

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Physico-chimique
Filière : Sciences biologiques
Option : Biochimie Appliquée



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Dosage des composés phénoliques et
détermination de l'activité antioxydante de
Matricaria pubescens et *Rhamnus alaternus*.**

Présenté par :

DRISSI Chahinez & SAADI Nawal

Soutenu le : **16 Juin 2015**

Devant le jury composé de :

Mme. KARA.

MAB

Présidente

Mme. BAKDI H.

MAA

Encadreur

Mme. BOUCHEFFA.

MAA

Examinatrice

Année universitaire : 2014 / 2015

Remerciements

« La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage ».

Avant tout, on tient à remercier le bon Dieu, le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier très chaleureusement notre promotrice Mme BAKDI H, aussi bien pour ses conseils que pour sa disponibilité et son soutien, soyez assurée, madame de toutes nos estimations et nos profonds respects.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à la présidente de jury Mme KARA S. pour nous avoir consacré de son temps en nous faisant l'honneur d'accepter de présider le jury.

Nous remercions très chaleureusement Mme BOUCHEFFA S, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos remerciements spécifiques s'adressent à Mlle TABTI N et Mr BOUCHENOUA F. de nous avoir accepté au sein de leurs laboratoires, ainsi qu'à Mme AMNI pour son aide et ses conseils.

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

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers et affectueux parents qui sont la lumière de ma vie, qui sont toujours présents pour m'encourager et toujours prêts à me soutenir et je prie Dieu le tout Puissant de me les garder. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation, avenir et formation.

Ma très chère grand-mère Tassadit qui ne cesse pas de prier pour moi, que Dieu la protège et la garde pour nous.

Mon unique frère Rochdi.

Mon fiancé Mohand que je ne remercierais jamais assez pour m'avoir soutenu, encouragé et crus en moi dans les bons moments comme les plus difficiles, ainsi qu'à ma future belle mère.

Mes chères tantes, chers oncles et leurs conjoints.

Tous mes cousins et cousines.

Mes amis(es), mes copines et toute leur famille, ainsi qu'à Meriem, son mari et toute sa famille.

Toute la famille DRISSI, OUATMANI et OUOTMANI.

Mes dédicaces s'adressent aussi à tous mes enseignants. Toute la promotion de Biochimie Appliquée et pharmacologie 2014-2015.

Chahinez



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui ont été toujours à mes cotés par leur soutien et encouragement et à toute ma famille.

Mon binôme et toute sa famille.

Mes copines et toutes mes amies pour leur aide et encouragement.

Toute la promotion de Biochimie et pharmacologie moléculaire 2014.

Nawal



Table des matières

Table des matières

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des annexes	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Etude bibliographique

Chapitre I : Phénomène du stress oxydatif pouvoir antioxydant

I.1. Stress oxydatif	2
I.2. Radicaux libres	2
I.3. Espèces réactives de l'oxygène (ERO).....	3
I.3.1. Origine de production des ERO.....	5
I.4. Cible des EROs.....	5
I.4.1. Oxydation des composés lipidiques.....	5
I.4.2. Oxydation des composés protéiques.....	6
I.4.3. Oxydation de l'ADN	7
I.5. Pathologies liées au stress oxydatif.....	7
I.6. Pouvoir antioxydant	8
I.6.1. Généralités	8
I.6.2. Antioxydants endogènes	9
I.6.2.1. Antioxydants enzymatiques	9
I.6.2.2. Antioxydants non enzymatiques.....	10
I.6.3. Antioxydants exogènes	10

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre II : Plantes médicinales étudiées

II.1.	Définition	12
II.2.	Composition chimique.....	12
II.3.	Usages des plantes médicinales	12
II.4.	Présentation des plantes étudiées	13
II.4.1.	<i>Matricaria pubescens</i> (Desf.)	13
II.4.1.1.	Habitat et description botanique	13
II.4.1.2.	Noms vernaculaires	14
II.4.1.3.	Position systématique.....	14
II.4.1.4.	Composition chimique.....	14
II.4.1.5.	Propriétés biologiques et domaines d'utilisation.....	15
II.4.2.	<i>Rhamnus alaternus</i> L.....	16
II.4.2.1.	Habitat et description botanique.....	16
II.4.2.2.	Noms vernaculaires.....	17
II.4.2.3.	Position systématique.....	17
II.4.2.4.	Composition chimique.....	18
II.4.2.5.	Propriétés biologiques et domaines d'utilisation.....	19

Etude pratique

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1.	Matériel végétal.....	20
I.1.1.	Récolte et séchage.....	20
I.1.2.	Broyage et tamisage.....	20
I.2.	Préparation des extraits bruts.....	21
I.3.	Analyses phytochimiques	23
I.3.1.	Dosage des antioxydants.....	23
I.3.1.1.	Polyphénols totaux.....	23
I.3.1.2.	Flavonoïdes.....	24

TABLE DES MATIÈRES

I.3.2. Evaluation de l'activité antioxydante.....	24
I.3.2.1. Activité antiradicalaire au DPPH*.....	24
I.3.2.2. Activité scavenger au radical ABTS*+.....	26
I.3.2.3. Réduction du chlorure ferrique.....	27
I.4. Etude statistique.....	27

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Rendement d'extraction.....	28
II.2. Analyses phytochimiques.....	29
II.2.1. Dosage des antioxydants.....	29
II.2.1.1. Polyphénols totaux.....	29
II.2.1.2. Flavonoïdes.....	32
II.2.2. Evaluation de l'activité antioxydante.....	34
II.2.2.1. Activité antiradicalaire au DPPH*.....	34
II.2.2.2. Activité scavenger au radical ABTS*+.....	38
II.2.2.3. Réduction du chlorure ferrique.....	41
Conclusion et perspectives.....	44
Références bibliographiques.....	46

Annexes

Glossaire

Résumés

LISTE DES FIGURES

La liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant	02
02	Origine des différents radicaux libres oxygénés et des espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie	04
03	Mécanisme de la peroxydation lipidique.	06
04	Nature de quelques modifications des chaînes latérales d'acides aminés des protéines après attaque radicalaire	06
05	Lésions de l'ADN formées par attaque radicalaire du patrimoine génétique des cellules	07
06	Mode d'action des principaux systèmes enzymatiques antioxydants et de leurs cofacteurs métalliques	09
07	Les principaux antioxydants exogènes	11
08	<i>Matricaria pubescens</i> (Desf.)	13
09	Structures chimiques de quelques flavonoïdes de <i>Matricaria pubescens</i> (Desf.)	15
10	<i>Rhamnus alaternus</i> L	16
11	Structures chimiques de quelques flavonoïdes et anthraquinones de <i>R. alaternus</i> L.	18
12	<i>M. pubescens</i> et <i>R. alaternus</i> sous forme sèche et poudre.	20
13	Procédure d'extraction de la partie aérienne de <i>M. pubescens</i> et <i>R. alaternus</i> par macération.	22
14	Les étapes d'extraction éthanolique des composés phénoliques par macération.	21
15	Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH•.	25
16	Oxydation de l'ABTS ^{•+}	26
17	Rendements d'extraction de <i>Matricaria pubescens</i> et <i>Rhamnus alaternus</i> .	28
18	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.	30
19	Teneur en polyphénols totaux chez les deux plantes étudiées.	30
20	Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.	32
21	Teneur en flavonoïdes chez les deux plantes étudiées.	33

LISTE DES FIGURES

22	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH [*] en fonction de la concentration en acide gallique et quercétine.	35
23	Effet scavenger contre le radical DPPH [*] de l'extrait éthanolique de <i>M. pubescens</i> à différentes concentrations.	36
24	Effet scavenger contre le radical DPPH [*] de l'extrait éthanolique de <i>R. alaternus</i> à différentes concentrations.	36
25	Tuyau d'orgue représentant les CI50 pour les extraits des plantes étudiées et les standards utilisés.	37
26	Pourcentage d'inhibition du radical ABTS ^{•+} par l'extrait éthanolique de <i>M. pubescens</i> à différentes concentrations.	39
27	Pourcentage d'inhibition du radical ABTS ^{•+} par l'extrait éthanolique de <i>R. alaternus</i> à différentes concentrations.	39
28	Tuyau d'orgue représentant les CI50 pour les extraits des plantes étudiées et le trolox.	40
29	Graphes représentant les absorbances à 700nm en fonction des concentrations des standards utilisés.	41
30	Graphe représentant les absorbances à 700nm de l'extrait éthanolique de <i>M. pubescens</i> .	42
31	Graphe représentant les absorbances à 700nm de l'extrait éthanolique de <i>R. alaternus</i> .	42

LISTE DES TABLEAUX

La liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Maladies liées au stress oxydant	08
II	Les noms vernaculaires de <i>Matricaria pubescens</i> (Desf.)	14
III	Classification systématique de <i>Matricaria pubescens</i>	14
IV	Les noms vernaculaires de <i>Rhamnus alaternus</i> L	17
V	Classification systématique de <i>Rhamnus alaternus</i> L	17

LISTE DES ANNEXES

La liste des annexes

Numéro de l'annexe	Titre
1	La représentation des principales classes et sous-groupes des flavonoïdes au niveau de l'hétérocycle C.
2	Les activités biologiques de quelques composés phénoliques.
3	Les réactifs chimiques utilisés.
4	L'appareillage employé dans l'étude.
5	Variation de l'inhibition du DPPH [•] pour les trois essais en fonction de la concentration de <i>M. pubescens</i> .
6	Variation de l'inhibition du DPPH [•] pour les trois essais en fonction de la concentration de <i>R. alaternus</i> .
7	Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS ^{•+} pour les trois essais en fonction de la concentration de <i>M. pubescens</i> .
8	Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS ^{•+} pour les trois essais en fonction de la concentration de <i>R. alaternus</i> .

La liste des abréviations

Abs: Absorbance.

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

ADN: Acide désoxyribonucléique.

AlCl₃: Trichlorure d'aluminium.

A. Asc: Acide ascorbique.

ATP: Adénosine triphosphate.

BHA: Butyl hydroxyanisole.

CI50 : Concentration inhibitrice 50 %.

DPPH: 2, 2-diphényl picryl hydrasyl.

EROs : Espèces Réactives de l'Oxygène.

FeCl₂: Chlorure ferreux.

FeCl₃: Chlorure ferrique.

I %: Pourcentage d'inhibition.

M: Molaire.

mM: Millimolaire.

m/v: Masse à volume.

pH : Potentiel d'hydrogène.

R² : Coefficient de corrélation.

TCA: Acide trichloroacétique.

Trolox: Acide-6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tétraméthyl-chroman-2-carboxylique.

UV: Ultraviolet.

v/v: Volume à volume.

Introduction

INTRODUCTION

De nos jours, Il existe un intérêt croissant vis-à-vis de la biologie des radicaux libres. Ce n'est pas seulement dû à leur rôle dans des phénomènes aigus tels que le traumatisme ou l'ischémie, mais aussi à leur implication dans de nombreuses pathologies chroniques associées au vieillissement tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires et la dégénérescence du système immunitaire (**Guinebert et al., 2005**).

Face aux effets secondaires et aux limites thérapeutiques des médicaments chimiques, le développement de la recherche sur les plantes médicinales a été orienté vers l'obtention de phyto-médicaments (**Ghazghazi et al., 2013**) présentés sous diverses formes galéniques simples répondant à une réglementation précise en matière d'évaluation portant sur l'innocuité, l'efficacité thérapeutique et la stabilité (**Cavero et al., 2013; Ghazghazi et al., 2013**). Ainsi, les extraits de plantes tels que les métabolites secondaires ont suscité ces dernières années un intérêt accru comme source potentielle de molécules naturelles bioactives pouvant constituer une alternative aux produits de synthèse (**Ghazghazi et al., 2013; Touaibia et Chaouch, 2014**).

Matricaria pubescens est une plante médicinale de la famille des Astéracées très utilisée en médecine traditionnelle en Algérie et notamment par les populations du Sahara central et septentrional (**Maiza et al., 1993**).

Rhamnus alaternus L est une espèce végétale appartenant à la famille des Rhamnacées, elle est l'une des plantes médicinales les plus utilisées en phytothérapie dans les pays de bassin méditerranéen et le nord africain d'où, elle est utilisée comme purgative, laxative, diurétique, antianémique et comme puissant antioxydant (**Boussahel et al., 2013**).

La présente étude a été consacrée à l'évaluation et la comparaison de la teneur en composés phénoliques et les activités antioxydantes entre *Matricaria pubescens* et *Rhamnus alaternus*. Pour cela nous nous sommes fixés les objectifs suivants:

- ✓ Extraction des composés phénoliques à partir de *M. pubescens* et *R. alaternus*, en utilisant l'éthanol comme solvant;
- ✓ Le dosage de quelques substances antioxydantes dont les polyphénols et les flavonoïdes;
- ✓ La détermination de l'activité antioxydante de l'extrait de la matricaire et du nerprun en utilisant trois méthodes: pouvoir réducteur, neutralisation du radical libre DPPH[•] et l'activité scavenger du radical libre ABTS^{•+}.

Etude
bibliographique

Chapitre I

*Phénomène du stress oxydatif et
pouvoir antioxydant*

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

I.1. STRESS OXYDATIF

Les espèces réactives de l'oxygène (EROs) ont des rôles physiologiques très importants en agissant, à faibles concentrations, sur la régulation des réponses biologiques, la transduction du signal et autres voies de signalisation (Favier, 2003).

Dans l'ensemble de nos tissus sains, les défenses antioxydantes sont capables de faire face et détruire les radicaux produits en excès. On dit que la balance Oxydants /Antioxydants est en équilibre (Sohal *et al.*, 2002). Mais dans certaines situations, en raison d'une surproduction radicalaire (tabac, alcool, pollution, ...) ou d'une diminution des capacités antioxydantes (insuffisance d'apports des micronutriments antioxydants, inactivation enzymatiques) un déséquilibre entre la production des radicaux libres et le système de défense est à l'origine d'un état redox altéré de la cellule appelé stress oxydatif (Figure 1), ce qui conduit à des dommages cellulaires irréversibles (Sohal *et al.*, 2002; Pincemail *et al.*, 2008).

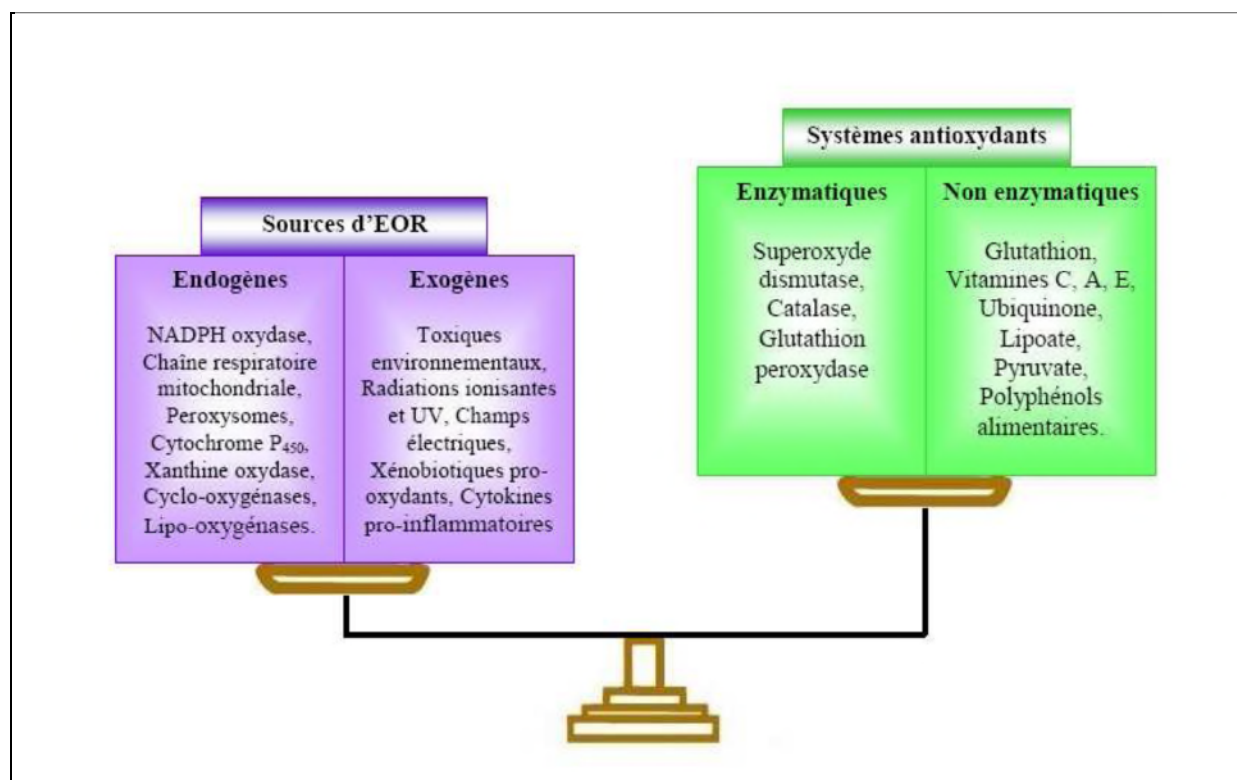


Figure 1: Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant (Nkhili, 2009).

I.2. RADICAUX LIBRES

Un radical libre est une espèce chimique, atome ou molécule caractérisés par une instabilité et / où un pouvoir oxydant fort, il se différencie par la présence d'un électron non apparié sur la couche électronique la plus externe (Favier, 2003). Ce déséquilibre n'est que

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

transitoire et il est comblé soit par l'acceptation d'un autre électron soit par le transfert de cet électron libre sur une autre molécule.

Dans les phénomènes du stress oxydant, les radicaux libres qui interviennent ont une propriété caractéristique commune, celle d'avoir un électron célibataire sur un atome d'oxygène (Gardès-Albert *et al.*, 2005).

I.3. ESPECES REACTIVES DE L'OXYGENE (EROs)

En effet chaque espèce pourra générer à son tour une nouvelle espèce, cette première réaction conduit généralement à la formation en chaîne de nouveaux radicaux (Figure 2); Ceci explique que la production d'un premier radical libre puisse causer d'importantes lésions dans une cellule (Garait, 2006).

➤ L'oxygène singulet (1O_2)

C'est une forme excitée de l'oxygène moléculaire, il est souvent assimilé à un radical libre en raison de sa forte réactivité (Hadi, 2004);

➤ L'anion superoxyde ($O_2^{\cdot-}$)

L'anion superoxyde est une ERO primaire, formée par l'acquisition d'un électron par l'oxygène moléculaire. Radical ayant la réactivité la plus faible parmi les radicaux libres du stress oxydant, il est généré à partir de différentes sources dans les conditions physiologiques et physiopathologiques (Gardès-Albert *et al.*, 2005). Il est cependant hautement réactif avec certains métaux de transition comme le cuivre, le fer et le manganèse;

➤ Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2)

Le peroxyde d'hydrogène est une molécule dérivée de l'oxygène, généralement considéré comme une ERO relativement faible mais hautement réactive, en particulier dans sa capacité à réagir avec les ions partiellement réduits (Fe^{2+} et Cu^+) formant le radical hydroxyle dans la réaction de Fenton (Wardman *et al.*, 1996);

➤ Le radical hydroxyle (OH^{\cdot})

Le radical hydroxyle est formé à partir du peroxyde d'hydrogène au cours de la réaction de Fenton ou à partir de l'anion superoxyde. Il est considéré comme l'ERO la plus réactive (Lubec, 1996), inactivant la pyruvate - déshydrogénase de la mitochondrie,

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

dépolymérisant le mucus du tractus gastro-intestinal ou induisant directement des atteintes oxydatives à l'ADN (Kruidenier *et al.*, 2002);

➤ L'acide hypochloreux (HOCl)

L'acide hypochloreux est considéré comme 100 à 1000 fois plus toxique que le radical superoxyde ou le peroxyde d'hydrogène et a des cibles bien marquées : inactivation enzymatique, oxydation des groupements thiols de la membrane plasmique, diminution des propriétés d'adhésion de certains composés de la matrice extracellulaire (Lubec, 1996).

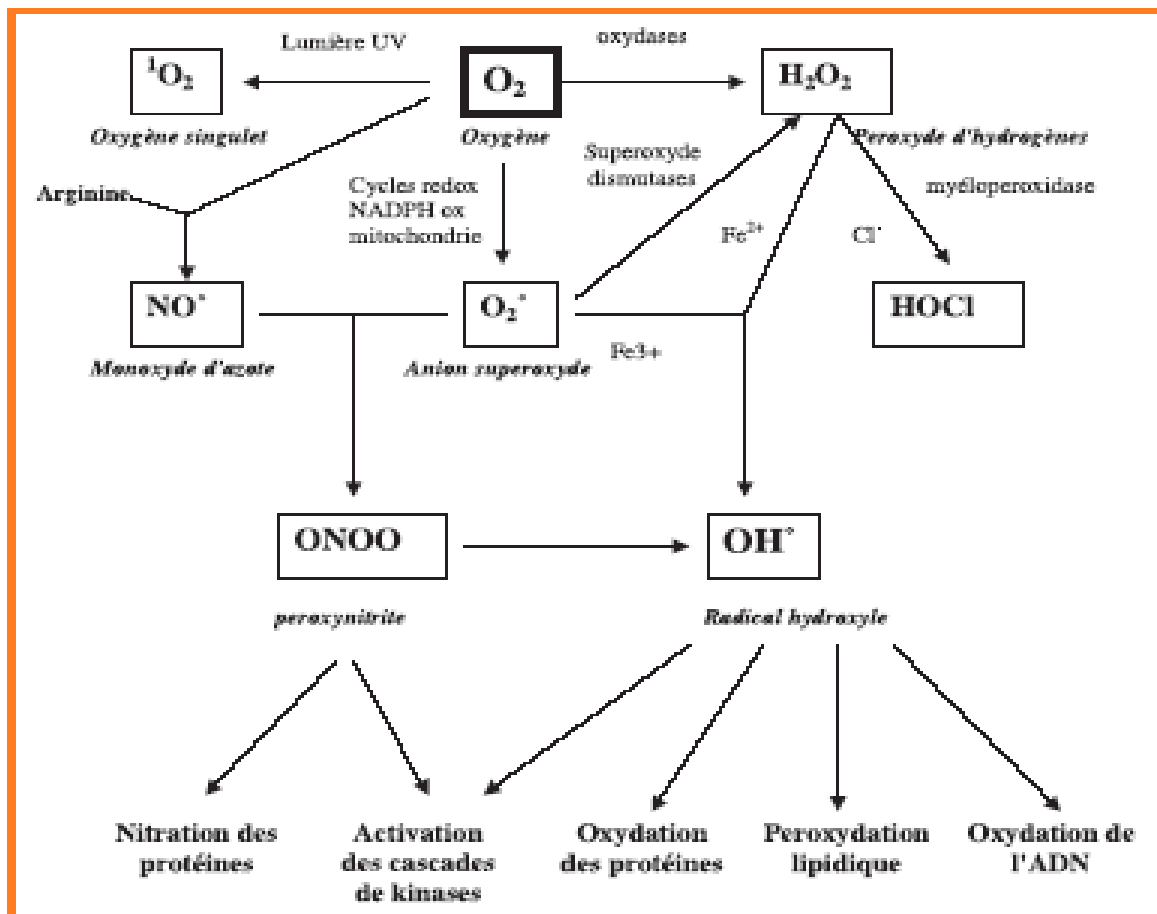


Figure 2: Origine des différents radicaux libres oxygénés et des espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie (Favier, 2003).

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

I.3.1. ORIGINE DE PRODUCTION DES EROs

Les radicaux libres nocifs sont produits dans l'organisme au cours du métabolisme normal. Cette production augmente en rapport avec l'élévation de la consommation d'oxygène (**Gauche et Hauswirth, 2006**). Plusieurs mécanismes et systèmes responsables de la production de radicaux libres ont été identifiés jusqu'à présent, parmi eux nous citons :

- des fuites d'électrons au niveau de la chaîne respiratoire de la mitochondrie;
- des processus inflammatoires produits par les cellules phagocytaires activées (**Van Antwerpen, 2006**);
- du système xanthine déshydrogénase / oxydase activé lors d'ischémie - reperfusion;
- d'exposition à des agressions de l'environnement, comme les agents infectieux, la pollution, les UV, la fumée de cigarette et le rayonnement (**Valko et al., 2006**).

