

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie Physico – chimique.  
Filière : Science biologique  
Option : Biochimie fondamentale



Réf :.....

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

## **MASTER**

### *Thème*

**Activité antioxydante des extraits méthanoliques de cinq plantes  
médicinales de différentes régions de l'Algérie**

Présenté par :

**LALAM Malika & OUHAMMOU Ouarda**

Soutenu : **24 / 06 / 2018**

Devant le jury composé de :

M<sup>me</sup> KARA. S  
M<sup>me</sup>. BAKDI. H  
M<sup>elle</sup> ADRAR .S

MAB  
MAA  
MAA

Présidente.  
Encadreur.  
Examinatrice.

**Année universitaire : 2017/2018**

## *Dédicaces*



*Je dédie ce modeste travail à :*

- ✚ Mes très chers parents qui n'ont pas cessé de prier pour moi; pour leur affection et leur amour, et qui m'ont aidé durant toute la durée de mes études, que dieu les protège et les garde pour nous.*
- ✚ Mes très chères frères et sœurs qui m'ont fourni du courage, du soutien, et tous leurs efforts et moyens pour que je termine mes études.*
- ✚ Mon grand père et ma grande mère, mes oncles, mes tantes et toute la famille **LALAM***
  - ✚ Tous mes amis et camarades particulièrement Anissa, Siham, Habiba, Djamila, Lydia, Siham, Kahina, Nadia, Wafa, Zineb, Manel, fetta, nasssima, Amel, Rima, Rokaia, Soad, Tassaadit et Chimsine.....*

**MALIKA**

## Dédicaces



*C'est avec l'aide et la grâce du Dieu qu'on a achevé ce modeste travail  
que je dédie :*

*A mes parents pour l'éducation qu'ils m'ont prodiguée et pour leurs  
soutiens, leurs confiances ainsi que leurs prières tout au long de mes  
études. Sans eux je ne serais jamais arrivé à ce stade de ma vie,  
que dieu vous accorde santé, longue vie et vous garde à mes coté.*

*A mes aimables frères et sœurs Mouhand Salah et (sa femme nafila et  
ses enfants nélia, ghilas), Idir, Achour, Saadia, Chahinaz,*

*A ma précieuse amie Malika que je remercie pour sa ponctualité, son  
perfectionnisme ainsi que sa  
volonté tout au long de la réalisation de ce travail*

*A mes adorables amies : Souad, Sonia, Naïma, Amel, Katia et Amar  
avec lesquelles j'ai partagée des  
moments de joie et de bonheur*

**OUARDA**

# REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail, nous tenons en premier lieu à remercier Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et le courage qu'il nous a donné pour suivre nos études.*

*Nos sincères remerciements adressés à notre promotrice M me BAKDI horia, pour honorer en acceptant de nous diriger et de nous aider tout au long de la réalisation de ce mémoire, aussi ses conseils, ses commentaires, sa bienveillance.*

*Nos remerciements vont également à l'ensemble des membres du jury pour leur collaboration à l'examination de ce travail ,merci Mme Kara . S et Melle Adrar .S*

*Pour la même occasion, nous tenons à remercier la responsable de notre laboratoire Melle Tabti naima pour son aide et ses conseils*

*Nous tenant de remercié tous les enseignants de la faculté SNV pour tout le savoir qu'on a acquise grâce eux durant cette période d'étude*

*En fin nous tenant de remercier tous ceux qui nous soutenue et encouragé pendant la préparation de ce modeste travail.*

*Malika & ouarda*

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

**Introduction** ..... 01

***Partie I : Etude bibliographique***

***Chapitre I : Généralités sur les plantes étudiées.***

*I.1. Salvia verbenaca* .....03

    I.1.1.Description botanique et répartition géographique .....03

    I.1.2.Noms vernaculaires.....03

    I.1.3.Classification botanique .....04

    I.1.4 Composition chimiques.....04

    I.1.5.Effets thérapeutiques.....04

*I.2.Matricaria pubescens* .....05

    I.2.1.Description botanique et répartition géographique.....05

    I.2.2.Noms vernaculaires .....05

    I.2.3.Classification botanique .....06

    I.2.4.Composition chimiques .....06

    I.2.5.Effets thérapeutiques.....06

*I.3.Santolina africana* .....06

    I.3.1.Description botanique et répartition géographique :.....06

    I.3.2. Classification botanique .....07

    I.3.3.Composition chimiques.....07

    I.3.4.Effets thérapeutiques.....08

I.4. <i>Anvillea radiata</i> .....	08
I.4.1. Description botanique et répartition géographique .....	08
I.4.2. Noms vernaculaires .....	08
I.4.3. Classification botanique.....	08
I.4.4. Composition chimiques .....	09
I.4.5. Effets thérapeutiques.....	09
I.5. <i>Centaurea incana</i> .....	09
I.5.1. Présentation du genre <i>Centaurea</i> .....	09
I.5.2. Classification botanique.....	10
I.5.3. composition chimiques.....	10

