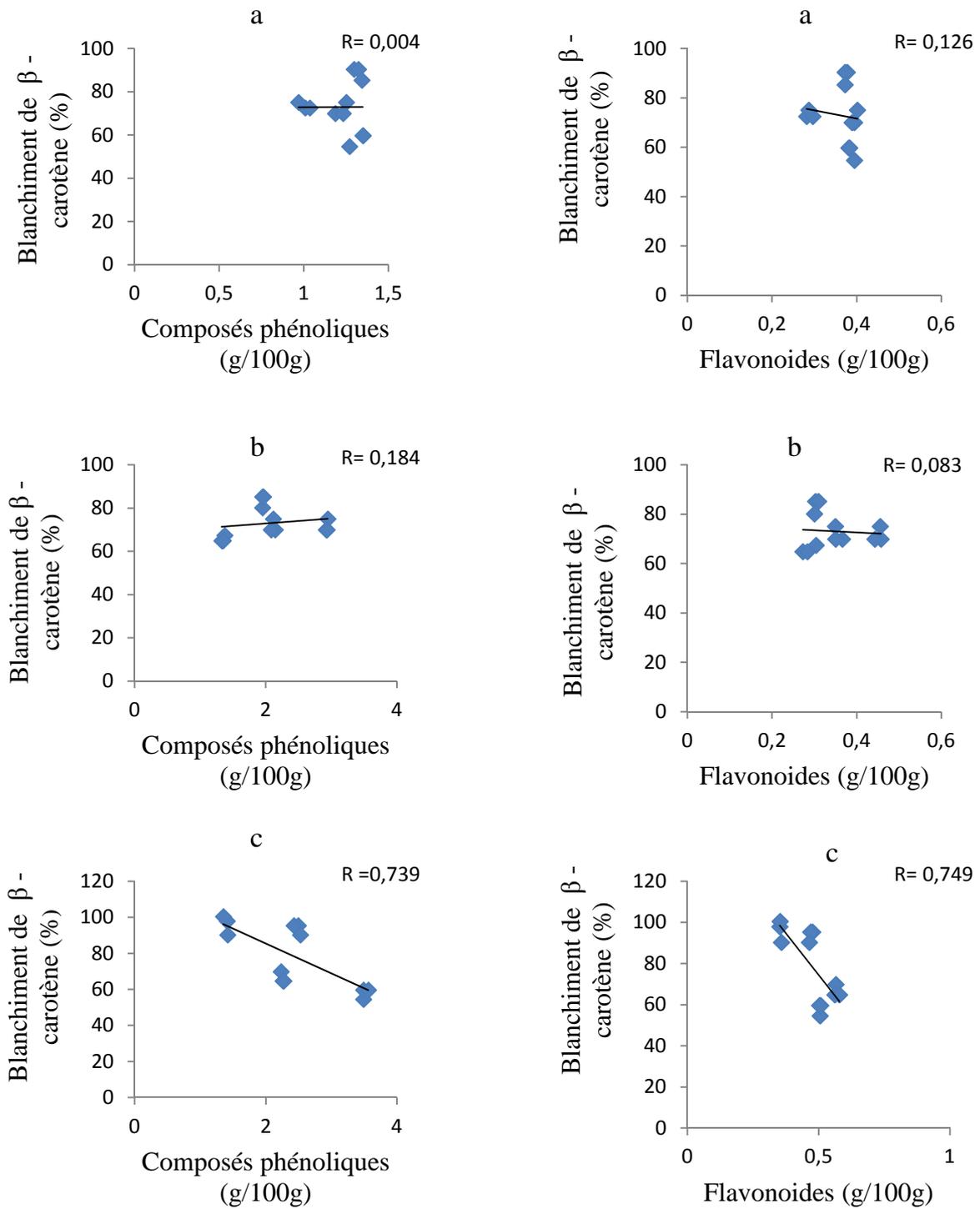


Figure 09 : Corrélation entre le pourcentage d'inhibition de blanchiment de β -Carotène et les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes des extraits de *Matricaria pubescens* (a), *Artemisia herba alba* (b) et de leur mélange (c).