I.4. CIBLES DES EROs

Les cibles principales sont l'ADN et les lipides membranaires et de manière moins importante les protéines et les glucides (**Lenzi, 2011**).

I.4.1. OXYDATION DES COMPOSES LIPIDIQUES

Les acides gras polyinsaturés ainsi que les phospholipides membranaires sont les cibles privilégiées des attaques oxydatives. Les membranes sont plus particulièrement visées par le radical hydroxyle capable d'arracher un atome d'hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons pour former un radical diène conjugué, oxydé en radical peroxy (Figure 3). Cette réaction est appelée la peroxydation lipidique dont le radical peroxy peut, quant à lui, libérer différents aldéhydes toxiques comme le malondialdéhyde (MDA) (**Kruidenier et al., 2002; Valko et al., 2006**).

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

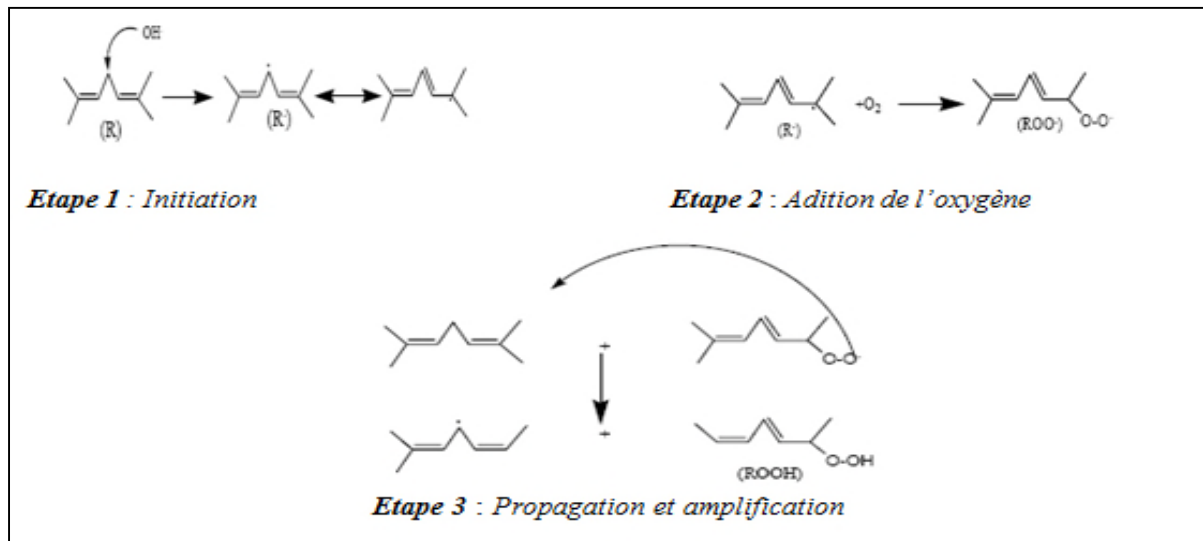


Figure 3: Mécanisme de la peroxydation lipidique (Gardès- Albert *et al.*, 2003).

I.4.2. OXYDATION DES COMPOSES PROTEIQUES

Les dommages oxydatifs induits sur les protéines par les radicaux libres peuvent conduire à des modifications structurales (dimérisation, fragmentation, modification des acides aminés) et / ou fonctionnelles (perte de l'activité enzymatique, altération du processus de protéolyse). Les acides aminés les plus sensibles à leur action sont le tryptophane, la tyrosine, la phénylalanine, la méthionine et la cystéine (Figure 4). Ainsi le stress oxydant peut avoir un effet sur la fonction propre d'une protéine mais peut également avoir des répercussions sur l'ensemble de la régulation cellulaire (Kruidenier *et al.*, 2002; Valko *et al.*, 2006).

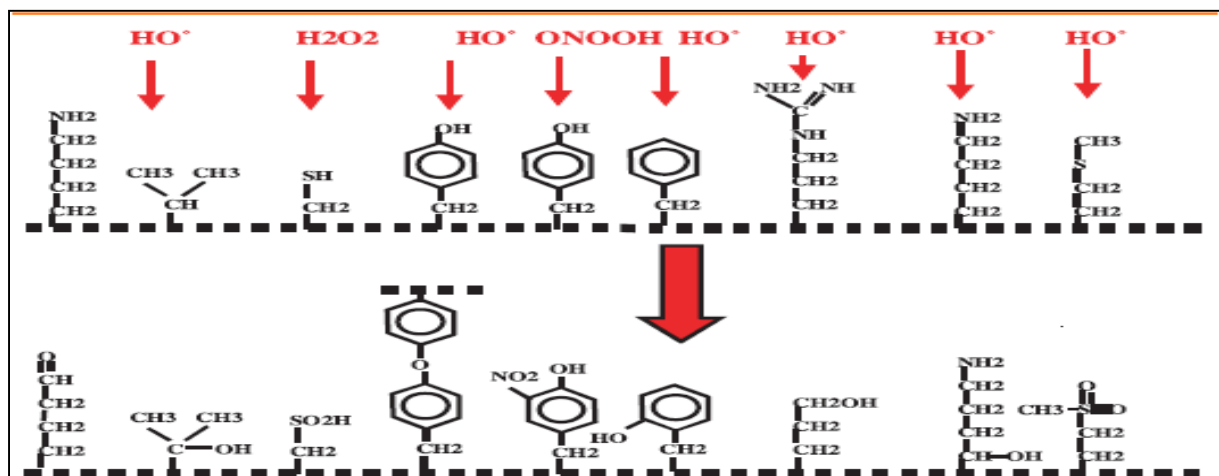


Figure 4: Nature de quelques modifications des chaînes latérales d'acides aminés des protéines après attaque radicalaire (Favier, 2003).

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

I.4.3. OXYDATION DE L'ADN

Les radicaux libres peuvent induire des effets mutagènes, l'arrêt des réplifications des ADN nucléaires et mitochondriaux, l'arrêt de l'induction de la transcription ou de la transduction des voies de signalisation. Ils agissent en provoquant des altérations de bases, des pontages ADN-protéines ou des ruptures de brins (Figure 5) (Hadi, 2004; Valko *et al.*, 2006). Les cassures observées sont dues aux radicaux OH^\bullet issus de la réaction de Fenton en présence de fer ferreux chélaté à certains acides aminés ou aux groupes phosphates de l'ADN. La prévention de ce processus par l'addition de catalase montre le rôle du peroxyde d'hydrogène dans les lésions de l'ADN (Kruidenier *et al.*, 2002; Hadi, 2004).

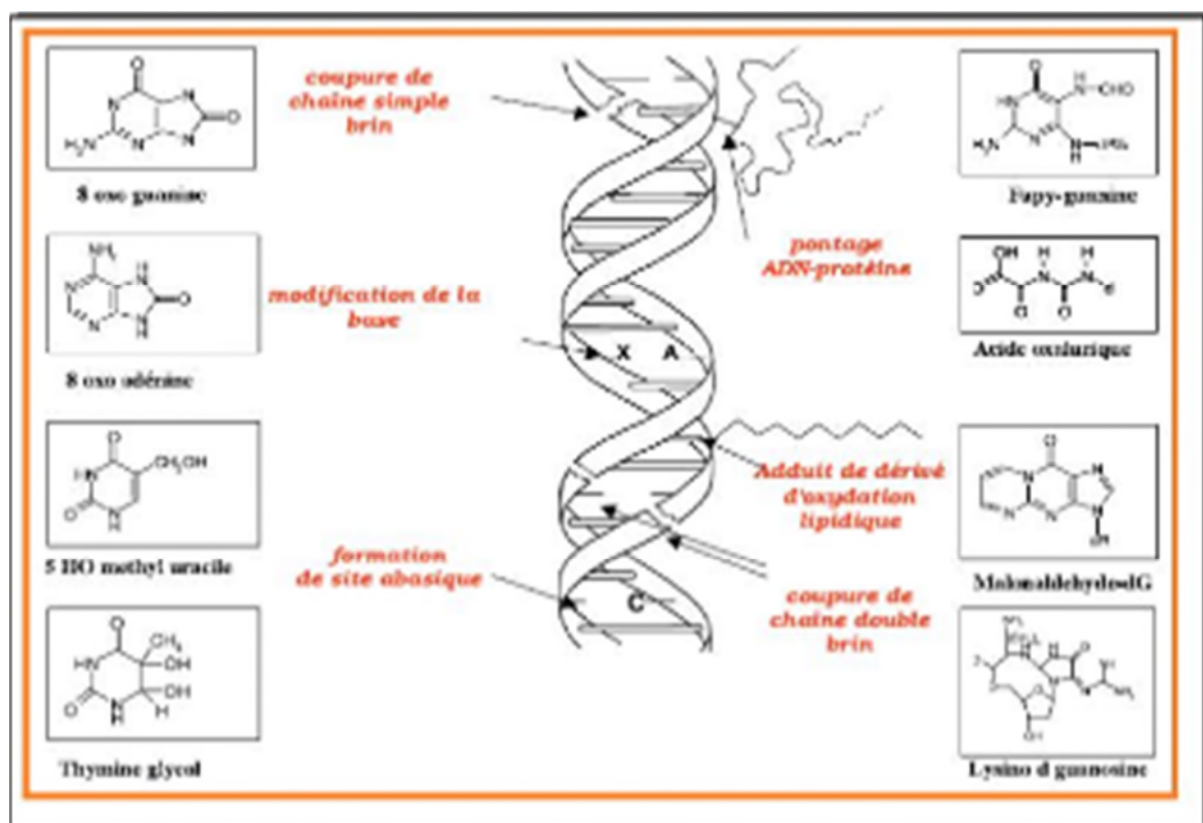


Figure 5: Lésions de l'ADN formées par attaque radicalaire du patrimoine génétique des cellules (Favier, 2003).

I.5. PATHOLOGIES LIEES AU STRESS OXYDATIF

Les dommages causés sur ces molécules conduisent au développement de nombreuses pathologies illustrées dans le (Tableau I).

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

Tableau I: Maladies liées au stress oxydant (Lacroix, 2009).

Maladies dues à une production insuffisante de radicaux libres	Maladies où le stress oxydant est la cause primordiale	Maladies où le stress oxydant fait partie des facteurs déclencheurs	Maladies entraînant un stress oxydant secondaire
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agranulomatose septique ▪ Psoriasis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cancers ▪ Autoimmunité ▪ Cataracte ▪ Dégénérescence maculaire ▪ Sclérose latérale amyotrophique ▪ Photo-veillissement cutané ▪ Photosensibilisation ▪ Irradiation ▪ Intoxications: CCl₄, Cd, Fe, alcool, ▪ Hémochromatose 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maladie d'Alzheimer ▪ Stérilités masculines ▪ Maladies virales : EBV, HVB ▪ Rhumatismes ▪ Athérome ▪ Asthme ▪ Insuffisance respiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diabète ▪ Insuffisance rénale ▪ Mucoviscidose ▪ Sida ▪ Choc septique ▪ Infarctus du myocarde ▪ Ischémies/reperfusion ▪ Parkinson ▪ Brûlures ▪ Thalassémie ▪ Greffes d'organes Traitements : ▪ Anticancéreux ▪ PUVA thérapie ▪ Oxygène hyperbare

I.6. POUVOIR ANTIOXYDANT

I.6.1. GENERALITES

Les antioxydants apparaissent aujourd'hui comme les clés de la longévité et nos alliés pour lutter contre les maladies modernes (Bartosz, 2003).

Tang et Halliwell (2010) ont défini un antioxydant 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, bloquer de ce fait la réaction en chaînes de propagation produite par ces oxydants.

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.

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

I.6.2. ANTIOXYDANTS ENDOGENES

I.6.2.1. ANTIOXYDANTS ENZYMATIQUES

L'organisme possède des enzymes qui peuvent métaboliser les EROs (Figure 6). Ce système de défense repose principalement sur trois enzymes (Valko *et al.*, 2006) qui sont:

- **Les superoxydes dismutases (SOD):** Sont des métallo-enzymes se retrouvant dans l'ensemble du monde du vivant. Elles catalysent la dismutation de deux anions superoxydes ($O_2^{\bullet-}$) en dioxygène et peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (Arora *et al.*, 2002).
- **Les catalases (CAT):** Sont des enzymes majoritairement peroxysomales catalysant la dismutation du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) en (H_2O) et (O_2) (Arora *et al.*, 2002; Valko *et al.*, 2006).
- **La glutathion peroxydase (GPx):** 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).

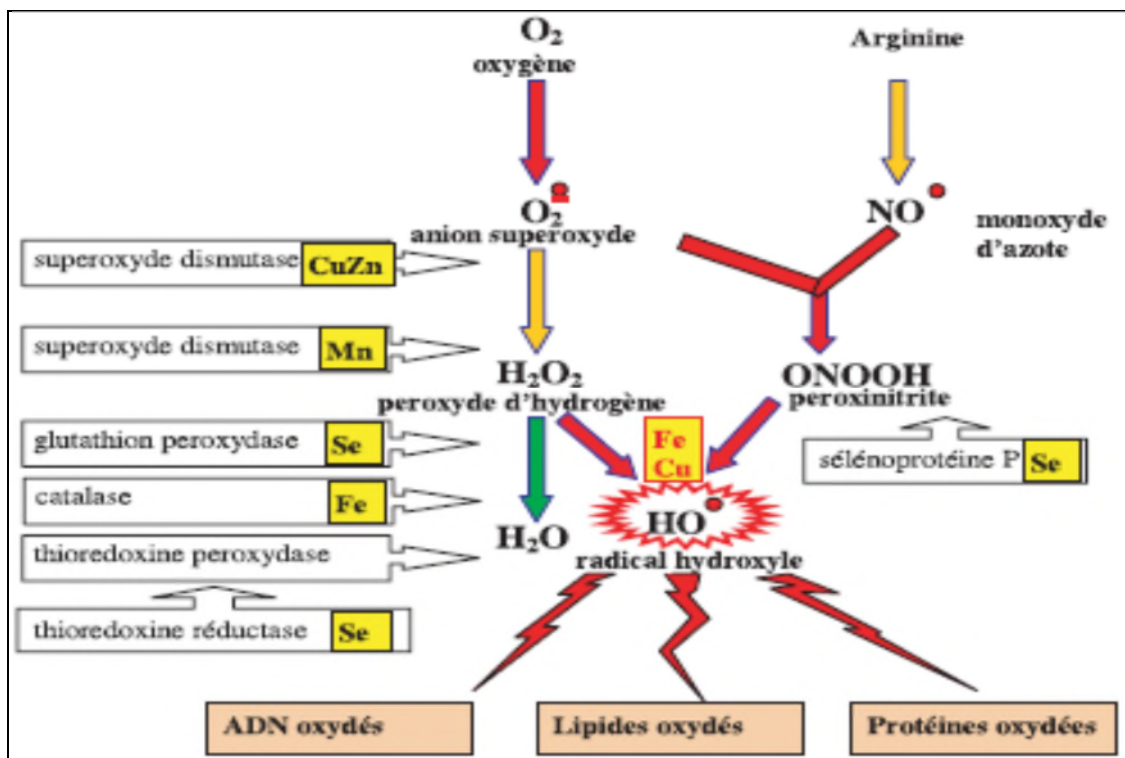


Figure 6: Mode d'action des principaux systèmes enzymatiques antioxydants et de leurs cofacteurs métalliques (Favier, 2003).

I.6.2.2. ANTIOXYDANTS NON ENZYMATIQUES

Les antioxydants non-enzymatiques endogènes sont présents dans les cellules. La plupart sont des agents hydrosolubles tels que le glutathion, l'acide urique, la bilirubine et l'ubiquinol (coenzyme Q réduit) (**Kruidenier et al., 2002**). Ainsi que les protéines antioxydantes comme la transferrine, la ferritine et la céruléoplasmine qui jouent un rôle antioxydant par chélation des ions (**Pincemail et al., 2002**).

I.6.3. ANTIOXYDANTS EXOGENES

Les principaux antioxydants exogènes sont illustrés dans la (figure 7).

- **Les oligo-éléments:** Ils interviennent comme co-facteurs d'enzymes indispensables dans la lutte contre les radicaux libres. Parmi eux on cite: le zinc, le sélénium et le manganèse (**Pastre, 2005**).
- **La vitamine E (tocophérol):** Elle est considérée comme le principal antioxydant attaché à la membrane utilisé par la cellule pour inhiber la peroxydation lipidique. Durant la réaction antioxydante, le α -tocophérol est converti en radical α -tocophérol beaucoup plus stable en perdant un hydrogène arraché par une espèce radicalaire (radical peroxy) (**Valko et al., 2006**).
- **La vitamine C (acide ascorbique):** Est l'antioxydant hydrosoluble majeur, réagit rapidement avec l'anion superoxyde et l'oxygène singulet, ou encore avec le peroxyde d'hydrogène. Elle est indispensable par sa capacité à réduire d'autres antioxydants oxydés comme la vitamine E ou les caroténoïdes (**Pourrut, 2008**).
- **Les tanins:** Sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits au cours de la peroxydation. Des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto-oxydation des lipides (**Diallo, 2005**).
- **Les coumarines:** Ils sont capables de piéger les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes, importants dans la prévention de la peroxydation des lipides membranaires et ils ont une activité antiperoxydante (**Diallo, 2005**).
- **Les caroténoïdes:** Sont des pigments végétaux lipophiles formant une famille de plus de 600 molécules notamment le lycopène et le β -carotène, précurseurs de la vitamine A (**Marc et al., 2004**). Généralement, elles interagissent avec les

CHAPITRE I PHENOMENE DU STRESS OXYDATIF ET POUVOIR ANTIOXYDANT

radicaux libres ($\text{ROO}\cdot$, $\text{R}\cdot$) par trois mécanismes, soit par l'abstraction d'hydrogène, transfert d'électron et addition du radical.

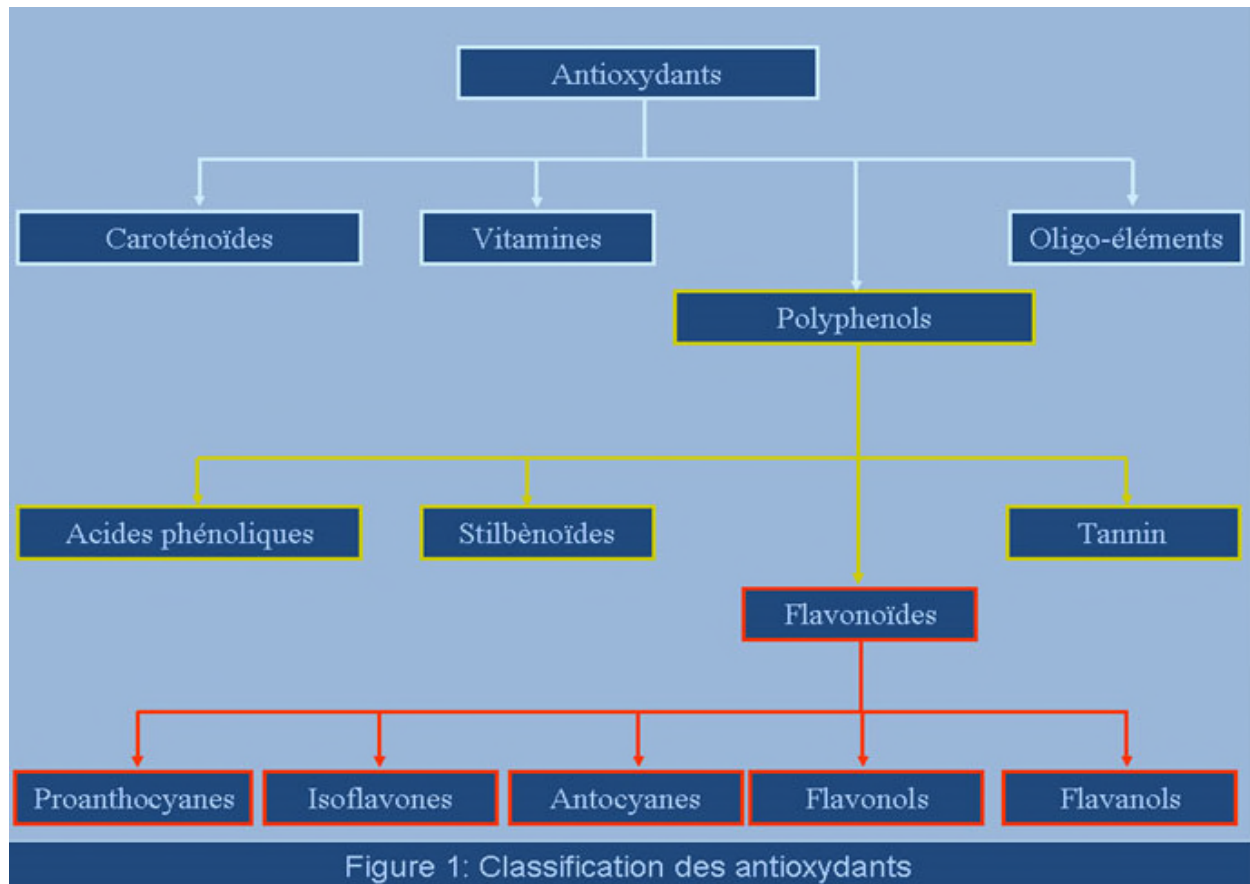


Figure 7: Les principaux antioxydants exogènes (Anonyme1).

- **Les composés phénoliques:** Vu leurs propriétés redox les plus élevées, les polyphénols agissent comme des agents réducteurs, donneur d'hydrogène en piégeant les radicaux libres et en chélatant les ions (Valko *et al.*, 2006).
- **Les flavonoïdes:** Ils peuvent agir de différentes façons dans les processus de régulation du stress oxydant : par capture directe des espèces réactives de l'oxygène, par chélation de métaux de transition comme le fer le cuivre ou par inhibition de l'activité de certaines enzymes responsables de la production des espèces réactives de l'oxygène comme la xanthine oxydase (Lahouel *et al.*, 2006).

Chapitre II

Les plantes médicinales étudiées

II.1. DEFINITION

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés particulières pour la santé humaine ou animale. Elle est utilisée de différentes manières (décoction, macération, infusion...) (**Beloued, 2001**) et une ou plusieurs de ses parties peuvent être utilisées (racine, rhizome, tiges, feuilles, fleurs...) (**Bardin, 2004; Dutertre, 2011**). On utilise pour nommer les plantes médicinales et pour éviter toute confusion, une dénomination internationale, comprenant deux noms latins suivis du nom de l'auteur qui a décrit en premier la plante (**Dutertre, 2011**).

II.2. COMPOSITION CHIMIQUE

Les plantes synthétisent une gamme très vaste de composés organiques qui sont traditionnellement considérés comme métabolites primaires et secondaires.

-Les métabolites primaires sont les composés qui ont des rôles essentiels liés à la photosynthèse, la respiration, la croissance et le développement. Il s'agit notamment des phytostérols, des lipides acylés, des nucléotides, des acides aminés et des acides organiques.

-Les métabolites secondaires sont des composés bioactifs extraits des plantes médicinales ayant plusieurs vertus (**Ghazghazi et al., 2013**). Parmi eux, on peut citer:

- Les huiles essentielles, les alcaloïdes, les vitamines, les polysaccharides, les saponines.
- Les composés phénoliques:

Sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être également estérifiées, étherifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides. Leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Ayant tendance à s'isomériser et à se polymériser, ces phénols sont solubles dans les solvants polaires. Ce sont surtout des antiseptiques, antiviraux, des antalgiques, des anti-inflammatoires et des antioxydants forts (**Eberhard et al., 2005**).

II.3. USAGES DES PLANTES MEDICINALES

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit en industrie agroalimentaire, cosmétologie, parfumerie et en pharmacie (**Touaibia et Chaouch, 2014**).

II.4. PRESENTATION DES PLANTES ETUDIEES

II.4.1. MATRICARIA PUBESCENS (DESF.)

II.4.1.1. HABITAT ET DESCRIPTION BOTANIQUE

La famille des Compositae comprend plus de 13 tribus, 1 000 genres et 23 000 espèces (Guignard, 1994). En Algérie, il existe 109 genres et 408 espèces (Gaussen et Leroy, 1982).