## ***Chapitre II : Le stress oxydatif et antioxydants***

II.1 Le stress oxydatif.....	11
II.2. Qu'es ce qu'un radical libre ?.....	11
II.2.1. Oxygène, espèces réactives de l'oxygène (ERO).....	12
II.2.2. Le rôle des radicaux libres.....	12
II.2.3. Conséquences du stress oxydatif .....	12
II.3. Les antioxydants.....	13
II.3.1. Définition d'un antioxydant.....	13
II.3.2. Système de défense antioxydants .....	13
II.3.3. Antioxydants enzymatiques.....	14
II.3.4. Antioxydants non enzymatiques .....	14
II.4. Les composés phénoliques.....	15

## ***Partie II : étude expérimentale***

### ***Chapitre I : Matériel et méthodes***

I.1. Matériel.....	16
I.1.1. Matériel végétale .....	16
I.1.2. Appareils et réactifs .....	16
I.2. Méthodes .....	16
I.2.1. Préparation de la poudre végétale .....	16

I.2.2. Extraction des composés phénoliques .....	17
I.2.3. Dosage des composés phénoliques .....	19
I.2.3.1. Dosage des polyphénols totaux .....	19
I.2.3.2. Dosage des flavonoïdes .....	20
I.2.3.3. Dosage des tanins condensés .....	21
I.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits .....	22
I.2.4.1. Activité «Scavenger» du radical DPPH' .....	22
I.2.4.2. Activité «Scavenger» du radical l'ABTS <sup>•+</sup> .....	23
I.2.4.3. Pouvoir réducteur.....	25
I.2.4.4. Test de chélation du Fer-Ferreux.....	26
I.3. Etude statistique .....	26

***Chapitre II : Résultats et discussion***

II.1. Rendements et teneurs en composés phénoliques.....	27
II.1.1. Rendements des extraits bruts .....	27
II.1.2. Teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes, et tanins condensés.....	28
II.2. Pouvoir antioxydant des composés phénoliques.....	32
II.2.1. Activité « Scavenger » du radical DPPH' .....	32
II.2.2. Activité «Scavenger» du radical ABTS.....	35
II.2.3. Pouvoir réducteur.....	38
II.2.4. Test de chélation du Fer-Ferreux .....	40

<b>Conclusion et perspectives .....</b>	<b>43</b>
---	-----------

<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>45</b>
---	-----------

**Annexes.**

Figure	Titre	Page
Figure 1	Photographie original de <i>Salvia verbenaca</i>	03
Figure 2	<i>Matricaria pubescens</i> (Desf.)	05
Figure 3	<i>Santolina africana</i>	07
Figure 4	<i>Anvillea radiata</i>	08
Figure 5	<i>Centaurea incana</i>	10
Figure 6	Déséquilibre de la balance entre antioxydants et pro-oxydants	11
Figure 7	Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie	12
Figure 8	Régulation de la production d'espèces réactive de l'oxygène par les systèmes de défenses antioxydants	13
Figure 9	Action des antioxydants au cours du métabolisme des dérivés réactifs de l'oxygène	14
Figure 10	Structure de base des flavonoïdes	15
Figure 11	<i>Salvia verbenaca</i> se forme fraîche, sèche et poudre	17
Figure 12	Procédure d'extraction des composés phénoliques des parties aériennes par macération	18
Figure 13	Dosage des polyphénols totaux selon la méthode de Folin Ciocalteu	19
Figure 14	Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de Bahorun	20
Figure 15	Protocole de dosage des tannins condensés	21
Figure 16	Protocole d'étude de l'activité « scavenging » du DPPH	23
Figure 17	Oxydation partielle de l'ABTS	24
Figure 18	protocole d'étude de l'activité antioxydante de l'ABTS+.	24
Figure 19	Protocole d'étude du pouvoir réducteur	25