Glossaire botanique

Akène : est un fruit sec dont le péricarpe n'est pas soudé à la graine.

Bipennatiséquée : Feuille d'abord pennatiséquée et dont les segments secondaires sont également pennatiséqués.

Capitule : Inflorescence à fleurs sessiles ou subsessiles et serrées en tête sur un réceptacle.

Hermaphrodite : Qualifie une fleur qui porte des organes mâles (étamines) et des organes femelles (pistil), tous fonctionnels.

Oblongue : Plus long que large.

Pappus : Touffe de poils au sommet d'un akène ou d'un fruit.

Pennatiséqué : Feuille à nervation pennée dont les divisions atteignent presque la nervure centrale.

Pubescente : Couvert de poils doux et très fins.

Glossaire médicale

Aphte : petite ulcération qui affecte la muqueuse buccale ou génitale.

Dysménorrhée : règles douloureuses.

Dyspepsie : difficulté à digérer.

Emménagogue : qui favorise l'écoulement des menstrues.

Helminthiases : nom générique donné aux maladies causées par les vers intestinaux.

Mycose : affection due à des champignons parasites.

Rhumatisme : inflammation des articulations.

Stomachique : qui est bon pour l'estomac.

Vermifuge : qui a la propriété d'expulser les vers intestinaux.

Résumé

Le but de ce travail est l'optimisation de l'extraction des polyphénols de *Matricaria pubescens* et d'*Artemisia herba alba* en utilisant quatre solvants (méthanol 50%, éthanol 50%, acétone 50% et l'eau), et l'évaluation de leurs activités antioxydantes. Les résultats obtenus indiquent que l'extrait acétonique présente la plus grande teneur en polyphénol (1,32 g/100g) pour *Matricaria pubescens* et (2.93g/100g) pour *Herba alba*, de même pour le mélange de ces deux plantes (2.51g/100g). L'éthanol 50% et l'acétone 50% sont les solvants les plus efficaces pour l'extraction des flavonoïdes pour *Matricaria pubescens*, dont les teneurs sont égales à 0,39 et 0.38g/100g respectivement. Concernant *Artemisia herba alba* l'acétone 50% est le meilleur solvant (0.45 g/100g). Pour le mélange des deux plantes, l'éthanol est le plus efficace avec une teneur de (0.56g/100g). En mélangeant *Matricaria pubescens* et *Artemisia herba alba*, l'éthanol 50% a donné la teneur en flavonoïde la plus grande. Des corrélations significatives ont été établies entre la teneur en polyphénol, en flavonoïdes avec l'activité antioxydante totale, le pouvoir réducteur et les activités antiradicalaires (DPPH, ABTS et OH).

Mots clés : *Matricaria pubescens*, *Artemisia herba alba*, Polyphénol, Flavonoïdes, Activité antioxydante.

Summary

The aim of this work is the optimisation of *Matricaria pubescens* and *Artemisia herba alba* polyphenols extraction using four solvents (50% methanol, 50% ethanol, acetone 50 % and water), and the evaluation of their antioxidant activities. The results obtained indicate that the acetone extract present the largest polyphenol content (1.32 g/100g) for *Matricaria pubescens* and (2.93g/100g) for *Herba alba*, and even for the mixture (2.51g/100g). Ethanol 50% and acetone 50% are the most effective solvents for extracting flavonoids (0.38g/100g and 0.39) respectively for *Matricaria pubescens*. The acetone 50% is the best extraction solvent for *Herba alba* (0.45 g/100 g). Ethanol is more efficient to extract polyphenols for the plants mixture (0.56g/100g). Significant correlations were established between the polyphenols content, flavonoids with total antioxidant activity, the power reducing and antiradical activities (DPPH, ABTS and OH)

Key words: *Matricaria pubescens*, *Artemisia herba alba*, Polyphenols, Flavonoids, Antioxidant activity.