Matricaria pubescens (Figure 8) est une plante spontanée, elle pousse en abondance dans les régions sahariennes. C'est une espèce endémique avec une odeur très agréable appartenant à la famille des Compositae et elle est très connue en Afrique du Nord (Sahara Occidental, Maroc, Tunisie, Algérie et Libye) (Ozenda, 2004).



Figure 8: *Matricaria pubescens* (Desf.) (Makhloufi, 2009).

C'est une plante pubescente de 10 à 20 cm de hauteur à racines pivotantes de 5-15 cm, à tiges nombreuses couchées puis redressées et sous forme de touffes. Les feuilles découpées et velues sont d'un vert sombre, Involucre à bractées et ayant une marge membraneuse large; les fleurs toutes en tubes, de coloration jaune, sont groupées en capitules dont le diamètre est de 5 à 7mm et des pédoncules non épaissis au sommet, les fruits de petits akènes linéolés à pappus scarieux, blanc (Quezel et Santa, 1963; Ozenda, 2004).

-Floraison: avril-mai (Chahma, 2006).

II.4.1.2. NOMS VERNACULAIRES

Les noms vernaculaires de la matricaire sont indiqués dans le (Tableau II)

Tableau II: Les noms vernaculaires de *Matricaria pubescens* (Desf.)

	Noms	(références)
Noms communs	Matricaire	(Maiza et al., 1993).
Nom tamasheq	Aynasnis	
Noms arabes	Guertoufa, Ouazouaza	
Noms français	Camomille, matricaire	
Noms anglais	Hairy camomille	

II.4.1.3. POSITION SYSTEMATIQUE

La classification systématique de la matricaire est détaillée dans le (Tableau III) si dessous.

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

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Compositae
Ordre	Asterales
Famille	Astéraceae
Genre	<i>Matricaria</i>
Espèce	<i>Pubescens</i> Desf.

II.4.1.4. COMPOSITION CHIMIQUE

Un grand nombre du genre de *Matricaria* a fait l’objet d’études chimiques et de très nombreux métabolites secondaires ont été isolés, tels que les coumarines, les flavonoïdes, les amides, les terpènes, les hétérosides et les sesquiterpènes lactones (Guignard et al., 1985). Ainsi que les alcaloïdes, tannins, saponines, terpénoïdes et stéroïdes (Djellouli et al., 2013).

➤ Les coumarines

Les composés coumariniques rencontrés chez le genre *Matricaria* sont le plus souvent des composés simples comme c'est le cas de l'herniarine et l'umbelliférone (Gausse et Leroy, 1982; Guignard, 1994).

➤ Les flavonoïdes

Les flavonoïdes, présents dans la plupart des plantes, sont des pigments polyphénoliques qui contribuent entre autres, à colorer les fleurs et les fruits en jaune ou en blanc. Ce sont des substances naturelles très répandues dans la famille des Compositae (Eberhard *et al.*, 2005). On trouve essentiellement des flavonoïdes glycosylés comme l'apigénine-7-glucoside et la lutéoline-7-glucoside, la quercétine (figure 9) et la quercétine-3-O glycoside (Benkiki, 2006).

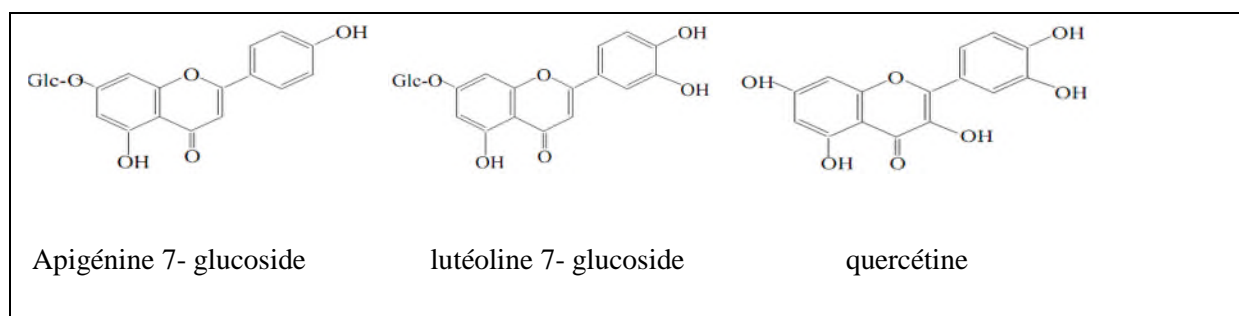


Figure 9: Structures chimiques de quelques flavonoïdes de *Matricaria pubescens* (Desf.) (Benkiki, 2006).

II.4.1.5. PROPRIETES BIOLOGIQUES ET DOMAINES D'UTILISATION

✓ Alimentation

Cette plante est utilisée pour donner une bonne saveur au thé (Amirat *et al.*, 2006). Dans la région sud-ouest algérienne elle est aussi utilisée pour la préparation des soupes (Zarrou, 2012) et dans l'aromatisation et la conservation des dattes et le beurre des chèvres transformé traditionnellement (Makhloufi, 2009).

✓ Médicinal

Les principes amers, les corps insaturés, les flavonoïdes, les coumarines, les polyphénols, les terpènes..., principaux constituants chimiques des Astéracées expliquent la diversité de leurs activités pharmacologiques (Mezache, 2010).

Matricaria pubescens (Desf.) est utilisée dans les otites et les affections oculaires, démangeaisons, dysménorrhée, inflammations des plaies (Hammiche et Maiza, 2006), rhumatismes et sciatiques, toux, calculs biliaires, affections gastro-intestinales et hépatiques,

les maladies rénales, infectieuses et les douleurs de l'abdomen, la sécheresse, la dentition chez les nourrissons, les allergies et la morsure des scorpions (Lhuilier, 2007).

La plante possède des propriétés antiseptiques et elle n'est pas signalée comme toxique par les nomades (Ould el Hadj *et al.*, 2003).

II.4.2. RHAMNUS ALATERNUS L

II.4.2.1. HABITAT ET DESCRIPTION BOTANIQUE

Les *Rhamnacées* sont une famille cosmopolite d'arbres, arbustes et herbacées qui contient environ 50 genres et 900 espèces (Richardson *et al.*, 2000). En Algérie, 9 espèces végétales appartenant à 3 genres sont répertoriées dans diverses régions et classées selon leurs caractéristiques morphologiques (Quezel et Santa, 1963).

Rhamnus alaternus L (Figure 10) est un arbuste toujours vert, d'origine méditerranéenne (Akerreta, 2009) à feuilles alternes, ovoïdes-lancéolées, pétiolées et luisantes, longues de 6 cm sur 3 cm de large, dentées sur leurs bords, coriaces à nervures médianes épaisses, trinervées à la base;



Figure 10: *Rhamnus alaternus* L (anonyme 3).

Stipules linéaires petites, caduques; fleurs dioïques et petites de 2-3 mm, d'un jaune verdâtre, en grappes axillaires, plus longues que le pétiole. Calice à 5 lobes lancéolés, pétales nuls, baies petites de 4-6mm, peu charnues, rouges puis noires à maturité. La croissance de *Rhamnus alaternus* L est lente, cependant sa durée de vie peut aller jusqu'à 100 ans (Beloued, 2001; Bas *et al.*, 2002). La tige est dressée et rameuse; les rameaux sont alternes, non épineux de 1-5m.

-Habitat : Forêts et broussailles. Commun dans le Tell.

-Floraison : Mars-Avril (**Beloued, 2001**). Ses fruits charnus mûrissent à la fin du printemps et le début de l'été (**Gulias et al., 2004**).

-Récolte : En septembre et octobre que l'on récolte ses baies pour leurs propriétés thérapeutiques (**Bardin, 2004**).

II.4.2.2. NOMS VERNACULAIRES

Les noms vernaculaires du nerprun sont mentionnés dans le (Tableau IV)

Tableau IV: Les noms vernaculaires de *Rhamnus alaternus* L

	Noms (références)
Noms communs	Nerprun, Bourg-épine, épine de cerf (Bardin, 2004).
Noms targuis et kabyles	Ajrroudj, Khalis n'imidekh, Amliles (Beloued, 2001).
Noms arabes	Méliles, Qaced (Beloued, 2001) ; Ouchbat el safar (Said et al., 2002); Oud el khir (Beloued, 2001; Ben Ammar et al., 2008; Ben Ammar et al., 2009).
Noms français	Alaterne (Beloued, 2001), Nerprun méditerranéen (Izhaki et al., 2002).
Noms anglais	Italian Buckthorn, Mediterranean Buckthorn (Akerreta, 2009).

II.4.2.3. POSITION SYSTEMATIQUE

La classification systématique du nerprun est détaillée dans le (Tableau V) si dessous

Tableau V: Classification systématique de *Rhamnus alaternus* L (**Yi-Ling C et Pan-Kai C, 1982; Anonyme2, 2008**)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Rhamnales
Famille	Rhamnaceae
Genre	Reynosia
Sous genre	<i>Rhamnus</i>
Espèce	<i>Alaternus</i> L

II.4.2.4. COMPOSITION CHIMIQUE

L'étude phytochimique sur les extraits de la partie aérienne et les racines de *Rhamnus alaternus* L a révélé la présence de diverses quantités d'antraquinones, de coumarines, de tannins et en particulier des flavonoïdes (Ben Ammar *et al.*, 2008).

L'écorce de nerprun contient la rhamnucoside et la franguline. Les fruits contiennent plusieurs substances colorantes jaunes, la rhamnoémodyne et la shestérine (Beloued, 2001).

Généralement, les espèces du genre *Rhamnus* contiennent des anthraquinones telles que l'émodyne ou chrysophanol, leurs formes réduites ou leurs glycosides (Abegaz et Peter, 1995). Trois flavonoïdes tri-glycosidiques ont été isolés à partir des feuilles de *R. alaternus*, le Kaempferol 3-O- β -isorhamninoside, rhamnucitrin 3-O- β -isorhamninoside et le rhamnucetin 3-O- β -isorhamninoside, en revanche, trois flavonoïdes aglycones ont été identifiés: l'apigénine, le Kaempferol et la quercétine (Ben Ammar *et al.*, 2009). Dans une autre étude quatre anthraquinones aglycones ont été isolées à partir de la partie aérienne de la plante: l'émodyne était l'aglycone le plus abondant, il a été trouvé dans toutes les parties examinées de la plante, en même temps, c'est la seule aglycone détectée dans les graines et dans le péricarpe mûr, le Chrysophanol existe abondamment dans les parties les plus jeunes de la plante mais totalement absent dans les feuilles entièrement mûres. Alaternin atteint sa concentration maximale dans l'écorce. La quatrième anthraquinone, le Physcion a été trouvé dans toutes les parties de la plante à l'exception des graines et du péricarpe mûr (figure 11) (Abou-chaar et Shamlian, 1980).

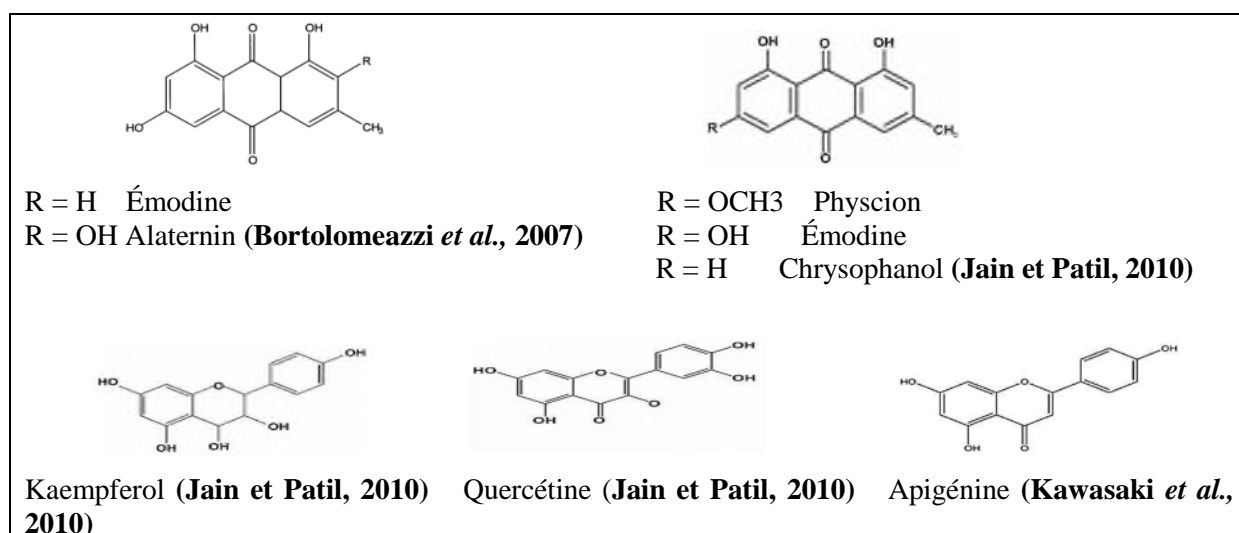


Figure 11: Structures chimiques de quelques flavonoïdes et anthraquinones de *R. alaternus* L (Harrar, 2012).

La pulpe de *R. alaternus* est composée principalement d'eau (68%), des minéraux (Fe, Mn, K, Ca, Mg, P, Cu) dont le plus abondant est le K (12,90%), des lipides, protéines et des

fibres (cellulose, hémicellulose et lignine). Les fruits de taille intermédiaire contiennent des lipides, Mg et du Ca, tandis que les fruits les plus petits contiennent plus de protéines, K, Zn (Izhaki *et al.*, 2002).

II.4.2.4. PROPRIETES BIOLOGIQUES ET DOMAINES D'UTILISATION

✓ Médicinal

En médecine traditionnelle *R. alaternus* a été employé en tant que digestif, diurétique, laxatif, astringent, hypotensif et pour le traitement des complications hépatiques et dermatologiques (Bhouri *et al.*, 2012), ainsi que les problèmes cardiovasculaires (Calvo et Cavero, 2014).

Des études antérieures ont montré que l'extrait brut de *Rhamnus alaternus* L est un puissant antioxydant, antimutagène, antigénotoxique (Ben Ammar *et al.*, 2005; Ben Ammar *et al.*, 2007; Ben Ammar *et al.*, 2008; Bhouri *et al.*, 2011), antimicrobien (Kosalec *et al.*, 2013). Les fruits de nerprun alaterne renferment un principe actif, la rhamnine, qui leur donne des vertus purgatives, d'une saveur âpre. Ils constituent en effet, un purgatif très énergique et d'un emploi sûr (Beloued, 2001).

✓ Ebénisterie et menuiserie

Son bois blanc, d'un grain fin et compact, a une odeur désagréable mais on peut servir à des travaux de menuiserie et ébénisterie (Penzig, 1902).

✓ Contre la jaunisse et l'anémie

On prépare à cet effet 10g d'écorce de racine ou du tronc dans un demi litre d'eau, laisser bouillir 10min, filtrer, prendre 2 tasses par jour (Beloued, 2001).

✓ Hypocholestérolémiant

Une infusion de la partie aérienne à boire pour diminuer le taux du cholestérol (Calvo et Cavero, 2014).

✓ Amaigrissante

Khettal et ses collaborateurs (2011) ont démontré que la *Rhamnus alaternus* est une plante qui présente donc un fort potentiel comme source de principes actifs non toxiques à effet amaigrissant et qui peut avoir une application potentielle pour le traitement des pathologies liées à l'obésité.

*Etude
pratique*

Chapitre I

Matériel et méthodes

I.1. MATÉRIEL VÉGÉTAL

I.1.1. RECOLTE ET SÉCHAGE

Notre étude a été réalisée sur les parties aériennes de *Rhamnus alaternus* L et *Matricaria pubescens* (Desf). Les feuilles et les fleurs de *R. alaternus* ont été cueillies au début du mois de mars 2015 dans la région ombrée d'Ait Amrouyoub de la commune de Tala Hamza de Bejaia, tandis que celles de la *M. pubescens* y compris les tiges ont été récoltées en mars 2015 dans une région saharienne de la wilaya d'Ouargla.

Les parties aériennes saines des deux plantes, après être cueillies, ont été lavées pour éliminer toutes traces de poussières, puis elles ont été séchées à l'air libre pendant deux semaines, ensuite, transférées à l'étuve à 40 °C pour affiner le séchage, ainsi que pour obtenir un meilleur broyage.

I.1.2. BROYAGE ET TAMISAGE

Après le séchage, les deux échantillons ont été broyés séparément à l'aide d'un broyeur électrique à café jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Le tamisage a été réalisé en faisant passer séparément les deux broyats à travers deux tamis d'un diamètre de 500 et 250 µm en vue d'obtenir des particules de taille moyenne et homogène (entre 250 et 500 µm), qui permettent une meilleure extraction tout en évitant le colmatage et le passage des particules dans l'extrait après filtration. La poudre ainsi obtenue des deux plantes a été conservée dans deux bocaux en verre bien fermés, à température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité, jusqu'à utilisation (Figure 12).



Figure 12: *M. pubescens* et *R. alaternus* sous forme sèche et poudre.

I.2. PRÉPARATION DES EXTRAITS BRUTS

Les extraits bruts des parties aériennes des deux plantes ont été préparés par macération. On a opté pour le protocole d'épuisement du matériel végétal préconisé par **Belhattab *et al* (2004)**, en utilisant comme solvant d'extraction l'éthanol et en y apportant quelques modifications (Figure 13):

100 g de la poudre (broyat) des deux plantes ont été mélangés avec 200 ml d'éthanol. On a laissé le mélange macérer sous agitation magnétique maximale pendant 2 jours à température ambiante et à l'abri de la lumière. Le macérât a été filtré 4 fois: deux fois avec la gaze, une fois sur papier filtre et une fois sur le coton, on a récupéré le filtrat 1. Le résidu 1 a été re-mélangé avec 100 ml d'éthanol et a été remis à une agitation pendant une journée et ensuite, filtré dans les mêmes conditions. Ainsi, le filtrat 2 a été ajouté au premier.

Le filtrat total des deux macérations a été soumis à une évaporation sous une hotte à vapeur à température ambiante afin d'obtenir l'extrait brut sec (Figure 14).



Macérât

Filtrat

Extraits bruts

Figure 14: Les étapes d'extraction éthanolique des composés phénoliques par macération.

❖ Le rendement

Le pourcentage en extrait brut sec éthanolique des parties aériennes des deux plantes a été calculé selon la formule suivante:

$$R \% = M / M_0 \times 100$$

R %: Rendement exprimé en %

M: Masse en gramme de l'extrait sec résultant

M₀: Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

Le protocole d'extraction dans l'éthanol est schématisé comme suit:

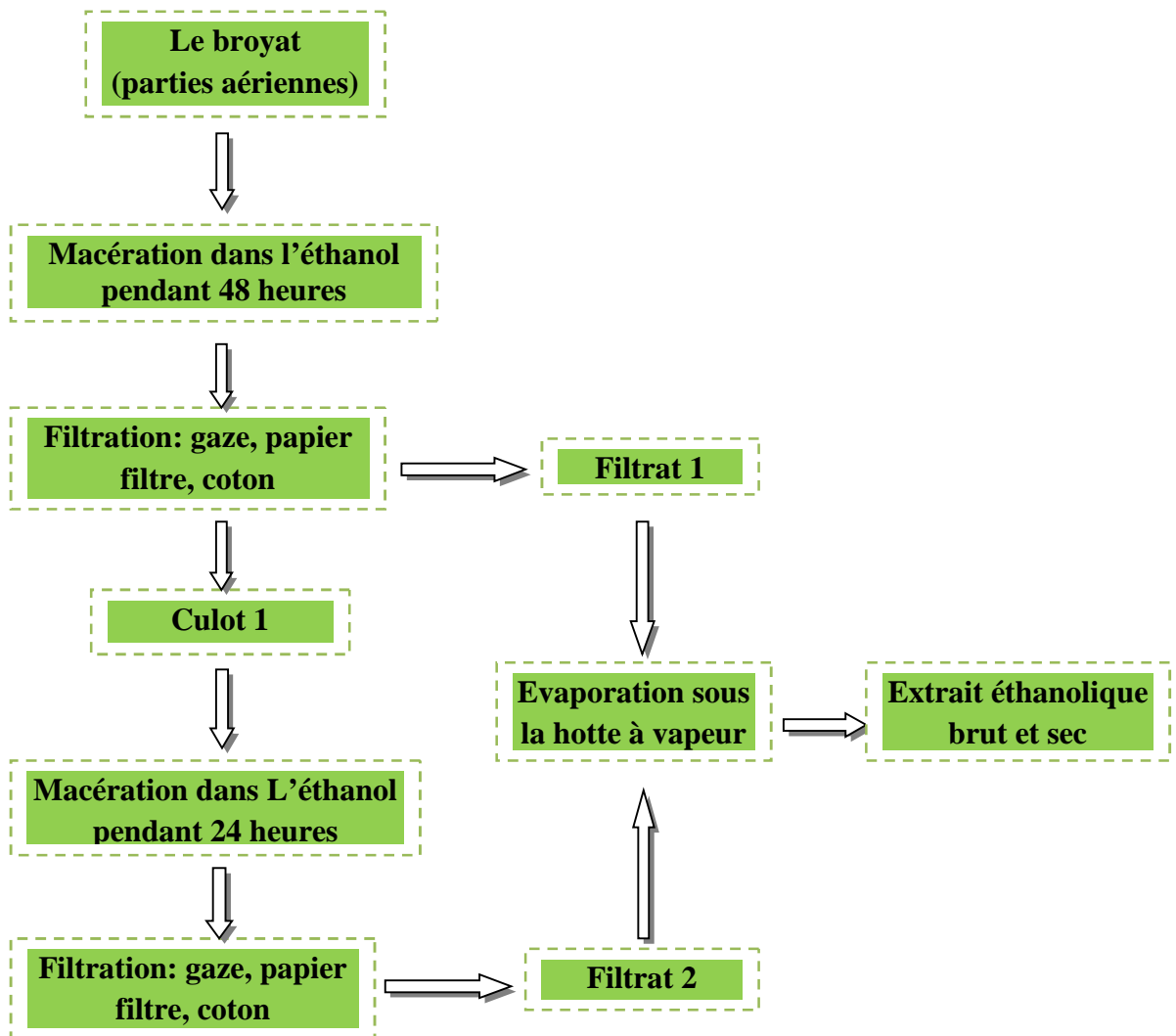


Figure 13: Procédure d'extraction de la partie aérienne de *M. pubescens* et *R. alaternus* par macération (Belhattab *et al.*, 2004).

I.3. ANALYSES PHYTOCHIMIQUES

I.3.1. DOSAGE DES ANTIOXYDANTS

I.3.1.1. POLYPHENOLS TOTAUX

- **Principe**

Pour le dosage des composés phénoliques, la méthode impliquant le réactif colorimétrique de Folin-Ciocalteu est la plus utilisée. Ce réactif est préparé par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_4$), qui sont réduits lors de l'oxydation des phénols dans un milieu alcalin en oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_3). La couleur bleue obtenue est proportionnelle au taux de composés phénoliques contenus dans l'extrait (**Ribéreau-Gayon *et al.*, 1982; Lapornik *et al.*, 2005**).

- **Procédure expérimentale**

La teneur en composés phénoliques a été estimée selon le protocole de **Yap *et al* (2009)** avec quelques modifications.

On a mis séparément 0,3 ml de chaque extrait de *M. pubescens* et de *R. alaternus* à des concentrations différentes dans des tubes à essais à l'aide d'une micropipette; on a ajouté 1,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu à 10% (v/v), puis 0,2 ml de carbonate de sodium à 7.5% (m/v) dans chaque tube; on a agité vigoureusement pendant 10 secondes.

Après 1h30min d'incubation à température ambiante et à l'abri de la lumière, on a lu les absorbances à partir du spectrophotomètre UV-visible à une longueur d'onde de 765 nm contre un blanc préparé suivant les mêmes conditions, sauf que l'extrait a été remplacé par le même volume de solvant d'extraction (éthanol).

On a effectué la même opération pour l'acide gallique à différentes concentrations (0-120 μ g/ml) dans les mêmes conditions que le dosage de l'échantillon en introduisant 0,3 ml de ces dernières dans une série de tubes et ajout des autres réactifs.

Les concentrations des polyphénols totaux contenus dans les extraits de *M. pubescens* et de *R. alaternus* ont été calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard. Les résultats sont exprimés en mg équivalent en acide gallique / g d'extrait.

I.3.1.2. FLAVONOÏDES

- **Principe**

Le dosage des flavonoïdes est basé sur la formation des complexes flavonoïdes-métaux tel que l'aluminium sous forme de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) qui forme des complexes jaunâtres avec les atomes d'oxygène présents dans les flavonoïdes. La couleur obtenue est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes complexés (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

- **Procédure expérimentale**

La quantification des flavonoïdes a été effectuée selon la méthode du trichlorure d'aluminium rapportée par **Bahorun et al (1996)**.

À 1 ml d'échantillon de *M. pubescens* et de *R. alaternus* à concentrations distinctes préparé dans l'éthanol a été ajouté 1 ml de la solution d' AlCl_3 (2% dans l'éthanol). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance a été lue à 430 nm contre un blanc constitué du solvant utilisé seul.

Une gamme étalon est établie séparément avec la quercétine (0-50 $\mu\text{g/ml}$) pour calculer la concentration des flavonoïdes dans chaque extrait.

Les résultats du dosage sont exprimés en milligramme équivalent de quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g E).

I.3.2. EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

Dans notre étude, la mise en évidence de l'activité antioxydante *in vitro* de nos extraits des composés phénoliques a été réalisée par trois techniques chimiques à savoir:

I.3.2.1. ACTIVITE ANTIRADICALAIRE AU DPPH*

- **Principe**

Le DPPH* (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre, stable ou accepteur d'hydrogène de couleur violette intense. Ce radical perd sa coloration native quand il se lie avec des substances antioxydantes, qui lui transfèrent des électrons ou des protons. La forme réduite du DPPH confère à la solution une couleur jaune (Figure 15). 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 (**Es-Safi et al., 2007**).

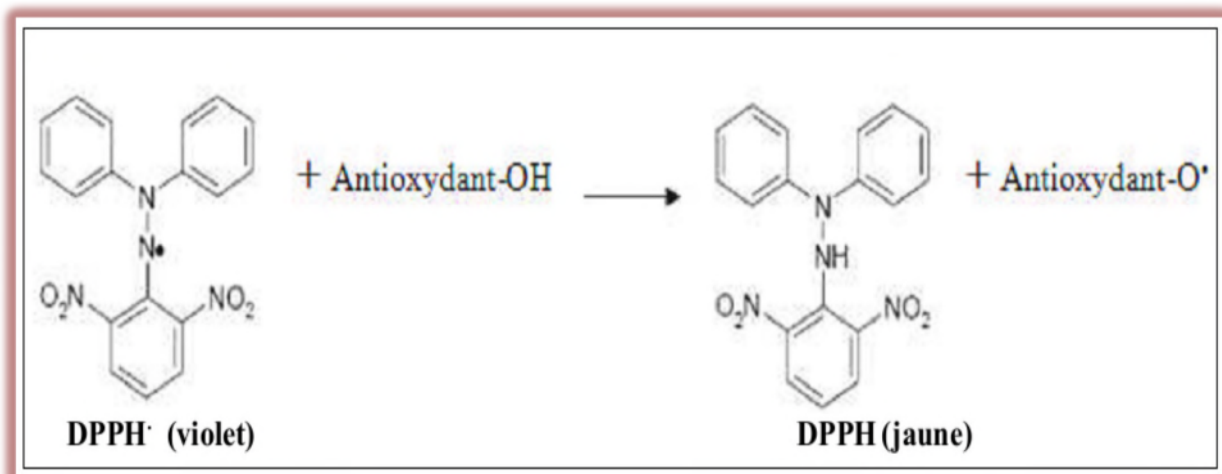


Figure 15: Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH• (Bastida *et al.*, 2002).

- Procédure expérimentale

Pour étudier l'activité antiradicalaire des deux extraits, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH• comme un radical libre relativement stable, selon le protocole décrit par Güllüce *et al* (2003).

D'abord on a préparé 4 mg du DPPH dans 100 ml du méthanol. Ensuite, on a mis dans des tubes à essai 50 µl de chaque dilution de différentes concentrations des extraits de *M. pubescens* et de *R. alaternus*, on y ajoutant 5 ml de la solution du DPPH et on a laissé le mélange s'incuber pendant 30 min à l'obscurité. Puis, on a lu leur absorbance à 517 nm contre un blanc qui est le méthanol et un contrôle constitué de 5 ml de la solution du DPPH seul.

L'acide gallique et la quercétine à des concentrations de (0-10µg/ml) ont servi pour tracer la courbe d'étalonnage. L'évaluation de l'activité antioxydante en utilisant la méthode du DPPH• est exprimée en pourcentage selon la relation suivante:

$$\% I = [(Abs_c - Abs_{ext}) / Abs_c] \times 100$$

Abs_c: Absorbance du contrôle.

Abs_{ext}: Absorbance de l'extrait.

Le pourcentage d'inhibition est exprimé ensuite par la valeur de la CI50, sachant que la CI50 est la concentration d'extrait nécessaire pour l'obtention de 50% de la forme réduite du radical DPPH•.

I.3.2.2. ACTIVITE SCAVENGER AU RADICAL ABTS^{•+}

- Principe

Ce test est basé sur le mécanisme d'oxydoréduction de l'ABTS. Au cours de ce test, le sel d'ABTS perd un électron pour former un radical cation (ABTS^{•+}) (Figure 16) de couleur sombre (vert bleu) en solution. En présence de l'agent antioxydant, le radical ainsi formé est réduit pour donner le cation ABTS⁺, ce qui entraîne la décoloration de la solution (Božidar *et al.*, 2006). La décroissance de l'absorbance causée par l'antioxydant reflète la capacité de capture du radical libre (Re *et al.*, 1999).

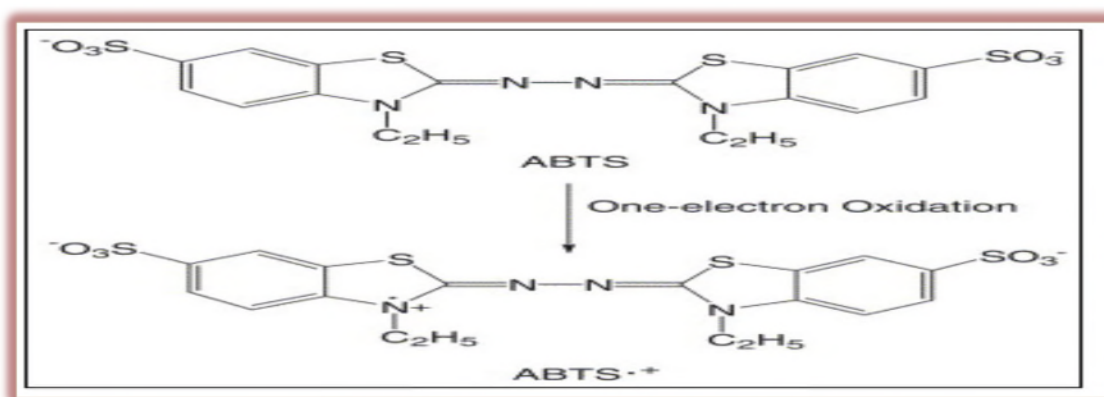


Figure 16: Oxydation de l'ABTS^{•+} (Owen et Johns, 1999).

- Procédure expérimentale

La mesure de l'activité scavenging du radical ABTS a été effectuée en suivant le protocole d'Akrout et ses collaborateurs (2010), avec de légères modifications.

Le radical ABTS^{•+} a été préparé par la réaction de la solution d'ABTS (7mM) avec du persulfate de potassium (2,45 mM), cette solution a été laissée à l'obscurité pendant 16h et à température ambiante (formation du radical ABTS^{•+}). Ensuite, la solution d'ABTS^{•+} a été diluée avec de l'eau distillé afin d'obtenir une absorbance de 0,7 ± 0,02 à 734 nm.

1.9ml de cette solution d'ABTS^{•+} diluée sont ajoutés indépendamment à un volume de 100µl de l'extrait de *M. pubescens*, de *R. alaternus* et du standard représenté par le Trolox, après 07 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 734nm. Le pourcentage de l'activité scavenger du radical ABTS^{•+} est calculé comme suit:

$$\% I = [(Abs\ témoin - Abs\ échantillon) / Abs\ témoin] \times 100$$

Abs témoin: Absorbance du témoin.

Abs échantillon: Absorbance de la solution de l'ABTS^{•+} contenant l'extrait.

I.3.2.3. REDUCTION DU CHLORURE FERRIQUE

- **Principe**

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant, basé sur la réaction chimique de réduction du Fe³⁺ présent dans le complexe K₃Fe(CN)₆ en Fe²⁺. La réaction est révélée par le virement de couleur jaune du fer ferrique (Fe³⁺) en couleur bleu vert du fer ferreux (Fe²⁺) (**Pan et al., 2008**). Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (**Hubert, 2006**).

- **Procédure expérimentale**

L'activité réductrice du fer de nos extraits a été déterminée selon la méthode décrite par **Oyaizu (1986)**.

Un volume égal à 1ml des deux échantillons à différentes concentrations a été mélangé avec 2.5 ml d'une solution tampon phosphate 0.2M (pH = 6.6) et 2.5 ml d'une solution de ferricyanure de potassium K₃Fe(CN)₆ à 1%. Le tout a été incubé au bain-marie à 50°C pendant 20 min. Ensuite, 2.5 ml de TCA à 10% ont été ajoutés, puis les tubes ont été centrifugés à 3000 rpm pendant 10 min. 2.5 ml du surnageant ont été ajoutés à 2.5 ml d'eau distillée et 500 µl d'une solution de FeCl₃ à 0.1% ont été additionnés également au mélange. La lecture des absorbances a été faite à 700 nm contre un témoin semblablement préparé en remplaçant l'extrait par l'éthanol.

L'acide gallique, la BHA et l'acide ascorbique ont été utilisés comme contrôle positif dans les mêmes conditions expérimentales.

Le pouvoir réducteur des échantillons augmente avec les valeurs de l'absorbance.

I.4. ETUDE STATISTIQUE

Dans chaque essai, les données expérimentales représentent la moyenne de trois essais indépendants ± écart-type (n=3). Les moyennes ont été comparées en utilisant l'application ANOVA (STATISTICA 5.5). Pour toutes les analyses α a été fixée à 0,05. Les représentations graphiques ont été déterminées sur le programme EXCEL.

Chapitre II

Résultats et discussion

II.1. RENDEMENT D'EXTRACTION

La période de récolte de la plante, la procédure de séchage, la granulométrie des particules, le temps de macération, le volume ainsi que la nature du solvant, constituent les paramètres susceptibles d'influencer le taux d'extraction et affecter ainsi l'activité antioxydante des extraits (**Hayouni et al., 2007**).

Une macération a été réalisée sur la poudre des parties aériennes de *Rhamnus alaternus* et *Matricaria pubescens* avec l'éthanol, après extraction de l'échantillon et évaporation du solvant du filtrat, on a obtenu des rendements élucidés dans la figure 17, Comme on remarque, le rendement le plus élevé a été obtenu avec la *R. alaternus* (10,01 %) par contre *M. pubescens* a donné un rendement d'extraction de 2,25 %.

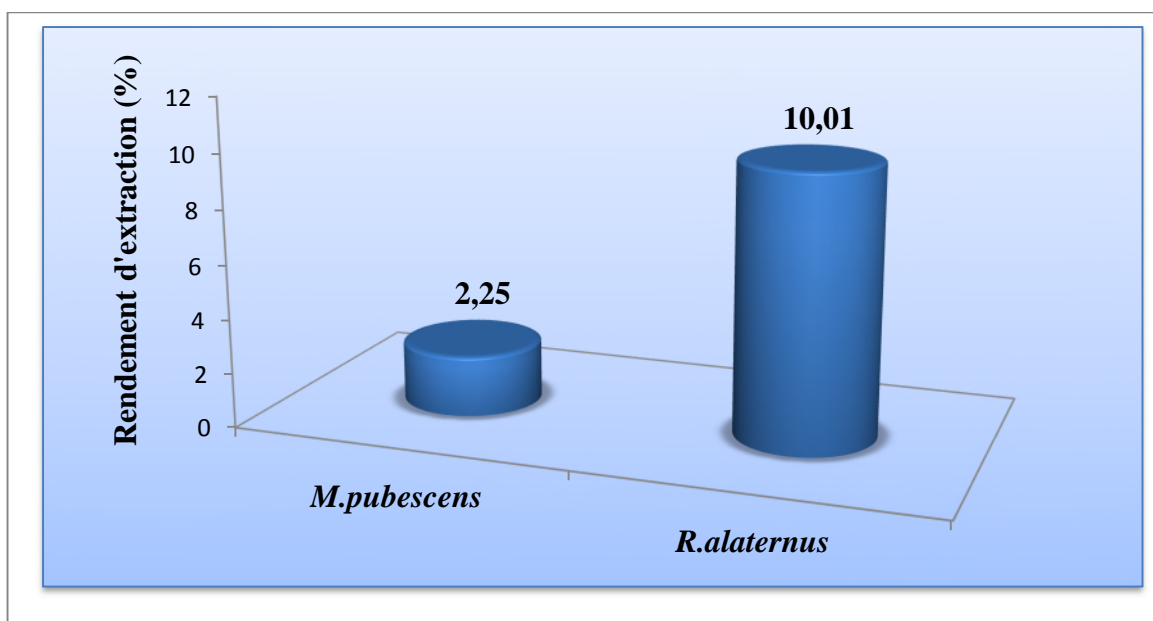


Figure 17: Rendements d'extraction de *Matricaria pubescens* et *Rhamnus alaternus*.

Dans une étude réalisée par **Ben Ammar et al (2008)** sur la même espèce (*R. alaternus*) originaire de Tunisie, la macération des feuilles dans le méthanol suivi par le butanol saturée en eau a donné un rendement de 9 %. Tandis que **Ljubuncic et ses collaborateurs (2005)** ont obtenu un taux d'extraction qui est de l'ordre de 8 % en utilisant comme solvant l'eau distillé.

Cependant, **Metrouh et ses collaborateurs (2015)** ont obtenu avec *Matricaria pubescens* des rendements en utilisant comme solvant: l'éthanol (50 %), l'acétone (50 %) et l'acétone pure, qui sont de l'ordre de 34.68 %, 34.44 % et 5.02 % respectivement.

II.2. ANALYSES PHYTOCHIMIQUES

II.2.1. DOSAGE DES ANTIOXYDANTS

II.2.1.1. POLYPHENOLS TOTAUX

Les composés phénoliques constituent une classe principale des antioxydants présents dans les plantes et sont généralement quantifiés par une méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu (**Kanatt et al., 2007**).

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 glycosidases (**Ribéreau-Gayon, 1968**). 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 (**Spigno et al., 2007**).

Après l'addition de la solution de monohydrate carbonate de sodium et le réactif de Folin Ciocalteu à l'extrait de *M. pubescens* et de *R. alaternus*, une couleur bleue a été obtenue, cette coloration varie en fonction de la concentration de l'extrait des deux plantes. Donc les parties aériennes de ces plantes sont riches en composés phénoliques. La teneur en composés phénoliques des extraits est exprimée en mg EAG/g E à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (Figure 18).

L'étude statistique a montré que la quantité des composés phénoliques extraite à partir de la partie aérienne de *Matricaria pubescens* et de *Rhamnus alaternus* présente une différence significative ($p < 0,05$) (Figure 19).

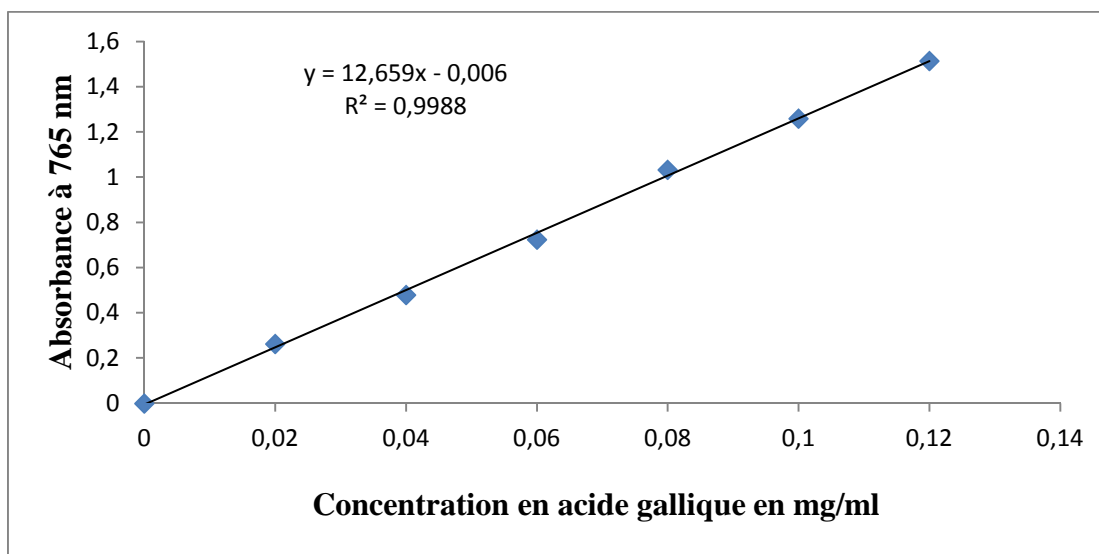


Figure 18: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Comme le montre l'histogramme, la teneur la plus élevée en composés phénoliques a été obtenue chez *R. alaternus* avec $102,06 \pm 0,68$ mg EAG/g E. Alors que la teneur la plus faible a été obtenue chez *M. pubescens* avec $24,57 \pm 0,29$ mg EAG/g d'extrait brut.

Ces résultats importants reflètent les données trouvées dans la Figure 17 où nous avons enregistré un rendement élevé de l'extrait brut de *Rhamnus alaternus* par rapport à celui de la *Matricaria pubescens*.

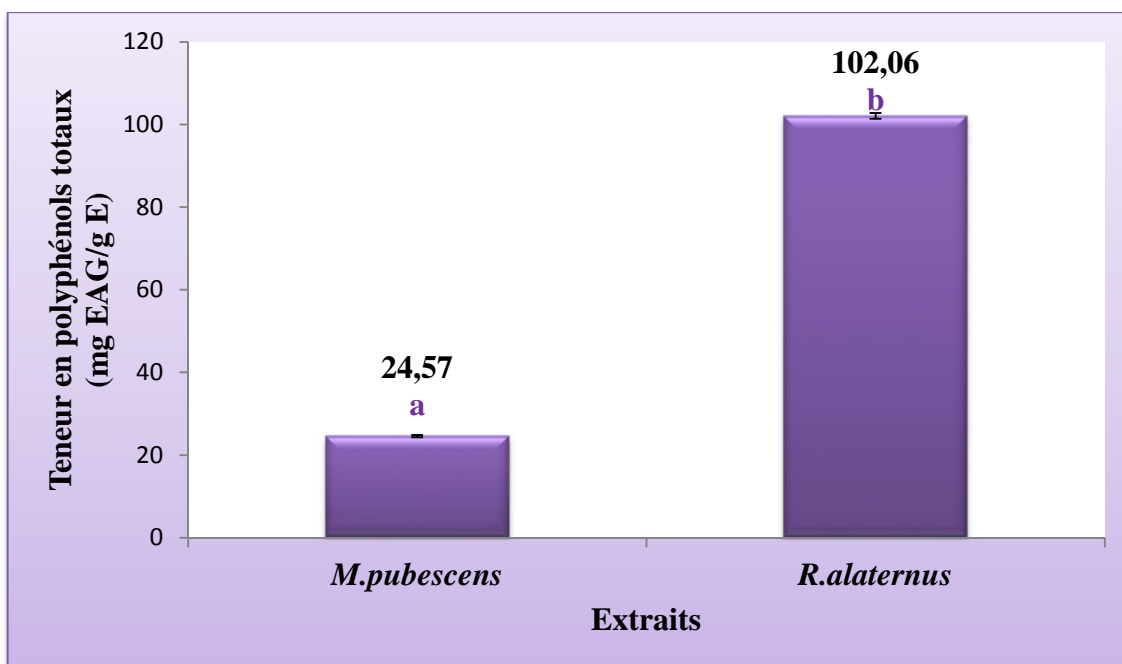


Figure 19: Teneur en polyphénols totaux chez les deux plantes étudiées.

Les résultats obtenus par **Khettal et ses collaborateurs (2011)** ont montré que l'extrait éthanolique des feuilles de *Rhamnus alaternus* est riche en polyphénols ($150 \pm 9,7$ mg EqAG/g d'extrait sec).

En prenant le méthanol comme solvant, **Kosalec et al (2013)** ont eu une quantité des polyphénols totaux égale à $38,4 \pm 1,56$ mg EAG/g d'extrait. Ainsi, **Boussahel et al (2013)** ont obtenu $33,65 \pm 2,5$ mg EAG/g d'extrait. Tandis que, **Ben Ammar et ses collaborateurs (2007)** ont dévoilé que l'extrait méthanolique des feuilles de *R. alaternus* de Tunisie contient environ 138 ± 9 mg EAG/ g d'extrait.

L'étude effectuée par **Metrouh et al (2015)** en utilisant le méthanol (50%), a révélé que *M. pubescens* contient des polyphénols totaux (2,64 g EAG/100 g). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus avec certaines plantes de la même famille; *Artemisia herba alba*, *Artemisia campestris* et *Anthemis arvensis*, qui contiennent entre 1,31 et 3,23 g EAG/100 g (**Djeridane et al., 2006**).

Harbourne et ses collaborateurs 2009 ont rapporté que *Matricaria chamomilla* contient entre 1,46 et 2,45 g EAG/100 g.

La quantité des composés phénoliques des extraits de ces plantes étudiées dépend essentiellement : de leur origine (**Ebrahimzadeh et al., 2008**), la variété, la saison de culture, la saison de récolte, les conditions climatiques et environnementales, la localisation géographique, les différentes maladies qui peuvent affecter la plante et la maturité de la plante (**Park et Cha, 2003**).

La faible spécificité du réactif de Folin-Ciocalteu est l'inconvénient principal du dosage colorimétrique. Le réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes d'hydroxyles non seulement celles des composés phénoliques (**Vuorela, 2005**).

Le solvant d'extraction élu des substances non phénoliques comme les sucres, les protéines et les colorants qui peuvent interférer pendant toute évaluation phénolique (**Djeridane et al., 2007**). Le dosage par ce réactif donne donc une évaluation brute de tous les composés phénoliques d'un extrait. Il n'est pas spécifique aux polyphénols, mais beaucoup de composés peuvent réagir avec le réactif, donnant un taux phénolique apparent élevé (**Tawaha et al., 2007**).

II.2.1.2. FLAVONOÏDES

Les flavonoïdes, très abondants dans le règne végétal, sont considérés comme des « scavengers » des espèces réactives de l'oxygène (EROs) et des inhibiteurs de l'activité des oxydoréductases (Chen *et al.*, 2007).

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium et l'étalon a été la quercétine (Figure 20). La teneur en flavonoïdes est exprimée en (mg EQ/g E). Les taux des flavonoïdes des deux extraits ont été obtenus à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type: $y = 18,12x - 0,1084$ sachant que $R^2 = 0,9919$.

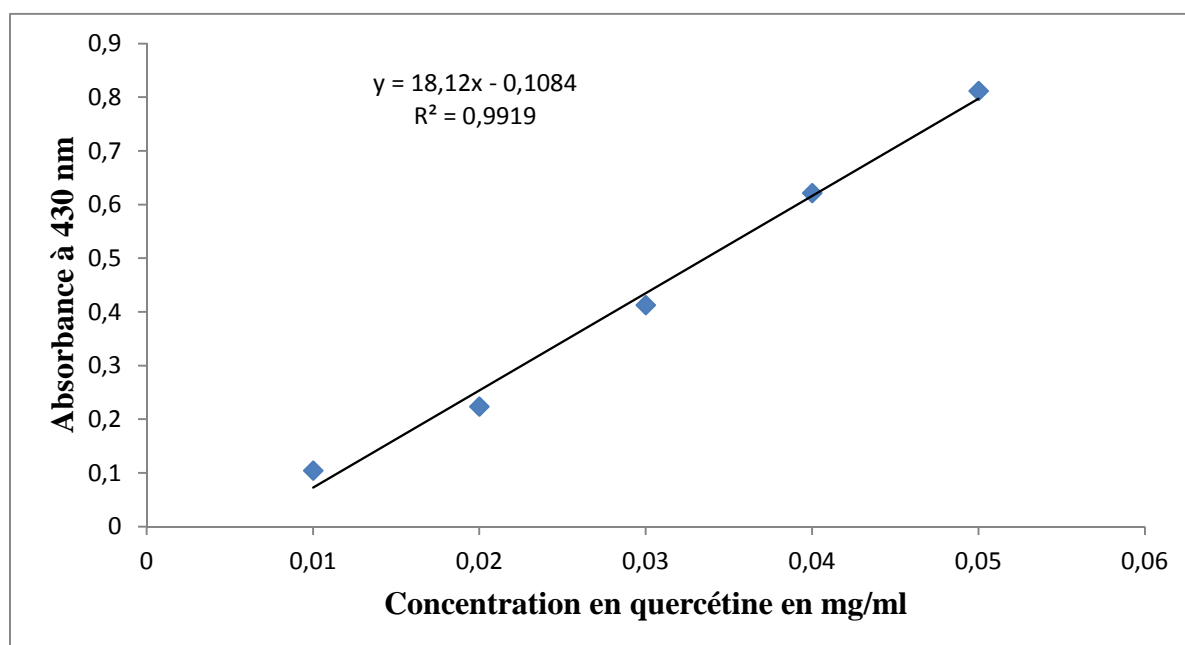


Figure 20: Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

Lors du dosage des flavonoïdes, après l'addition d' AlCl_3 et après incubation une couleur jaunâtre a été obtenue dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de l'extrait des deux plantes, ce qui confirme la présence des flavonoïdes dans l'extrait de la partie aérienne de *M. pubescens* et de *R. alaternus*.

Les teneurs en flavonoïdes de l'extrait de *Matricaria pubescens* et de *Rhamnus alaternus* varient d'une manière significative ($p < 0,05$) (Figure 21).

Les résultats représentés sur l'histogramme montrent que la concentration des flavonoïdes est importante dans l'extrait éthanolique de la partie aérienne de *M. pubescens* qui est de $175,03 \pm 0,47$ mg EQ/g de l'extrait brut. Alors que, la *R. alaternus* contient environ $70,83 \pm 0,7$ mg EQ/g E.

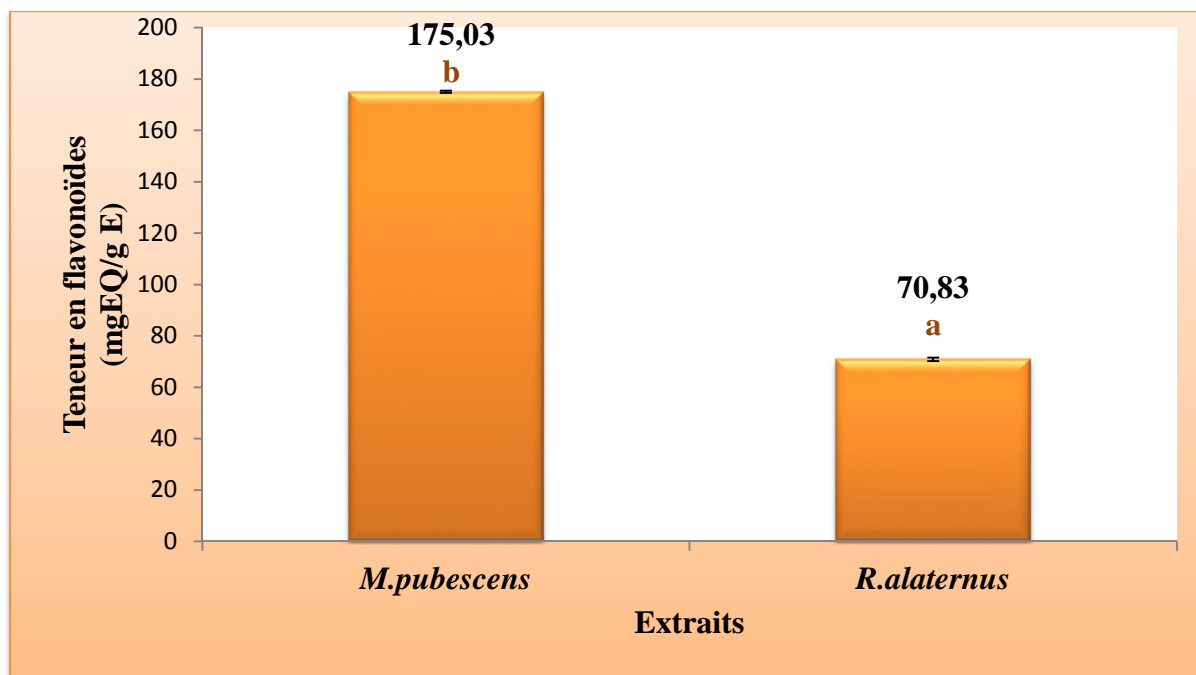


Figure 21: Teneur en flavonoïdes chez les deux plantes étudiées.

Cette différence est due à leur appartenance à deux familles complètement distinctes mais, principalement à la composition chimique de leurs flavonoïdes car, plusieurs études ont été réalisées par des chercheurs intéressés à la composition chimique de ces plantes en métabolites secondaires d'où ils ont constaté que la matricaire contient des flavonoïdes glycosylés comme l'apigénine-7-glucoside et la lutéoline-7-glucoside, la quercétine et la quercétine-3-O glycoside (Benkiki, 2006).. Tandis que, la *R. alaternus* renferme l'apigénine, le Kaempferol et la quercétine (Ben Ammar *et al.*, 2009). Mais essentiellement riche en anthraquinones telles que l'émodine, chrysophanol, Alaternin et le Physcion (Abou-chaar et Shamlian, 1980).

Une étude réalisée par Ben Ammar et ses collaborateurs (2007) a rapporté que l'extrait méthanolique des feuilles de *R. alaternus* de Tunisie contient environ 283 ± 11 mg EQ/g E.

Khettal et al (2011) ont également trouvé que cette dernière est riche en flavonoïdes avec (92 ± 14 mg EqQ/g d'extrait sec). Cependant, **Kosalec et al (2013)** ainsi que, **Boussahel et ses collaborateurs (2013)** ont confirmé la présence des flavonoïdes chez cette espèce avec une teneur de $33,6 \pm 1,50$ mg/g et $61,127 \pm 1,217$ mg EQ/g de l'extrait, respectivement.

Concernant la matricaire, **Metrouh et al (2015)** ont eu une teneur en flavonoïdes de (0,93 g EQ/100 g). Des plantes de la même famille; *A. campestris*, *A. herba alba* et *A. arvensis* contiennent entre 0,75 et 1,31 g équivalent de rutine / 100 g de la matière sèche (g ER / 100g MS (**Djeridane et al., 2006**)).

Cette différence entre ces résultats obtenus pourrait s'expliquer par la région dans laquelle les plantes sont cultivées, ainsi que la période de la récolte.

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

II.2.2. EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

Comme nous avons déjà indiqué, la surproduction des radicaux libres dans l'organisme et le déficit du système de défense endogène peuvent engendrer de diverses pathologies; cancer, vieillissement...etc. Actuellement, La recherche vise à renforcer ces défenses endogènes par des substances naturelles issues de plantes, qui sont douées des propriétés antiradicalaires. L'intérêt croissant des effets bénéfiques de l'antioxydant sur la santé a mené au développement d'un grand nombre de tests pour déterminer les capacités antioxydantes des extraits naturels. Trois méthodes ont été employées: piégeage du radical libre DPPH[•], activité scavenger contre le radical ABTS^{•+} et chélation des métaux de transition par la réduction du chlorure ferrique.

II.2.2.1. ACTIVITE ANTIRADICALAIRE AU DPPH[•]

L'activité anti radicalaire est réalisée par la méthode du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) qui est une méthode fréquemment utilisée pour sa simplicité. Cette méthode est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron, la forme non radicalaire DPPH-H est formée (**Bortolomeazzi et al., 2007**).

Cette activité est définie en pourcentage de piégeage du radical libre DPPH[•], ou l'absorbance du mélange réactionnel qui contient le radical libre et l'échantillon de l'antioxydant est reliée avec l'absorbance du mélange sans aucun antioxydant (solution contrôle).

Comme il n'existe pas de mesure absolue de la capacité antioxydante d'un composé, les résultats sont souvent portés par rapport à un antioxydant de référence.

Le % de piégeage du radical libre DPPH[•] montre la capacité de l'extrait, à une concentration fixée, de réduire ou non les radicaux et dans beaucoup de cas, l'augmentation de la concentration de l'antioxydant amène l'augmentation de ces indices relatifs (Alyafi Alzhri, 2007).

Après l'incubation du complexe, une décoloration progressive du violet a été observée. Au cours de la mesure de l'absorbance, on a constaté une diminution de l'absorbance à 517 nm.

Les principaux résultats de l'activité antioxydante des deux plantes étudiées et des standards sont résumés dans les figures 22, 23 et 24. L'extrait éthanolique de chaque plante a montré une activité anti radicalaire contre le radical DPPH[•] dépendante de la concentration de l'extrait, par diminution de la couleur violette de la solution DPPH. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH[•] augmente en fonction de la concentration de l'extrait.

A propos des standards, l'acide gallique et la quercétine ont présenté un pourcentage d'inhibition qui est de l'ordre de 96,72 % et 92,67 % respectivement, pour une concentration maximale de 10 µg/ml (Figure 22).

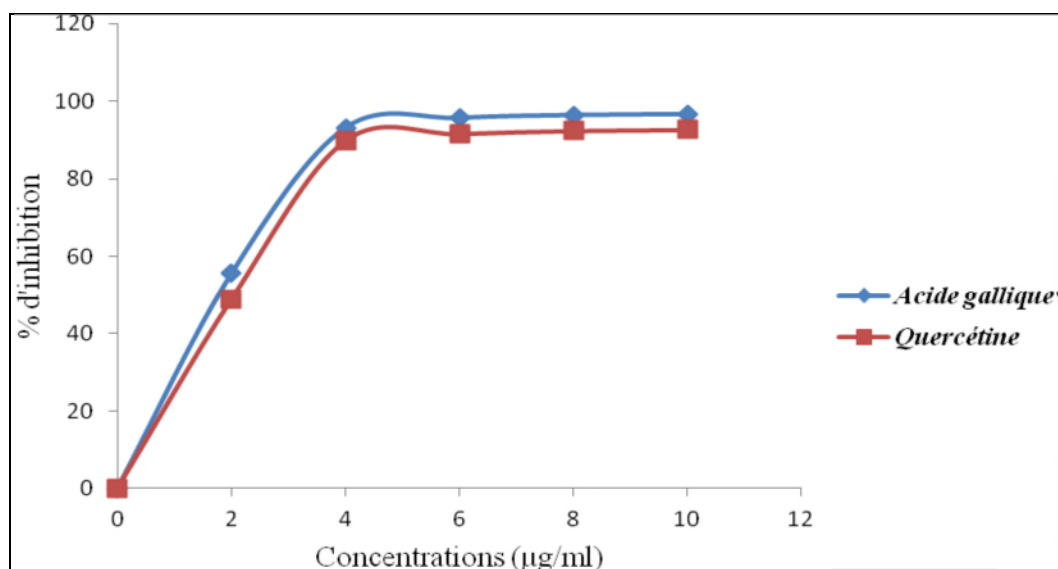


Figure 22: Pourcentage d'inhibition du radical DPPH[•] en fonction de la concentration en acide gallique et quercétine.

Pour *Matricaria pubescens* le pourcentage d'inhibition du DPPH[•] le plus élevé (52,44%) a été présenté par une concentration de 297,03 µg/ml (Figure 23). Tandis que, *R.*

alaternus a permis de donner l'activité anti radicalaire la plus forte avec un pourcentage égale à 90,42 %, 90,49 % pour une concentration de 39,6 et 49,5 µg/ml, respectivement (Figure 24).

On remarque que même à des faibles concentrations, les deux extraits montrent un pourcentage d'inhibition important, ce qui nous a permis de déduire que les composés phénoliques contenus dans l'extrait éthanolique de la partie aérienne des deux plantes sont très efficaces comme antioxydants.

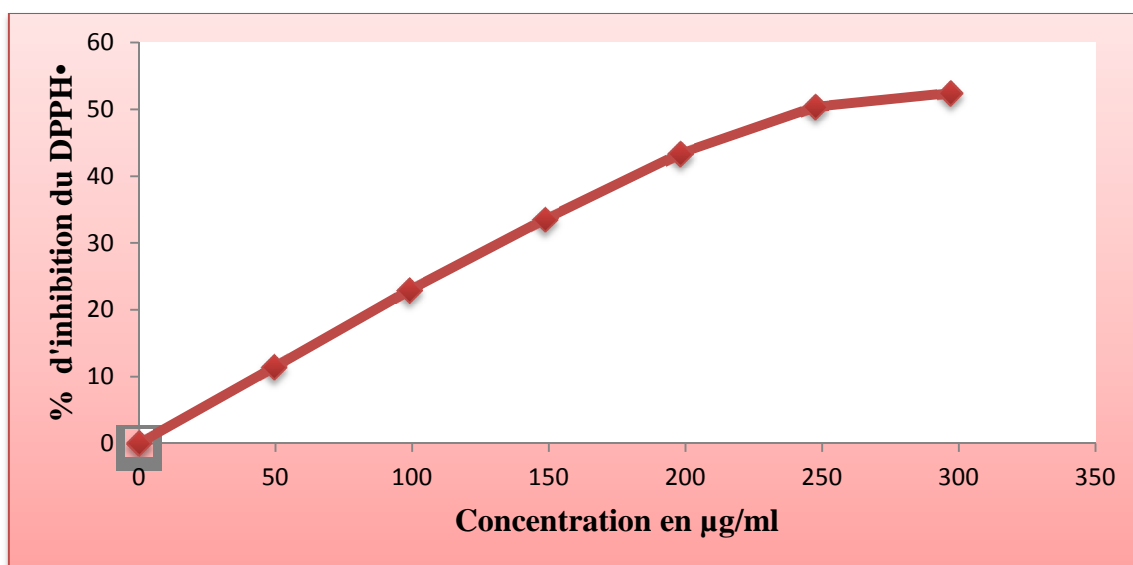


Figure 23: Effet scavenger contre le radical DPPH• de l'extrait éthanolique de *M. pubescens* à différentes concentrations.

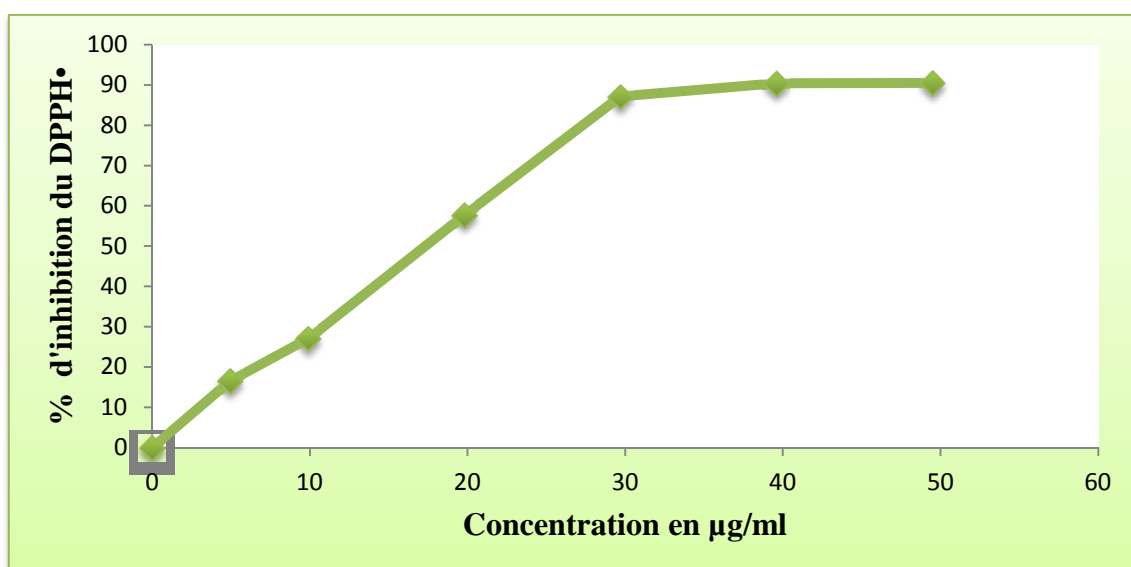


Figure 24: Effet scavenger contre le radical DPPH• de l'extrait éthanolique de *R. alaternus* à différentes concentrations.

L'activité antioxydante des extraits est exprimée en CI50, ce paramètre a été employé par plusieurs groupes de chercheurs pour présenter leurs résultats, il définit la concentration efficace du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du radical DPPH[•]. Plus la valeur de la CI50 est petite plus l'extrait est considéré comme un antioxydant puissant.

Les valeurs des CI50 calculées pour les extraits des deux plantes et les standards sont élucidées sur l'histogramme dans la figure 25 et sont exprimées en µg/ml (moyenne ± écart-type, en triplicata).

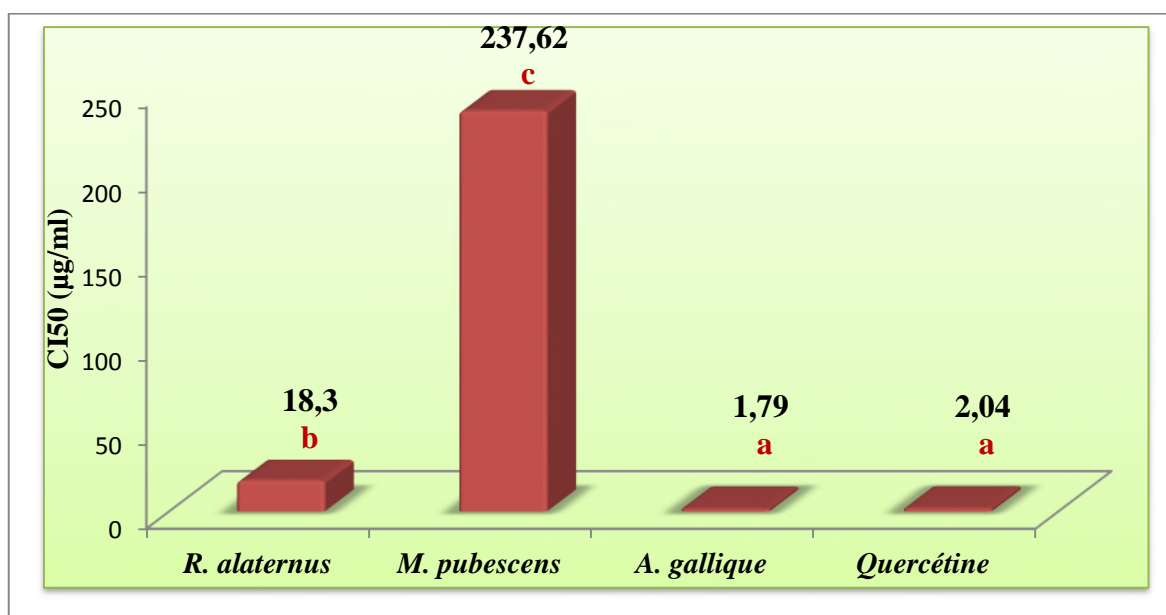


Figure 25: Tuyau d'orgue représentant les CI50 pour les extraits des plantes étudiées et les standards utilisés.

- Les résultats portant des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c$; $p < 0,05$).

En comparant les CI50 des deux plantes étudiées, nous avons remarqué que l'extrait de *M. pubescens* a présenté une CI50 de $237,62 \pm 0,66$ µg/ml ce qui est largement supérieure à celle de *R. alaternus* avec $18,3 \pm 0,1$ µg/ml.

Les CI50 de l'acide gallique et de la quercétine sont respectivement de l'ordre 1,79 µg/ml et 2,04 µg/ml. Elles sont largement inférieures à celles des deux plantes, donc l'acide gallique et la quercétine présentent une grande activité antiradicalaire. De même, les deux extraits présentent une bonne activité anti-radicalaire contre le DPPH[•] mais à des concentrations beaucoup plus élevées surtout pour la matricaire.

L'étude statistique a révélé une différence significative ($p < 0.05$) de l'activité antiradicalaire contre le DPPH* entre les deux extraits obtenus et de même, en les comparant aux deux standards. Concernant, l'acide gallique et la quercétine, l'analyse statistique n'a montré aucune différence significative ($p < 0.05$) à propos de leur action sur le DPPH*.

Une étude menée par **Ben Ammar et al (2008)** a montré des CI50 de 7 et 19 $\mu\text{g/ml}$ des écorces des racines et des feuilles respectivement de *R. alaternus*, lorsque l'extraction a été menée par le méthanol suivie par une extraction dans le butanol saturé en eau.

Boussahel et ses collaborateurs (2013); Kosalec et al (2013) ainsi que, **Khettal et al (2011)** ont remarqué que la même espèce de plante présente des CI50 de $82 \pm 0,6 \mu\text{g/ml}$; $78,7 \pm 3,16 \mu\text{g/ml}$ et $50 \mu\text{g/ml}$ respectivement.

Au sujet de *M. pubescens*, les pourcentages d'inhibition obtenus avec l'éthanol (50%) et l'acétone (50%) sont de 34,68 % et 34,44 % (**Metrouh et al., 2015**).

Cette différence entre ces résultats pourrait s'expliquer par la nature des composés phénoliques contenus dans l'extrait qui est influencé par la période de récolte, sachant que nos échantillons ont été récoltés au mois de mars. Comme elle pourrait s'expliquer aussi par la différence des conditions climatique et celles du sol ou la plante est cultivée. Mais essentiellement par la polarité des solvants utilisés.

Diverses études ont déterminé expérimentalement les capacités des extraits naturels à piéger les radicaux libres. Cette activité dépend d'un certain nombre de paramètres: la dose, la structure, les substituant et le degré de polymérisation de la molécule (**Kitagawa et al., 1992**).

II.2.2.2. ACTIVITE SCAVENGER AU RADICAL ABTS^{•+}

L'ABTS est l'une des molécules les plus exploitées dans les études des activités antioxydantes. L'activité antioxydante totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical cationique ABTS^{•+} de coloration bleu vert en le transformant en ABTS incolore, en présence de proton issu d'un antioxydant (**Re et al., 1999**).

L'étude de l'activité scavenging du radical ABTS^{•+} selon le protocole d'**Akrout et ses collaborateurs (2010)**, nous a fourni les résultats exprimés en pourcentage d'inhibition dans les figures 26 et 27.

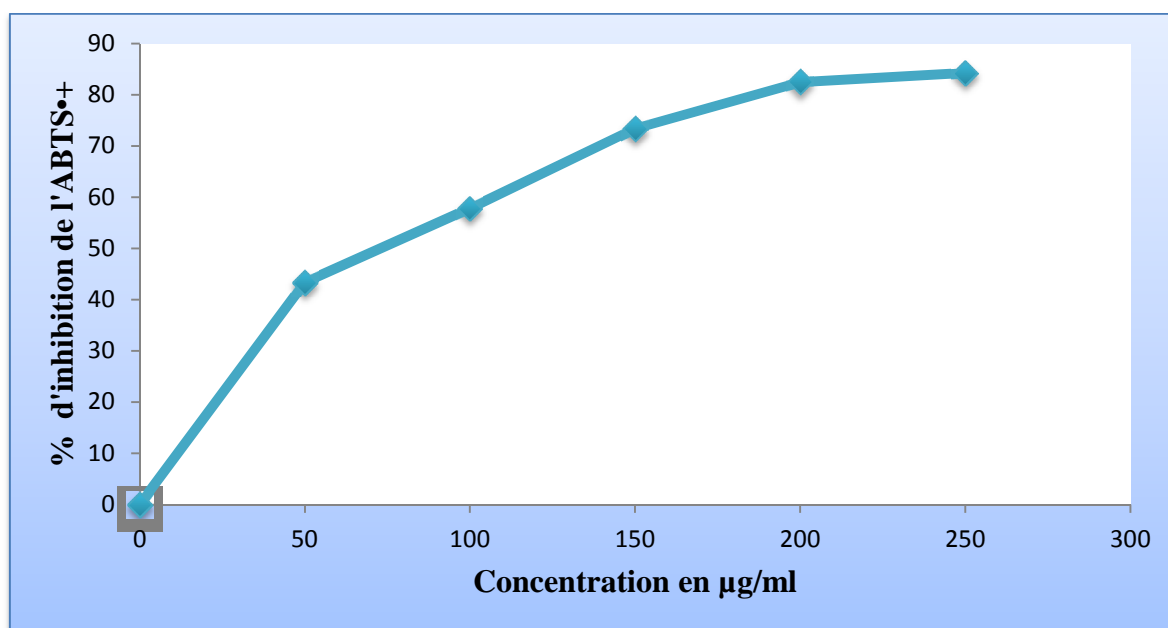


Figure 26: Pourcentage d'inhibition du radical ABTS^{•+} par l'extrait éthanolique de *M. pubescens* à différentes concentrations.

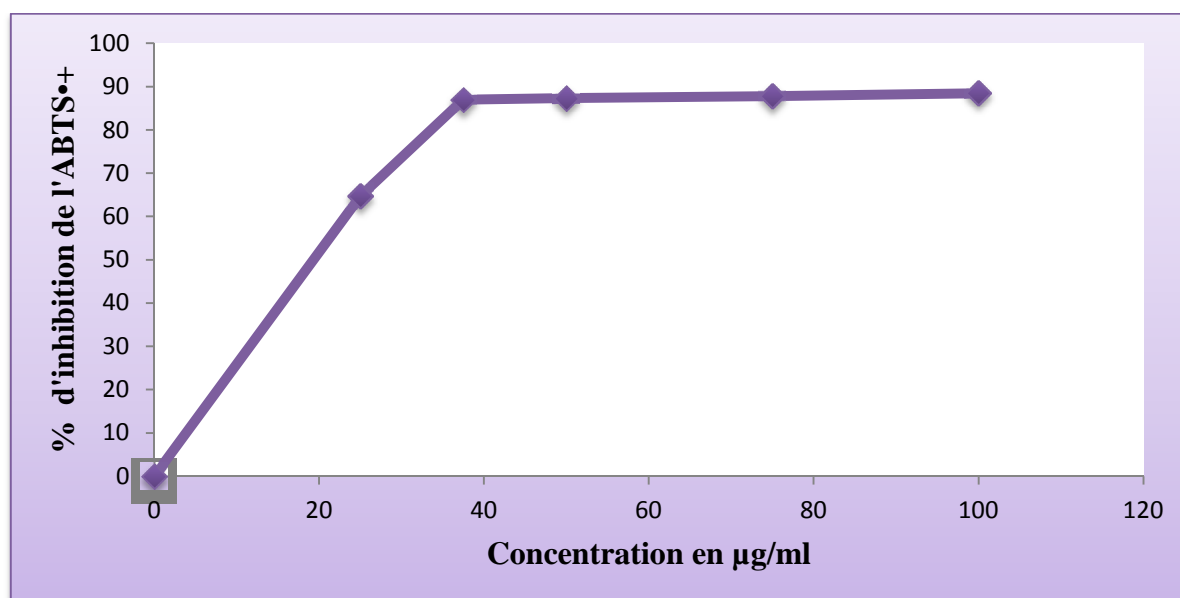


Figure 27: Pourcentage d'inhibition du radical ABTS^{•+} par l'extrait éthanolique de *R. alaternus* à différentes concentrations.

D'après ces figures, on a remarqué que le taux d'inhibition est dose dépendant. Les extraits des deux plantes ont présenté une importante activité inhibitrice vis-à-vis le radical ABTS^{•+} allant de 84,28 % avec *M. pubescens* pour 250 µg/ml à 88,48 % avec *R. alaternus* pour seulement une concentration maximale de 100 µg/ml.

On a constaté aussi que même à des concentrations faibles, les deux extraits ont exhibé un bon pourcentage d'inhibition, ce qui nous a permis de déduire que les composés phénoliques et les flavonoïdes contenus dans l'extrait éthanolique des parties aériennes des deux plantes sont très efficaces comme antioxydants.

Bhourri et ses collaborateurs (2012) ont rapporté des pourcentages d'inhibition de l'ordre de 72% et 97% respectivement à une concentration de 0,2 mg/ml de *R. alaternus*.

Les résultats d'inhibition de 50% du radical libre ABTS^{•+} par l'extrait de *Matricaria pubescens*, de *Rhamnus alaternus* et celui du trolox ont présenté une différence significative selon l'échantillon ($p < 0,05$) (Figure 28).

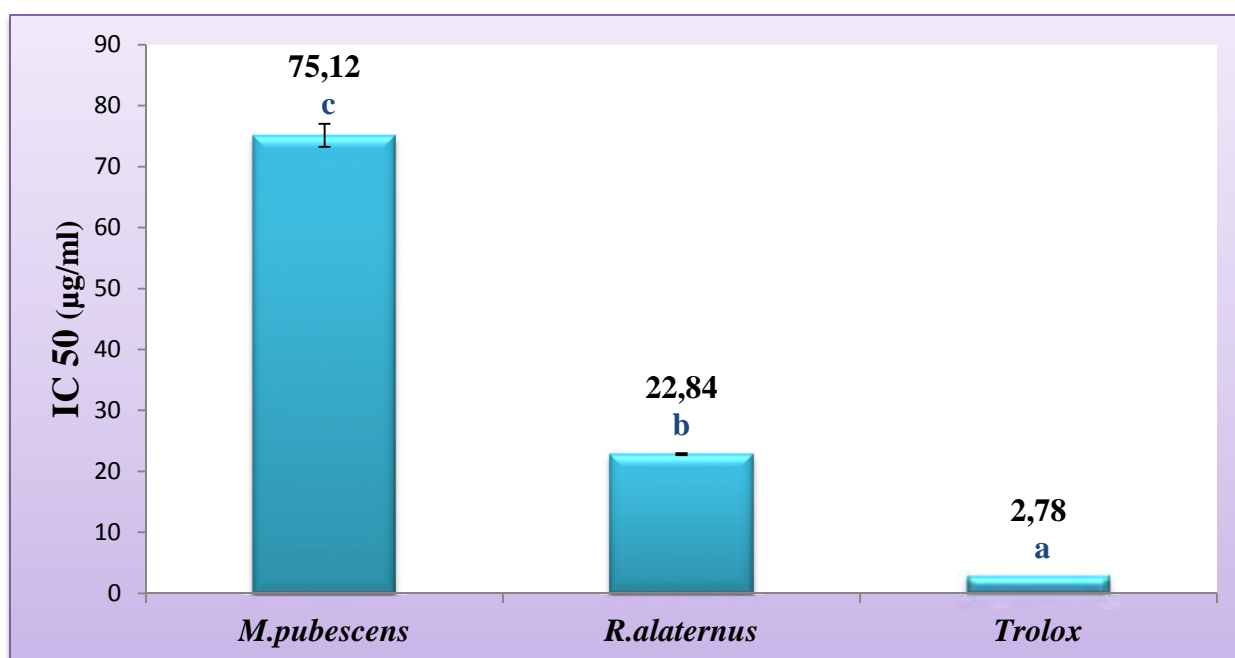


Figure 28: Tuyau d'orgue représentant les CI₅₀ pour les extraits des plantes étudiées et Le trolox.

- Les résultats portant des lettres différentes sont significativement différents ($a < b < c$; $p < 0,05$).

La CI₅₀ la plus faible a été signalée dans le trolox avec 2,78 µg/ml, suivie par *R. alaternus* avec $22,84 \pm 0,15$ µg/ml. En effet, la concentration CI₅₀ la plus élevée a été enregistrée pour l'extrait éthanolique de *M. pubescens* ($75,12 \pm 1,87$ µg/ml). L'analyse statistique a montré une différence significative ($p \leq 0,05$) entre les trois CI₅₀.

II.2.2.3. REDUCTION DU CHLORURE FERRIQUE

La réduction du fer est une analyse de l'activité antioxydante rapide, reproductible et facile à exécuter. Le pouvoir réducteur sert comme indicateur très significatif du potentiel antioxydant proposé pour tester l'activité antioxydante. La capacité réductrice d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante potentielle (Yang *et al.*, 2008).

Dans notre travail nous avons opté pour tester les deux extraits. L'acide gallique, la BHA et l'acide ascorbique (100 µg/ml) sont utilisés comme antioxydants de référence (Figure 29).

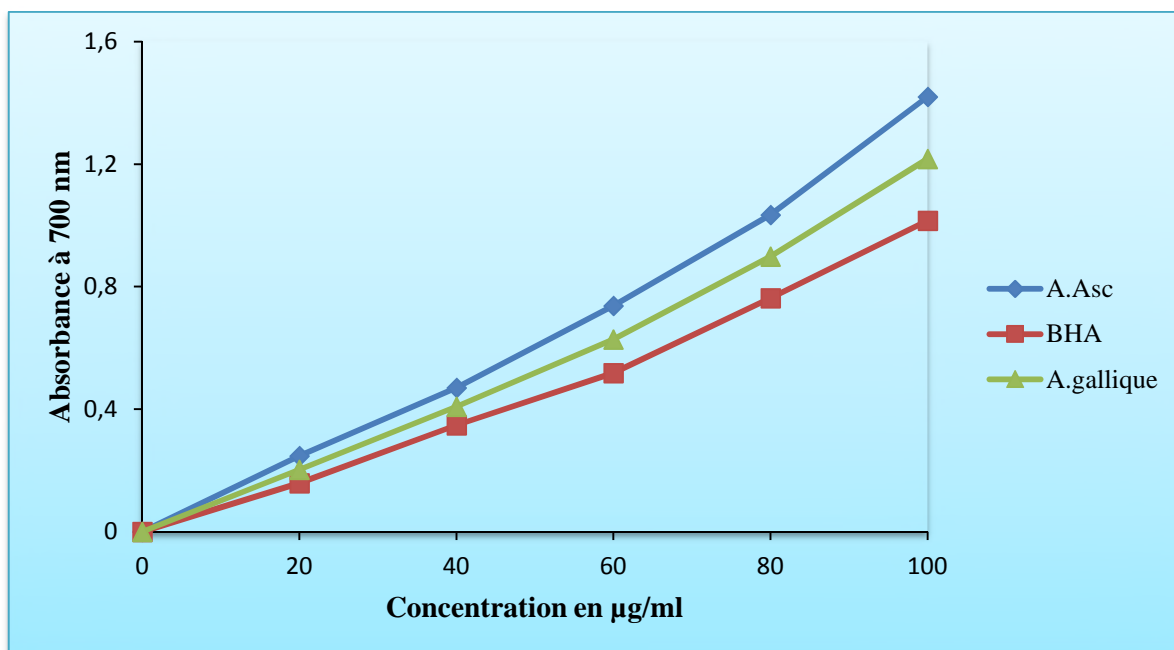


Figure 29: Graphes représentant les absorbances à 700nm en fonction des concentrations des standards utilisés.

La capacité des polyphénols des extraits éthanoliques des plantes étudiées à réduire le fer ferrique Fe^{3+} en fer ferreux Fe^{2+} par le don des électrons a été représentée sous forme d'absorbance à 700 nm dont l'augmentation de la concentration a entraîné l'augmentation de l'absorbance, donc, l'évolution de la puissance de réduction qui est l'un des mécanismes antioxydants (Figures 30 et 31).

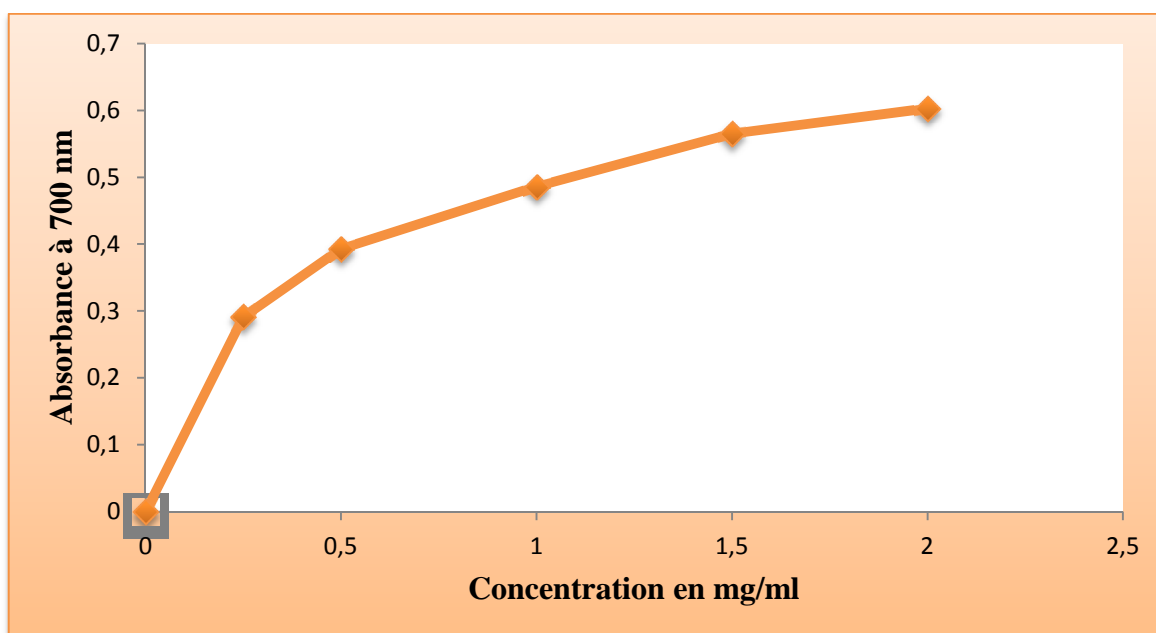


Figure 30: Graphe représentant les absorbances à 700nm de l'extrait éthanolique de *M. pubescens*.

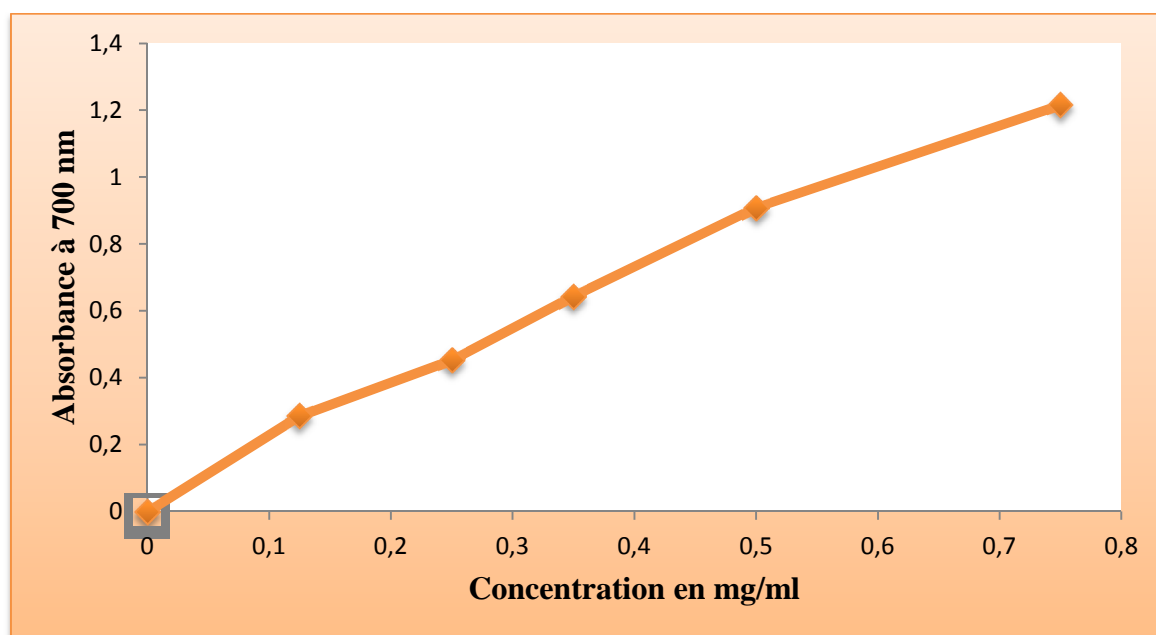


Figure 31: Graphe représentant les absorbances à 700nm de l'extrait éthanolique de *R. alaternus*.

D'après ces figures, *Rhamnus alaternus* a exhibé un pouvoir réducteur plus grand que *Matricaria pubescens*. À une concentration de 0,75 mg/ml, *R. alaternus* a obtenu une absorbance de 1,21 par contre, *M. pubescens* a donné une absorbance faible de 0,6 à une concentration plus élevée (2 mg/ml). Les standards utilisés (BHA, acide ascorbique, acide gallique) ont donné des pouvoirs réducteurs plus importants que les extraits à des

concentrations très faibles (20-100 µg/ml). Parmi ces standards, l'acide ascorbique est le plus puissant avec 1,42 suivi par l'acide gallique (1,21) et enfin la BHA (1,01) à la concentration de 100 µg/ml.

L'analyse statistique des résultats indique que les activités antioxydantes obtenues des extraits de ce présent travail varient en fonction 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 *Matricaria pubescens* et la *Rhamnus alaternus*.

Il est difficile d'expliquer la relation existante entre les antioxydants et l'activité antioxydante d'un végétal en se basant sur la seule analyse quantitative, du fait qu'il existe une relation non seulement avec le taux d'antioxydants mais aussi à l'interaction entre eux et avec d'autres constituants (Yoo *et al.*, 2008).

Puisque la composition chimique et les structures des composés actifs de l'extrait sont des facteurs importants modulant l'efficacité des antioxydants naturels, l'activité antioxydante ne doit pas être expliquée seulement en se basant sur leurs teneurs en composés phénoliques, en flavonoïdes ou en tannins, d'où l'importance de les caractériser.

Conclusion
et
perspectives

Conclusion et perspectives

Notre étude a été consacrée aux dosages de quelques antioxydants (polyphénols totaux et flavonoïdes) de deux plantes médicinales de la flore algérienne «*Matricaria pubescens*» et «*Rhamnus alaternus*» appartenant à deux grandes familles distinctes (Compositae et Rhamnaceae) après leur extraction, ainsi qu'à la détermination de l'activité antioxydante des extraits obtenus.

Le protocole d'extraction appliqué est de type liquide-solide, par l'éthanol. Le rendement est de 10,01% pour le nerprun et 2,25% pour la matricaire. L'évaluation du contenu en polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu a montré que l'extrait de *R. alaternus* contient environ $102,06 \pm 0,68$ mg EAG/g d'extrait brut, ce qui est supérieur à *M. pubescens* ($24,57 \pm 0,29$ mg EAG/g d'extrait brut). Pour le dosage des flavonoïdes par la méthode de réduction de chlorure d'aluminium, on a constaté l'inverse, la teneur optimale a été attribuée à la matricaire avec un taux de $175,03 \pm 0,47$ mg EQ/g de l'extrait brut. Tandis qu'avec le nerprun on a obtenu seulement $70,83 \pm 0,7$ mg EQ/g d'extrait brut.

L'évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH^{*} a révélé que les deux extraits ont présenté un potentiel antioxydant mais, à des pourcentages et des concentrations très distincts. Pour *R. alaternus*, le pourcentage d'inhibition à $49,5$ µg/ml, a été de 90,49 % avec une CI50 de $18,3 \pm 0,1$ µg/ml. Cependant, le taux obtenu avec *M. pubescens* a été de 52,44 % avec une concentration de $297,03$ µg/ml et une CI50 de $237,62 \pm 0,66$ µg/ml.

L'extrait éthanolique de *Rhamnus alaternus* et de *Matricaria pubescens* a permis d'inhiber le radical ABTS^{•+} avec un pourcentage important qui est de l'ordre de 88,48 % et 84,28 % avec des CI50 de $22,84 \pm 0,15$ µg/ml et $75,12 \pm 1,87$ µg/ml respectivement.

Le nerprun a présenté un pouvoir réducteur le plus élevé en obtenant une absorbance de 1,21 à 700 nm, au moment où la matricaire a eu une absorbance inférieure avec 0,6 à une concentration plus grande.

Donc, on peut conclure que l'espèce *Rhamnus alaternus* manifeste la capacité antioxydante la plus puissante avec des concentrations minimales.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les composants responsables des activités antioxydantes des extraits n'ont pas été identifiés et des travaux supplémentaires devront être menés pour identifier et isoler ces composés bioactifs en utilisant plusieurs techniques (CCM, HPLC...).

Toutefois, les résultats d'une méthode ne donnent que des propositions réduites sur les propriétés antioxydantes des extraits. La combinaison de divers procédés complémentaires, associant des mécanismes différents sera idéale pour une évaluation efficace et complète des potentiels antioxydants chez ces espèces.

De même, étudier les possibles activités biologiques de ces extraits afin de confirmer ou infirmer les suggestions de la médecine traditionnelle. Ainsi, déduire la toxicité et la dose efficace en réalisant des tests *in vivo*.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- *Abegaz, B. M. and Peter, M. G. (1995). Emodin and emodinanthrone rhamnoside acetates from fruits of *Rhamnus prinoides*. *Phytochem*, 39: 1411-1414.
- *Abou-chaar, C. I. and Shamlian, S. N. (1980). A Chromatographic Study of the Anthraquinones of *Rhamnus alaternus* L. I. Extraction, Isolation and Identification of the Aglycones, *Pharm. Biol*, 18: 49-55.
- *Akerreta, S. (2009). *Etnobotánica farmacéutica en Navarra: del uso tradicional de las plantas medicinales a su evidencia científica* (Ph.D.thesis).Faculty of Science, University of Navarra, p. 831, Pamplona, Spain.
- *Akrou,t A., Hajlaoui, H., Mighri, H., Najjaa, H.and Neffati, M. (2010). Antimicrobial and antioxydant activities of Artemisia herba-alba essential oil cultivated in Tunisian arid zone C. *R. Chimie*, 13: 380-386.
- *Alyafi Alzhri, G. (2007). Determination of chemical composition of Prangos and the possibility to use in the applied field, Damascus University, p.54.
- * Amirat, M., Debbakh, O. et Naghmouche Salah, A. (2006). Analyse qualitative de quelques produits chimiques contenus dans la plante (*Matricaria pubescens*), Mémoire de DES, Université de Ouargla, p. 67.
- *Anonyme 1: Boréal Médicinal Canada (BMC), www.bmccanada.com
- *Anonyme 2: (2008) Tela botanica. v4: 02.
- *Anonyme 3: www.actaplantarum.org.
- *Arora, A., Sairam, R., Srivastava, G. (2002). Oxidative stress and antioxidative system in plants, *Current Science*, 82: 1227-1238.

B

- *Bahorun, T., Gressier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., Vasseur, J., Cazin, M., Cazin, J. C. and Pinkas, M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei Forschung*, 46: 1086-1089.
- *Bardin, J-M. (2004). *Dictionnaire illustré des plantes médicinales*. France: Ed. Lodi.
- *Bartosz, G. (2003). Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comments on Toxicology*, 9: 5-21.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- * Bas, J.M., Gómez, C. and Pons, P. (2002). Caracterización morfológica y estructural de los frutos del aladierno (*Rhamnus alaternus* L.) en el noroeste de la Península Ibérica. *Stud. Bot.*, 21: 89–103.
- *Bastida, J., Burillo, J., Codina, C., Flerlage, N., Parejo, I., Rosas-Romero, A. and Viladomat, F. (2002). Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *Agric Food Chem.* 50: 6882-6890.
- *Belhattab, R., Larous, L., Kalantzakis, G., Bouskou, D. and Exarchou, V. Antifungal properties of *Origanum glandulosum* Desf. extracts. *Food, Agric. & Envir.*, 2004 (2): 63-69.
- *Beloued, A. (2001). *Les plantes médicinales d'Algérie*. Ben Aknoun, Alger: Ed. OPU.
- * Ben Ammar, R., Kilani, S., Abdelwahed, A., Hayder, N., Mahmoud, A., Chibani, J., Chekir-Ghedira, L. and Ghedira, K. (2005). In vitro mutagenicity, antimutagenicity and free radical scavenging activities of *Rhamnus alaternus* L. (*Rhamnaceae*) extracts, *Pak. J. Biol. Sci.*, 8 (3): 439–445.
- *Ben Ammar R., Kilani S., Bouhlel I., Skandrani I., Naffeti A., Boubaker J., Ben Sghaier M., Bhourri W., Mahmoud A., Chekir-Ghedira L. and Ghedira K. (2007). Antibacterial and cytotoxic activities of extracts from (Tunisian) *Rhamnus alaternus* (*Rhamnaceae*). *Ann. Microbiol.* 57: 453-460.
- *Ben Ammar R., Kilani S., Bouhlel I., Ezzi L., Skandrani I., Boubaker J., Ben Sghaier M., Naffeti A., Mahmoud A., Chekir-Ghedira L. and Ghedira K. (2008). Antiproliferative, Antioxidant, and Antimutagenic Activities of Flavonoid-Enriched Extracts from (Tunisian) *Rhamnus alaternus* L: Combination with the Phytochemical Composition. *Drug, Chem. Toxicol.* 31: 61-80.
- *Ben Ammar, R., Bhourri, W., Ben Sghaier, M., Boubaker, J., Skandrani, I., Neffati, A., Bouhlel, I., Kilani, S., Mariotte, A.M., Chekir-Ghedira, L., Dijoux-Franca, M.G., and Ghedira, K. (2009). Antioxidant and free radical-scavenging properties of three flavonoids isolated from the leaves of *Rhamnus alaternus* L. (*Rhamnaceae*): a structure-activity relationship study. *Food Chem.*, 116: 258–264.
- *Benkiki, N. (2006). *Etude phytochimique des plantes médicinales algérienne: Ruta montana, Matricaria pubescens et Hypericum perfoliatum*. Thèse de Doctorat, Université Al-Hadj Lakhdar Batna, p. 112, 116, 117, 119, 123, 124, 133.
- *Bhourri, W., Ben Sghaier, M., Kilani, S., Bouhlel, I., Dijoux-Franca, M-G., Ghedira, K., Chekir Ghedira, L. (2011). Evaluation of antioxidant and antigenotoxic activity of two flavonoids from *Rhamnus alaternus* L. (*Rhamnaceae*):Kaempferol 3-O-β-isorhamninoside and rhamnocitrin 3-O-β isorhamninoside. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 1167–1173.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Bhour, W., Boubaker, J., Kilani, S., Ghedira, K. and Chekir-Ghedir, a L. (2012). Flavonoids from *Rhamnus alaternus* L. (Rhamnaceae): Kaempferol 3-O- β -isorhamminoside and rhamnocitrin 3-O- β -isorhamminoside protect against DNA damage in human lymphoblastoid cell and enhance antioxidant activity. *S. Afr. J. Bot.*, 80: 57-62.

*Bortolomeazzi, R., Sebastianutto, N., Toniolo, R. and Pizzariello, A. (2007). Comparative evaluation of the antioxidant capacity of smoke flavouring phenols by crocin bleaching inhibition, DPPH radical scavenging and oxidation potential. *Food Chem.* 100: 1481-1489.

*Boussahel, S., Dahamna, S., Ruberto, G., Siracusa, L., Harzallah, D. (2013). Phytochemical study and antioxidant activities of leaves extracts from *Rhamnus alaternus* L. *Pharmacognosy Communications* 3: 46-47.

*Božidar, S.G., Ivekovic, D. and Milardović, S. (2006). A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. *Bioelectrochemistry.* 68: 175-180.

C

*Calvo, M.I. and Cavero, R.Y. (2014). Medicinal plants used for cardiovascular diseases in Navarra and their validation from Official sources. *Journal of Ethnopharmacology*, 157: 268-273.

*Cavero, R.Y., Akerreta, S. and Calvo, M.I. (2013). Medicinal plants used for dermatological affections in Navarra and their pharmacological validation. *Journal of Ethno pharmacology*, 149, 533–542.

*Chahma, A. (2006). *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien*. Ain m'ila: Dar elhoda.

*Chen, L., Ding, L., Yu, A., Yang, R., Wang, X., Li, J., Jin, H. and Zhang, H. (2007). Continuous determination of total flavonoids in *Platycladus orientalis* (L.) Franco by dynamic microwave-assisted extraction coupled with on-line derivatization and ultraviolet-visible detection. *Analytica Chimica Acta*, 596 :164–170.

D

*Diallo A. (2005). *Etude de la phytochimie et des activités biologiques de Syzygium guineense WILLD. (MYRTACEAE)*. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Bamako, Mali.

*Djellouli, M., Moussaoui, A., Benmehdi, H., Ziane, L., Belabbes, A., Badraoui, M., Slimani, N. and Hamidi, N. (2013). Ethnopharmacological study and phytochemical screening of three plants (Asteraceae family) from the region of south west Algeria. *Asian J. Nat. Appl. Sci.* 2 (2): 159–165.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P. and Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.* 97: 654–660.

*Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Vidal, N., Lesgards, J. F. and Stocker, P. (2007) Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.*, 224: 801-809.

*Dutertre, J. M-J. (2011). *Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste*. Thèse de doctorat. Université Bordeaux 2, France.

E

*Eberhard, T., Robert, A. et Annelise, L. (2005). *Plantes aromatiques, épice aromates, condiments et huiles essentielles*. Tec et Doc. Lavoisier. Paris France.

*Ebrahimzadeh, M. A., Pourmmorad, F. and Hafezi, S. (2008). Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish journal of biology*, 32 : 43-49.

*Es-Safi, N. E., Kollmann, I., Khlifi, S. and Ducrot, P. H. (2007). Antioxidants effect of compounds isolated from *Globularia alypum* L Structure-activity relationship. *LWT-Food science and technology*, 40 : 1246-1252.

F

*Favier A. (2003). Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'Actualité chimique*. 11: 108-115.

G

*Garait, B. (2006). Le stress oxydant induit par voie métabolique (régimes alimentaires) ou par voie gazeuse (hyperoxie) et effet de la GliSODin®. Laboratoire de Bioénergique Fondamentale et Appliquée. EMI0221, 2.

*Gardès-Albert, M., Bonnefont-Rousselot, D., Abedinzade, Z. et Jore, D. (2003). Espèce réactive de l'oxygène. *L'actualité chimique*, 91-96.

*Gardès-Albert, M. et Jore, D. (2005). Aspects physicochimiques des radicaux libres centrés sur l'oxygène, In: Radicaux libres et stress oxydant. Paris: Lavoisier. 1-23.

*Gauche, E. et Hausswirth, C. (2006). Stress oxydant, complémentation nutritionnelle en antioxydants et exercice. *Science & Motricité*, 58: 43-66.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- *Gausсен, H., Leroy, JF. Et Ozenda, P. (1982). *Precis de botanique 2*, In: *Végétaux supérieurs*. 2^{ème} éd (Masson). France.
- *Ghazghazi, H., Aouadhi, CH., Sebei, H. et Hasnoui, B. (2013). Etude comparative de la teneur et de l'activité antioxydante des caroténoïdes de deux espèces tunisiennes: *Rosa canina* et *Rosa sempervirens*. *F. S. B*, XI: 76-85.
- *Guignard, J L., Cossen, L., Henry, M. (1985). *Abrégé de phytochimie*. Paris : Masson.
- *Guignard, J L, (1994). *Abrégé botanique*. Paris : Masson, 9.204.
- *Guinebert, E., Durand, P., Prost M., Grinand, R. et Bernigault, R. (2005). Mesure de la résistance aux radicaux libres. *Sixièmes Journées de la Recherche Avicole*. 554-558.
- *Gulias, J., Traveset, A., Riera, N. et Mus, M. (2004). Critical Stages in the recruitment process of *Rhamnus alaternus* L. *Annals of Botany*, 93: 723-731.
- *Güllüce, M., Somken, M., Daferera, D., Agar, G., Ozkan, H. and Kartal, N. (2003) *In vitro* antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L. *J Agric Food Chem*, 51: 3958 – 3965.

H

- *Hadi, M. (2004). *La quercétine et ses dérivés: molécule à caractère pro-oxydant ou capteur de radicaux libres; études et application thérapeutiques*. Thèse de doctorat. Université Luis pasteur (Strasbourg).
- *Hammiche, V. and Maiza, K. (2006). Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *Journal of Ethnopharmacology*, 105: 358-367.
- *Harbourne, N., Jacquier, J.-C. and O'Riordan, D. (2009). Optimisation of the extraction and processing conditions of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) for incorporation into a beverage. *Food Chem*, 115: 15–19.
- *Harrar, A. N., (2012). *Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus* L. Diplôme de Magister. Université de Sétif. 95.
- *Hayouni, E., Abedrabba, M., Bouix, M. and Hamdi, H. (2007). The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities *in vitro* of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food chemistry*, 105 (3): 1126-1134.
- *Hubert, J. (2006). *Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja. Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines*, Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat à l'Institut Nationale Polytechnique de Toulouse, Ecole Doctorale des Sciences Ecologiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I

*Izhaki, I., Tsahar, E., Irena, P. and Jacob, F. (2002). Within population variation and interrelationships between morphology, nutritional content, and secondary compounds of *Rhamnus alaternus* fruits. *New Phytologist*, 156: 217-223.

J

*Jain, S., and Patil, U. K. (2010). Phytochemical and pharmacological profile of *Cassia tora* Linn. - An Overview. *Indian J. Nat. Prod. Resour.* 1: 430-437.

*Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. et Stevens, P. (2002). Botanique Systématique, une perspective phylogénétique. Boeck Université. 84-87,3 96-399.

K

*Kanatt, S.R., Chander, R. and Sharma, A. (2007): Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata* L) in radiation-processed lamb meat *food chemistry*, 100: 451-458.

*Kawasaki, I., Jeong, M.H., Oh, B.K. and Shim, Y. H. (2010). Apigenin inhibits larval growth of *Caenorhabditis elegans* through DAF-16 activation. *FEBS Letters*, 584: 3587-359.

*Khattal, B., Zaidi, A., Tacherfiout, M., et Sobhi, W. (2011). Effet des extraits de feuilles de *Rhamnus Alaternus* à activités antioxydant et antilipasique sur la masse corporelle et le métabolisme des lipides des souris nourries avec un régime enrichie en carbohydrates. *Nutrition clinique et metabolism*, 28: S 149-150.

*Kitagawa, S., Fujisawa, H., and Sakurai, H. (1992). Scavenging effect of dihydric and polyhydric phenols on superoxide anion radicals, studied by electron spin resonance spectrometry. *Chem Pharm Bull*, 40(2): 304-307.

*Kosalec, I., Kremer, D., Locatelli, M., Epifano, F., Genovese, S., Carlucci, G., Randić, M and Zovko Končić, M. (2013). Anthraquinone profile, antioxidant and antimicrobial activity of bark extracts of *Rhamnus alaternus*, *R. fallax*, *R. intermedia* and *R. pumila*. *Food Chemistry*, 136: 335–341.

*Kruidenier, L. and Verspaget, H.W. (2002). Oxidative stress as a pathogenic factor in inflammatory bowel disease - radicals or ridiculous? *Aliment Pharmacol Ther*, 16: 1997-2015.

L

*Lacroix, B. (2009). Stress oxydatif & pathologies. Blog; nutriresearch.pro.

*Lahouel, M., Amedah, S., Zellagui, A., Touil, A., Rhouati, S., Benayache, F., Leghouchi, E., and Bousseboua, H. (2006). The interaction of new plant flavonoids with rat liver mitochondria: relation between the anti and prooxydant effect and flavonoids concentration. *Thérapie*, 61(4):347-355.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Lapornik, B., Prosek, M. and 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.

*Lhuilier, A. (2007). Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauria salicifolia hook Fexoliver*, *Agauria polyphlia baker (ERICACEAE)*, *Tambourissa trichophylla baker (MONIMIACEAE)* et *Embelia concinna baker (MYRSINACEAE)*. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. 20-28-152-153.

*Ljubuncic, P., Azaizeh, H., Portnaya, I., Coganc, U., Said, O., Saleh, K.A. and Bomzon, A. (2005). Antioxidant activity and cytotoxicity of eight plants used in traditional Arab medicine in Israel, *Journal of Ethnopharmacology*, 99: 43-47

*Lubec, G. (1996). The hydroxyl radical: from chemistry to human disease. *J Investig Med*, 44: 324-346.

M

*Maiza, K., Brac de la Perrière, E.A., et Hammiche, V. (1993). Pharmacopée traditionnelle saharienne: Sahara septentrional. Médicaments et Aliments: *L'Approche Ethnopharmacologique*, 169-171.

*Makhloufi, A. (2009). *Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (Matricaria pubescens (Desf.) et Rosmarinus officinalis L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru*. Thèse de doctorat. Université de Tlemcen. 166.

*Marc, F., Davin, A., Deglène-Benbrahim, L., Ferrand, C., Baccaunaud, M. et Fritsch, P. (2004). Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Médecines Sciences*, 20: 458-464.

*Metrouh-Amir, H., Duarte, C. M.M. and Maiza, F. (2015). Solvent effect on total phenolic contents, antioxidant, and antibacterial activities of *Matricaria pubescens*. *Industrial Crops and Products*, 67: 249-256.

*Mezache, N. (2010). *Détermination structurale et évaluation biologique de substances naturelles de quelques espèces de la famille asteraceae: Senecio giganteus Desf. Et Chrysanthemum myconis L*, Thèse doctorat. Université mentouri-Constantine. 4, 5, 17,23-26.

N

*Nkhili, N. (2009). *Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant*. Thèse de doctorat. Université de Marrakech. 187-193.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

O

- *Ould el Hadj Didi, M., Hadj-Mahammed, M. et Zabeirou H. (2003). Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla. *Courrier du Savoir*, 03: 47-51.
- *Owen, P.L., and Johns T. (1999): Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacologie*, 64: 149-160.
- *Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction-Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44: 307-315.
- *Ozenda, P. (2004). *Flore et végétation du Sahara*. Paris: CNRS édition (3). 92,438,662.

P

- *Pan, Y., Wang, K., Huang, S., Wang, H., Mu, X., He, C., Ji, X., Zhang, J. and Huang, F. (2008). Antioxydant activity of microwave-assisted extract of longan (*Dimocarpus Longan* Lour.) peel, *Food Chemistry*, 106: 1264-1270.
- *Park, H. J. and Cha, H.C. (2003). Flavonoids from leaves and exocarps of the grape Kyoho. *Korean journal of biological society*, 7: 327-330.
- *Pastre, J.O.C. (2005). *Intérêt de La supplémentation en antioxydant dans l'alimentation des carnivores domestiques*. Thèse de docteur vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse. 120.
- *Penzig, O. (1902). *Flore colorée de poche du littoral méditerranéen*. Paris: P. Klincksieck. 27-28.
- *Pincemail, J., Bonjean, K., Cayeux, K. et Defraigne, JO. (2002). Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante, 16, Issue 4. 233-239.
- *Pincemail, J., Bonjean, K., Cayeux, K. et Defraigne, J.O. (2008). Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante. *Nutrition clinique et métabolisme*, 16: 233 – 239.
- *Pourrut, B. (2008). *Implication du stress oxydatif dans la toxicité du plomb sur une plante modèle, Vicia faba*. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat à l'Institut National Polytechnique de l'Université de Toulouse spécialité: Ecotoxicologie. France.

Q

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

R

- *Re, R., Pellegrini, N., Protegebnnte, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999). Antioxydant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Science Inc*, 26: 1231-1237.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Ribéreau-Gayon, P. (1968). Notions générales sur les composés phénoliques, In *Composés phénoliques des végétaux*. Paris: Dunod. 105-133.

*Ribéreau Gayon, J., Peynaud, E., Sudraud, P. et Ribéreau Gayon, P. (1982) Composés phénoliques, In *Traité d'oenologie, sciences et techniques du vin*. Paris: Dunod. 477-499.

*Richardson, J. E., Fay, M. F., Cronk, Q. C. B., Bowman, D. and Chase, M. W. (2000). A phylogenetic analysis of *Rhamnaceae* using rbcL and trnL-F plastid DNA sequences. *Am. J. Bot.*,87: 1309-1324.

S

*Said, O., Khalil, K., Fulder, S. et Azaizeh, H. (2002). Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the west bank region. *Journal of Ethnopharmacology*, 83: 251-265.

*Sohal, RS., Mockett, RJ., et Orr, WC. (2002). Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis. *Free Radical Biol. Med.* 33: 575-586.

*Spigno, G., Tarmelli, L., and De Faveri, DM. (2007). Effect of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxydant activity of grao marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, 81 (1): 200-208.

T

*Tang, S. Y. and 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. and El-Elimat T. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chem.* 104: 1372-1378.

*Touaibia, M., et Chaouch, FZ. (2014). Pouvoir antioxydant des extraits de *Myrtus communis* L. obtenus *in situ* et *in vitro*. *Nature & Technologie*, 10: 03-08.

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.

*Van Antwerpen, P. (2006). *Contribution à l'étude de pouvoir antioxydant de divers agents d'intérêt thérapeutique: ciblage du système myeloperoxydase / peroxyde d'hydrogène / chlorure*. Thèse de doctorat. Institut de pharmacie (Bruxelles).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Vuorela, S. (2005). *Analysis, isolation and bioactivities of rapeseed phenolics*. Helsinki: University of Helsinki. 76.

W

*Wardman, P. and Candeias, L.P. (1996). Fenton Chemistry: An Introduction. *Radiat Res*, 145: 523-531.

Y

*Yap, CF., Ho, CW., Aida, WM., Chan, SW., Lee, CY. and Leong, YS. (2009). Optimazation of extraction condition of total phenolic componds from star fruit (*Averrhoacarambola* L) residues. *Sains malaysiana*, 38 (4): 511-520.

*Yang, J., Guo, J., and Yuan, J. 2008. *In vitro* antioxidant properties of rutin, *LWT*, 41: 1060-1066.

*Yi-Ling, C et Pan-Kai, C. (1982). *Rhamnaceae*, ed. FI. Reipubl.

*Yoo, KM., Lee, CH., Lee, H., Moon, B., and Lee, CY. (2008). Relative antioxydant and cytoprotective activities of common herbs. *Food Chemistry*, 106: 929-936.

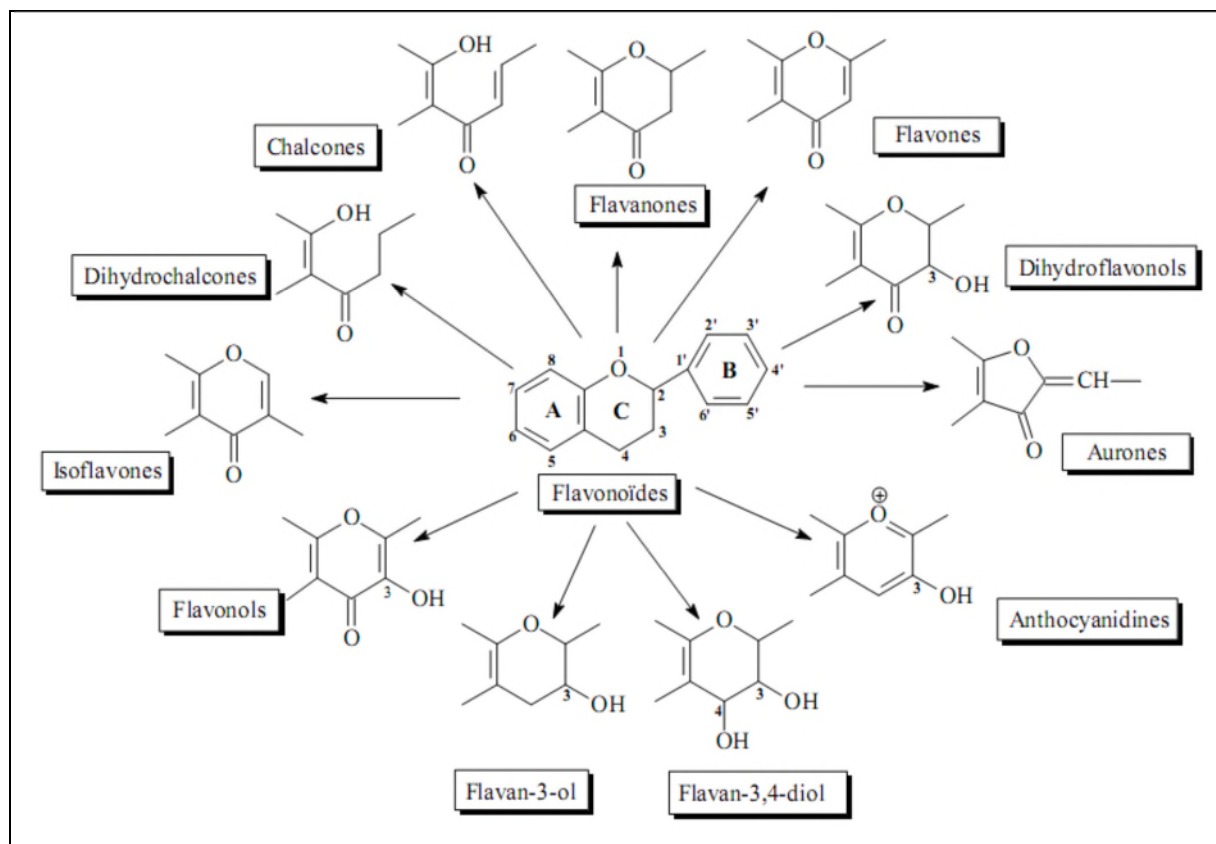
Z

*Zarrou, B. (2012). *Etude phytochimique de quelques extraits obtenus de le plante Matricaria Pubescens (Astéracéas) et evaluation de leur activité antioxydante*, Mémoire master, Universite Kasdi Merbah Ouargla1.

Annexes

LES ANNEXES

Annexe 1: La représentation des principales classes et sous-groupes des flavonoïdes au niveau de l'hétérocycle C.



Annexe 2: Les activités biologiques de quelques composés phénoliques

Composés phénoliques		Activité biologique
Acide Phénolique	Acide caféique	Antibactérienne
	Acide Salicylique	Antifongique, antioxydante
Tanins	Tanin gallique	Effet stabilisant sur le collagène, antioxydant, antidiarrhéique, effet antiseptique, effet vasoconstricteur
	Proanthocyanidine	
Flavonoïdes	Lutéoline	Antitumorale, anticarcinogène, anti-inflammatoire, antioxydante, antiallergique, antiulcéreuse, antivirale, antimicrobienne, hypotenseur diurétique.
	Catéchine	
	Hespéridine	
	Quercétine	
	Naringénine	
Coumarines	Dicoumarol	Anticoagulant, antioxydant, protectrice vasculaire et antioedémateuse

LES ANNEXES

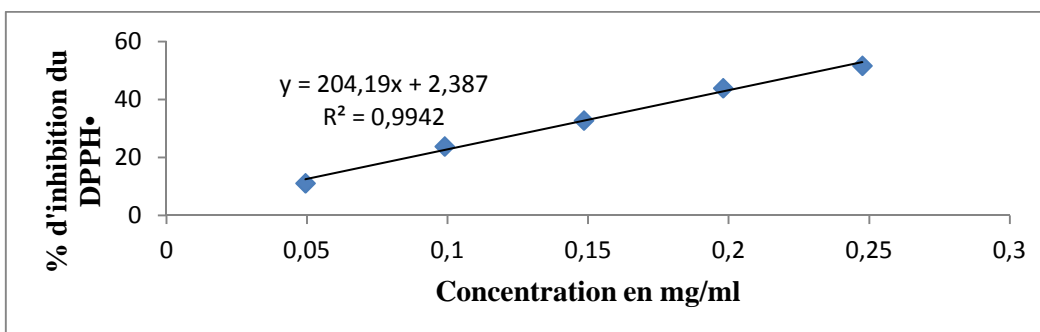
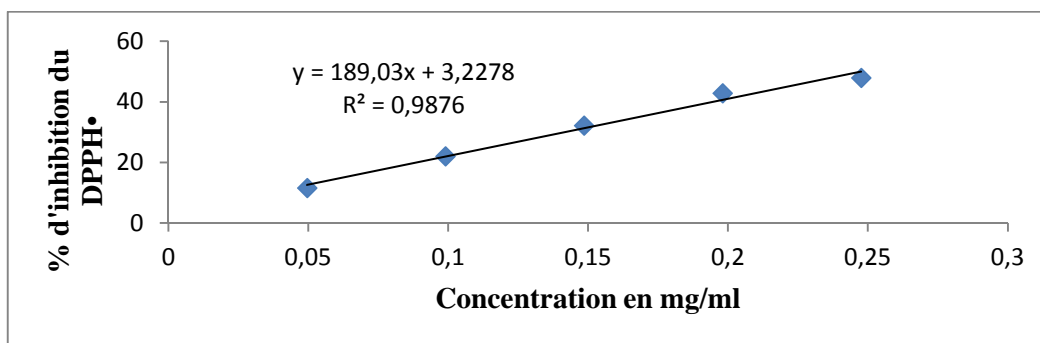
Annexe 3: Les réactifs chimiques utilisés

- L'éthanol (C_2H_6O)
- Le réactif de Folin-Ciocalteu à (10%)
- L'acide gallique
- $AlCl_3$ à (2%)
- Le DPPH
- L'ABTS
- Le tampon phosphate à (0,2M, pH =6,6)
- Le ferricyanure de potassium ($K_3Fe(CN)_6$ à (1%)
- L'acide ascorbique
- Le méthanol (CH_4O)
- Le carbonate de sodium à (7,5%)
- La quercétine
- L'eau distillée
- Le Trolox
- Le persulfate de potassium ($K_2O_8S_2$)
- Le $FeCl_3$ à (0,1%)
- Le TCA à (10%)
- Le BHA

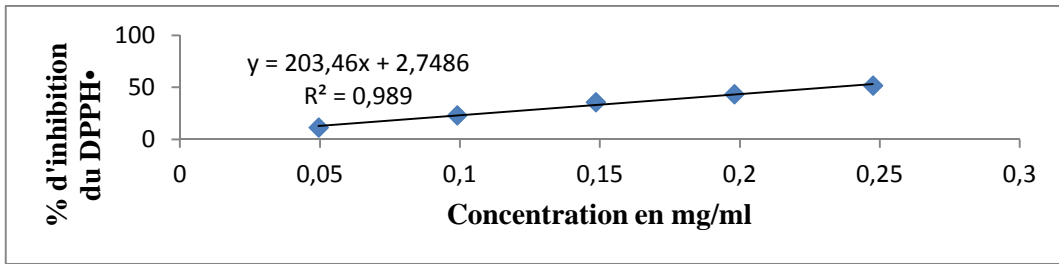
Annexe 4: L'appareillage employé dans l'étude

- L'étuve
- La balance de précision
- La hotte à vapeur
- Le spectrophotomètre UV-visible
- Le bain-marie
- Le broyeur électrique
- L'agitateur magnétique
- Le vortex
- La centrifugeuse
- Le pH mètre

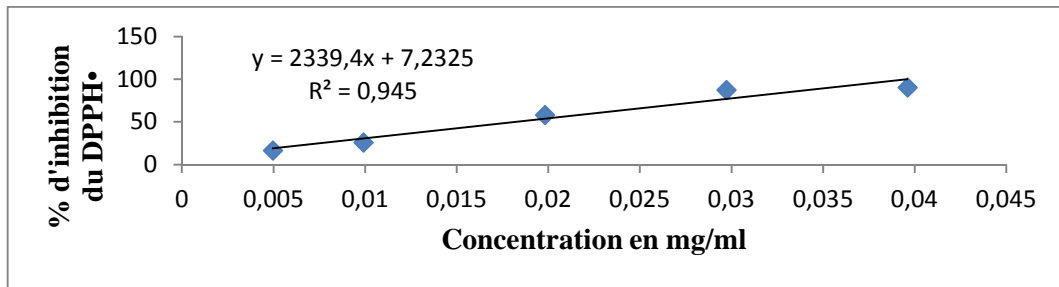
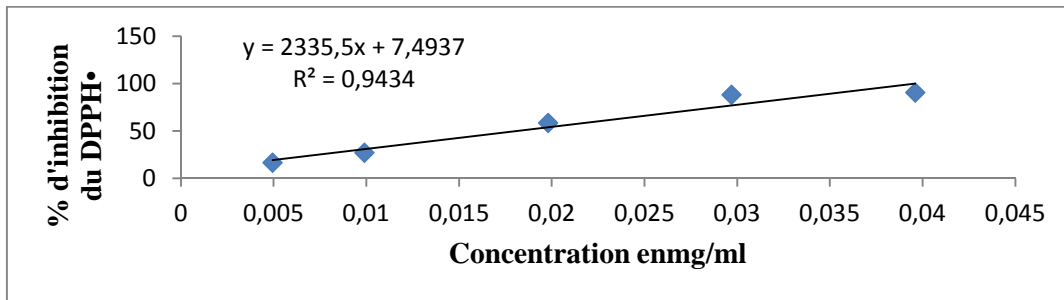
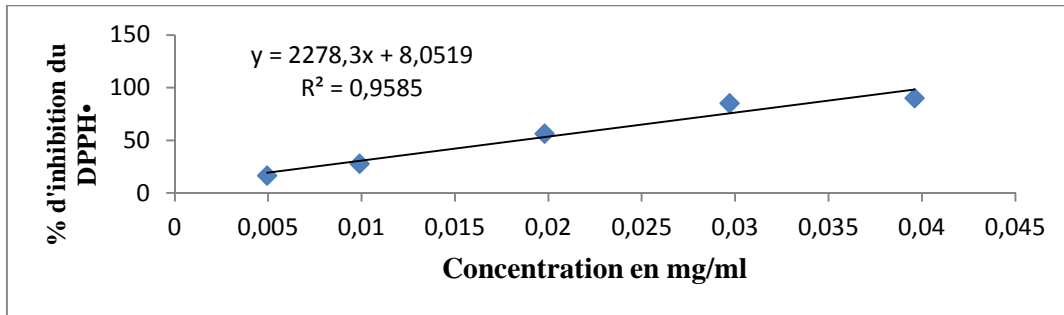
Annexe 5: Variation de l'inhibition du DPPH* pour les trois essais en fonction de la concentration de *M. pubescens*.



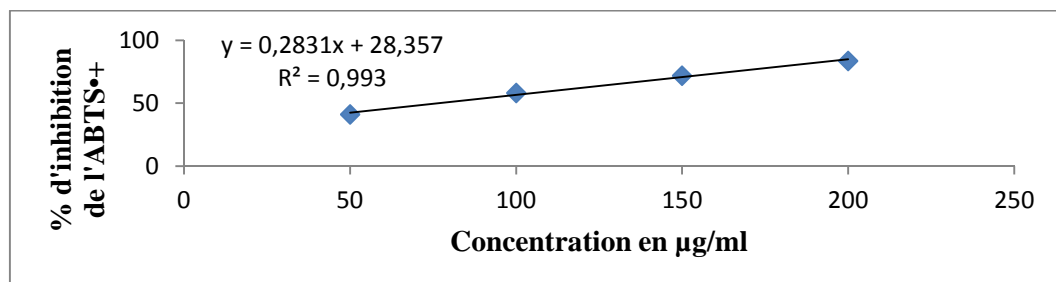
LES ANNEXES



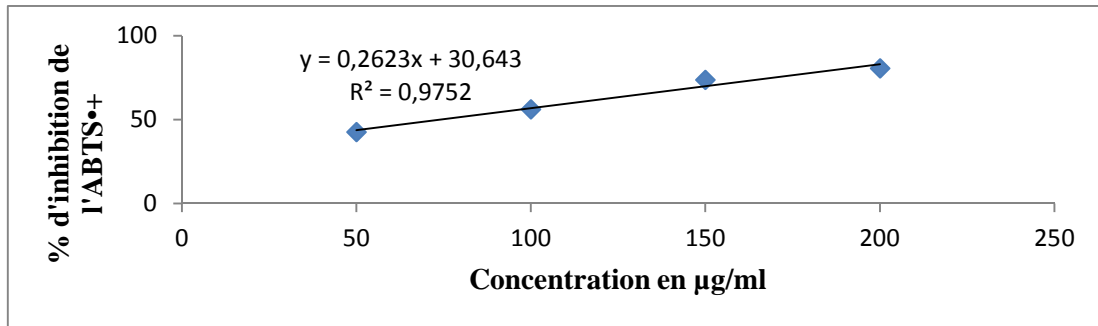
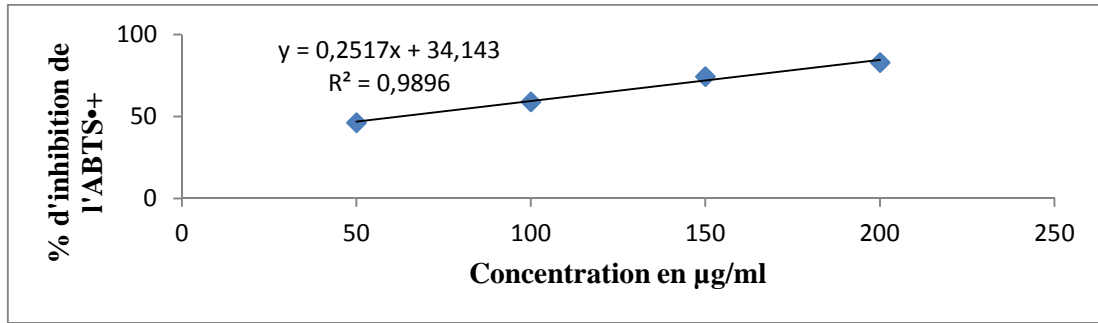
Annexe 6: Variation de l'inhibition du DPPH• pour les trois essais en fonction de la concentration de *R. alaternus*.



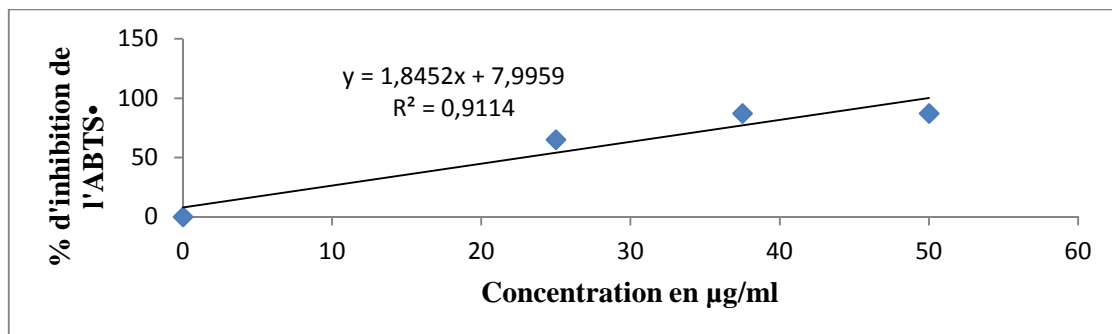
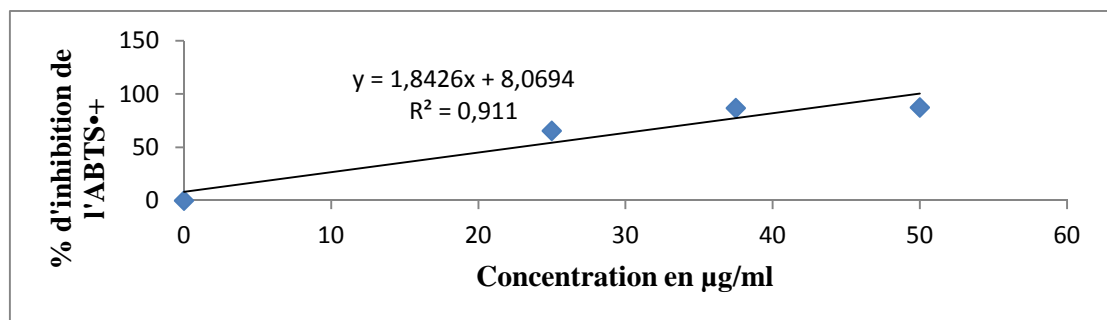
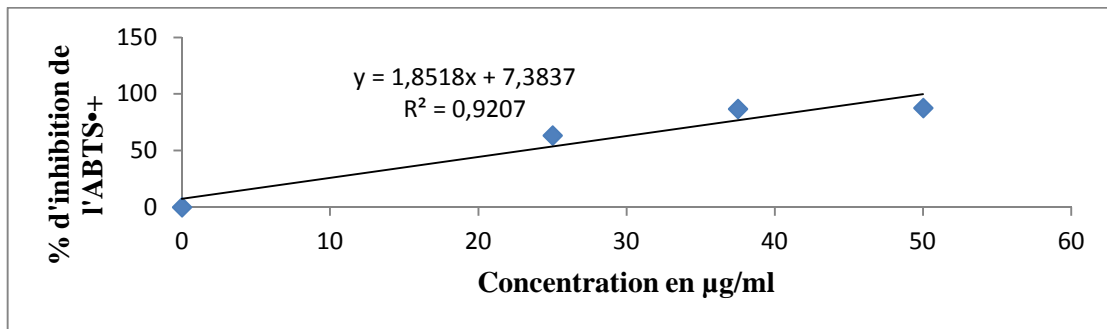
Annexe 7: Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS•+ pour les trois essais en fonction de la concentration de *M. pubescens*.



LES ANNEXES



Annexe 8: Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS^{•+} pour les trois essais en fonction de la concentration de *R. alaternus*.



Glossaire

Termes botaniques

Akène: Fruit sec au péricarpe non soudé à la graine.

Alterne: Feuilles insérées une à une à des hauteurs différentes sur la tige ou les rameaux.

Axillaire: Placé à l'aisselle d'une feuille, d'une bractée, ou d'un rameau.

Bractée: Petites feuilles accompagnant les pédoncules ou les fleurs et différentes des autres feuilles.

Caduc: Organe qui se détache et tombe de bonne heure.

Calice: Enveloppe extérieur des fleurs.

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

Coriace: Se dit d'un organe qui a une texture résistante ressemblant à celle du cuir.

Denté (e): Feuilles bordées de dents égales ou inégales. Exemple : Feuilles de l'Ortie.

Dioïque: Plante dont les fleurs à étamines et les fleurs à pistil sont sur deux pieds différents.

Herbacé (e): Vert ou ayant la consistance molle de l'herbe, par opposition à ligneux.

Involucre: Couronne de bractées entourant le nœud des pédoncules d'un capitule.

Lancéolé (e): En forme de fer de lance.

Ovoïde: Se rapprochant de la forme ovale.

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

Pédoncule: Support d'une ou de plusieurs fleurs.

Pétale: L'une des pièces de la corolle.

Pétiole: Support ou queue de la feuille, qui permet de s'attacher sur la tige.

Pivotant (e): Racine principale, bien développée.

Pubescent (e): Garni de poils fins, mous, courts et peu serrés.

Rhizome: Tige souterraine ou à ras de terre ressemblant à une racine.

Stipules: Appendices foliacés ou membraneux qui se trouvent à la base d'un grand nombre de feuilles.

GLOSSAIRE

Termes médicaux

Agranulomatose septique: Maladie familiale (rare) liée au chromosome X. C'est un déficit immunitaire de l'immunité non spécifique, de transmission récessive liée au sexe. Il est induit par un déficit immunitaire primaire du métabolisme oxydatif des cellules phagocytaires.

Allergie: Réaction anormale et excessive du système immunitaire face à une substance généralement étrangère à l'organisme.

Alzheimer: Maladie chronique du cerveau altérant les facultés intellectuelles de façon irréversible.

Anémie: Anomalie de l'hémogramme caractérisée par une diminution de l'hémoglobine circulante en dessous de la valeur normale. Ce manque entraîne un mauvais transport du dioxygène par le sang.

Antalgique: A pour rôle de diminuer la douleur.

Antigénotoxique: Contre les mutagènes qui provoquent des dommages à l'ADN.

Anti-inflammatoire: Lutte contre les inflammations.

Antimicrobien: Contre les infections microbiennes.

Antioxydant : Molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques.

Antiseptique : Détruit les microbes et les bactéries et empêche leur développement.

Antiviral: Lutte contre les infections dues à des virus.

Asthme: Maladie allergique ou chronique, caractérisée par une gêne respiratoire temporaire mais intense, accompagnée de toux et de sifflements.

Astringent: Qui produit un resserrement des tissus et des capillaires.

Athérome: Plaque graisseuse qui dépose sur la paroi interne d'une artère et en rétrécit le diamètre.

Auto-immunité: Fonctionnement anormal de l'organisme, au cours duquel le patient doit lutter lui-même contre ses propres défenses immunitaires.

Brûlure: Destruction partielle ou totale pouvant concerner la peau, les parties molles des tissus, ou même les os.

Calculs biliaires: Ressemblent effectivement à de petits cailloux au niveau de la bile.

Cancer: Maladie caractérisée par la prolifération anarchique de cellules malignes qui essaient et détruisent de proche en proche les tissus sains.

GLOSSAIRE

Cataracte: Opacité du cristallin, entraînant une baisse de la vue, pouvant évoluer vers la cécité.

Choc septique: Diminution brutale de la circulation sanguine, faisant suite à des frissons, accompagnés d'une hyperthermie dus à une infection bactérienne.

Dégénérescence maculaire: Maladie de la rétine provoquée par une dégénérescence progressive de la macula, partie centrale de la rétine.

Diabète: Maladie métabolique due à une carence ou à un défaut d'utilisation de l'insuline.

Diurétique: Qui favorise la production des urines.

Dysménorrhée: Menstruation difficile et douloureuse.

Hémochromatose: Maladie héréditaire autosomique, récessive dans l'immense majorité des cas, se caractérise par une surcharge de fer dans l'organisme.

Hypocholestérolémiante: Susceptible de faire baisser les lipides ou cholestérol dans le sang.

Hypotensif: Abaisse la tension artérielle.

Infarctus de myocarde: Nécrose (mort de cellules) d'une partie du muscle cardiaque secondaire due à un défaut d'oxygénation (ischémie) dans le cadre de la maladie coronarienne.

Intoxication: Ensemble de troubles du fonctionnement de l'organisme dus à l'absorption d'une substance étrangère, dite toxique.

Irradiation: Exposition, volontaire ou accidentelle, d'un organisme, d'une substance, d'un corps, à des rayonnements.

Ischémie: Diminution de l'apport sanguin artériel à un organe entraînant essentiellement une baisse de l'oxygénation des tissus de l'organe en dessous de ses besoins et la perturbation, voire l'arrêt, de sa fonction.

Jaunisse: Coloration jaune/ou bronze de la peau et des muqueuses. Cette coloration est due à la présence en excès dans le sang de bilirubine.

Laxatif: Lutte contre la constipation.

Mucoviscidose: Maladie génétique, caractérisée par des sécrétions visqueuses au niveau de plusieurs organes, principalement les poumons et le pancréas.

Obésité: Importante surcharge de poids pathologique accompagnée d'un excès de tissu graisseux.

Otite: Inflammation de l'oreille.

GLOSSAIRE

Parkinson: Maladie neurologique chronique dégénérative (perte progressive des neurones) affectant le système nerveux central responsable de troubles essentiellement moteurs d'évolution progressive.

Photosensibilisation : Sensibilisation de la peau, surtout ses parties peu pigmentées, qui a une réaction anormale à la lumière solaire à la suite de l'absorption de certains végétaux ou substances appelés photosensibilisants.

Photo-vieillessement cutané: Vieillessement prématuré de la peau causé par une exposition répétée aux rayons ultraviolets (UV) du soleil ou à des sources artificielles d'UV.

Psoriasis: Maladie auto-immune de la peau d'origine inconnue et non contagieuse. Elle se caractérise généralement par l'apparition d'épaisses plaques de peau qui desquament.

Purgatif: Lutte aussi contre la constipation.

PUVA thérapie (Psoralènes, Ultra Violets de type A): Traitement médical efficace dans certaines maladies de la peau, et notamment le psoriasis.

Reperfusion: Traitement qui consiste à rétablir la circulation sanguine d'une artère bloquée.

Rhumatisme: Affection des articulations ou des muscles, de nature inflammatoire ou dégénérative.

Sciaticque: Douleur vive ressentie le long d'un des 2 nerfs sciatiques. Situés à l'arrière de chacune des jambes.

Sclérose latérale amyotrophique: Maladie neurodégénérative caractérisée par une dégénérescence progressive des motoneurons du cortex cérébral.

Sida: Syndrome d'immunodéficience acquise, c'est un ensemble de symptômes consécutifs à la destruction de plusieurs cellules du système immunitaire par un rétrovirus.

Stérilité masculine: L'impossibilité pour un homme de procréer du fait d'un défaut de son sperme.

Thalassémie: Anémies héréditaires, dites récessives qui touchent le sang, et plus particulièrement l'hémoglobine qui est en quantité insuffisante dans les globules rouges.

Toux: Expiration brutale et bruyante de l'air contenu dans les poumons, généralement involontaire et due à une irritation des voies respiratoires.

Résumé:

Ce travail s'intéresse à la valorisation de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané en Algérie (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rhamnus alaternus* L.) par l'étude des composés phénoliques et l'évaluation de leurs propriétés antioxydantes. Les rendements étaient de 10, 01% pour *R. alaternus* et 2, 25% pour *M. pubescens*. Les résultats obtenus indiquent que *R. alaternus* a présenté la plus grande teneur en polyphénols ($102, 06 \pm 0, 68$ mg/g) et la moindre teneur en flavonoïdes ($70, 83 \pm 0, 7$ mg/g), tandis que pour *M. pubescens*, il a été constaté l'inverse ($24, 57 \pm 0, 29$ mg EAG/g E) pour les polyphénols et ($175, 03 \pm 0, 47$ mg EQ/g E) pour les flavonoïdes. L'étude a révélé que l'extrait de *R. alaternus* est le plus efficace pour inhiber le radical DPPH^{*} avec 90, 49%, l'ABTS⁺⁺ avec 88, 48% et son pouvoir réducteur a été estimé avec une absorbance de 1, 21. Cependant, *M. pubescens* a exhibé 52, 44%, 84, 28% et une absorbance de 0,6 contre le DPPH^{*}, l'ABTS⁺⁺ et le pouvoir réducteur respectivement.

Mots clés: Plantes médicinales, *Matricaria pubescens*, *Rhamnus alaternus*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante.

Abstract:

This work focuses on the valorization of two medicinal plants growing wild in Algeria (*Matricaria pubescens* (Desf.) and *Rhamnus alaternus* L.) by studying phenolic compounds and evaluation of their antioxidant properties. Their yields were 10, 01% with *R. alaternus* and 2, 25% for *M. pubescens*. The results show that *R. alaternus* presented the greatest polyphenol contents ($102, 06 \pm 0, 68$ mg/g) and the least flavonoid contents ($70, 83 \pm 0, 7$ mg/g), while for *M. pubescens*, it was found conversely ($24, 57 \pm 0, 29$ mg GAE/g E) for polyphenols and ($175, 03 \pm 0, 47$ mg QE/g E) for flavonoids. The study revealed that *R. alaternus* extract is the most effective for inhibiting the DPPH^{*} with 90, 49%, ABTS⁺⁺ radical with 88, 48% and his reducing power was estimated with an absorbance for 1, 2. However, *M. pubescens* exhibited 52, 44%, 84, 28% and an absorbance of 0,6 against DPPH^{*}, ABTS⁺⁺ and reducing power respectively.

Key words: Medicinal plants, *Matricaria pubescens*, *Rhamnus alaternus*, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity.

الملخص

تهدف هاته الدراسة إلى تثمين نبتتين طبيبتين بريتين بمنطقة الجزائر (*Matricaria pubescens* (Desf.) و (*Rhamnus alaternus* L.) من خلال دراسة المركبات الفينولية وتقييم خصائصها المضادة للأكسدة. المرود كان يقدر ب 10, 01% (*R. alaternus*) و 2, 25% (*M. pubescens*). وتشير النتائج أن *R. alaternus* قدم أعظم محتوى البوليفينول (102.06 ± 0.68 ملغ / غ) وأدنى محتوى الفلافونويد (70.83 ± 0.7 ملغ / غ). أما بالنسبة لـ *M. pubescens* ، تبين العكس (24.57 ± 0.29 ملغ مكافئ حمض الغاليك / غ المستخلص) للبوليفينول و (175.03 ± 0.47 ملغ مكافئ الكرسيتين/غ المستخلص) لمركبات الفلافونويد. ووجدت الدراسة أن مستخلص *R. alaternus* هو الأكثر فعالية في تثبيط الجذر DPPH^{*} ب 90.49%، ABTS⁺⁺ ب 88.48% وقدرته الإرجاعية للحديد قدرت بامتصاص 1.21. ومع ذلك، *M. pubescens* عرضت 52.44%، 84.28%، وإمتصاص قدر ب 0.6 ضد DPPH^{*} ، ABTS⁺⁺ والقدرة الإرجاعية على التوالي. الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية، *Rhamnus alaternus* ، *Matricaria pubescens* ، الفلافونويدات ، نشاط مضاد للأكسدة