Figure 20	Activité antioxydante de chélation du Fer -Ferreux	<b>26</b>
Figure 21	Teneur en polyphénols totaux chez les Cinq plantes étudiées	<b>29</b>
Figure 22	Teneur en flavonoïdes chez les Cinq plantes étudiées.	<b>30</b>
Figure 23	Teneur en tanins chez les cinq plantes étudiées	<b>30</b>
Figure 24	Effet scavenger contre le radical DPPH• de l'extrait Méthanolique d des plantes étudiées à différentes concentrations	<b>33</b>
Figure 25	Histogramme représentant les IC50 pour les extraits des plantes étudiées et la quercétine	<b>34</b>
Figure 26	Pourcentage d'inhibition du radical ABTS•+ de l'extrait Méthanolique des plantes étudiées à différentes concentrations	<b>36</b>
Figure 27	Histogramme représentant les IC50 pour les extraits des plantes étudiées et le trolox	<b>37</b>
Figure 28	Graphes représentent les absorbances à 700nm de l'extrait méthanolique des plantes étudiées.	<b>39</b>
Figure 29	Activité chélatrice des extraits méthanoliques de cinq plantes étudiées. Et de l'EDTA vis-à-vis la ferrozine exprimé en pourcentage de chélation	<b>41</b>
Figure 30	Histogramme représentant les IC50 pour les extraits de cinq plantes étudiées et l'EDTA.	<b>42</b>

<b>Tableau</b>	<b>Titres</b>	<b>page</b>
<b>I</b>	Les noms vernaculaires de <i>Salvia verbenaca</i> .	<b>03</b>
<b>II</b>	Classification systématique de <i>Salvia verbenaca</i> .	<b>04</b>
<b>III</b>	Les noms vernaculaires de <i>Matricaria pubescens</i> .	<b>05</b>
<b>IV</b>	Classification systématique de <i>Matricaria pubescens</i>	<b>06</b>
<b>V</b>	Classification systématique de <i>Santolina africana</i>	<b>07</b>
<b>VI</b>	Classification systématique d' <i>Anvillea radiata</i>	<b>09</b>
<b>VIII</b>	Classification systématique de <i>Centaurea incana</i>	<b>10</b>
<b>IX</b>	Rendements des extraits bruts méthanoliques.	<b>27</b>

**ABTS** : Sel d'ammonium de l'acide 2,2-azino bis-éthylbenzothiazolinesulfonique.

**ADP** : Adénosine Di Phosphate.

**AE**: Absorbance de l'échantillon.

**AlCl<sub>3</sub>**: Chlorure d'aluminium.

**ATP**: Adénosine triphosphate.

**DPPH**: Radical 2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl

**EAG** : Equivalent d'acide gallique

**EDTA** : Ethylène Diamine Tétra Acétique

**EQ** : Equivalent de quercétine

**EC** : Equivalent de cyanidine.

**EtOAc** : Acétate d'éthyle.

**FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure de fer

**GPX** : Glutathion peroxydase

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : peroxyde d'hydrogène

**IC<sub>50</sub>**: Concentration inhibitrice à 50 %

**K<sub>2</sub>O<sub>8</sub>S<sub>2</sub>** : persulfate de potassium

**K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]** : Ferrocyanure de potassium

**ADN** : Acide désoxyribonucléique

**n-BuOH** : *n*-butanol

**RO** : Peroxydes

**ERO** : Espèces réactives de l'oxygène

**SOD** : Superoxyde dismutase

**TCA** : Acide trichloroacétique.

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

**Vit A** : Vitamine A.

**Vit B** : Vitamine B.

**Vit C** : Vitamine C.



***Introduction***

Depuis la nuit des temps, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition contre les maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria (**Iserin,2001**).

A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des hommes (**Iserin, 2001**). Aujourd'hui encore, les deux tiers de la pharmacopée ont recours aux propriétés curatives des plantes et que les traitements à base de ces dernières reviennent au premier lieu car l'efficacité des médicaments décroît vue leurs effets secondaires sur la santé publique (**Iserin, 2001**).

Les antioxydants naturels font l'objet de nombreuses études vers la recherche d'une nouvelle haleine par l'exploitation des métabolites secondaires généralement et les polyphénols particulièrement tant dans la santé et vis-à-vis des maladies pernicieuses (cancer) que dans l'industrie agro-alimentaire. Ces composés qui sont représentés par la famille des flavonoïdes sont largement recherchés pour leurs propriétés biologiques : antioxydantes, anti-inflammatoires, antiallergiques et anti-carcinogènes. Notant que l'efficacité puissante de ces substances à stopper les réactions radicalaires en neutralisant les radicaux libres est due principalement à leurs structures phénoliques avec la présence des groupements hydroxyles (**Small et Catling, 2000**).

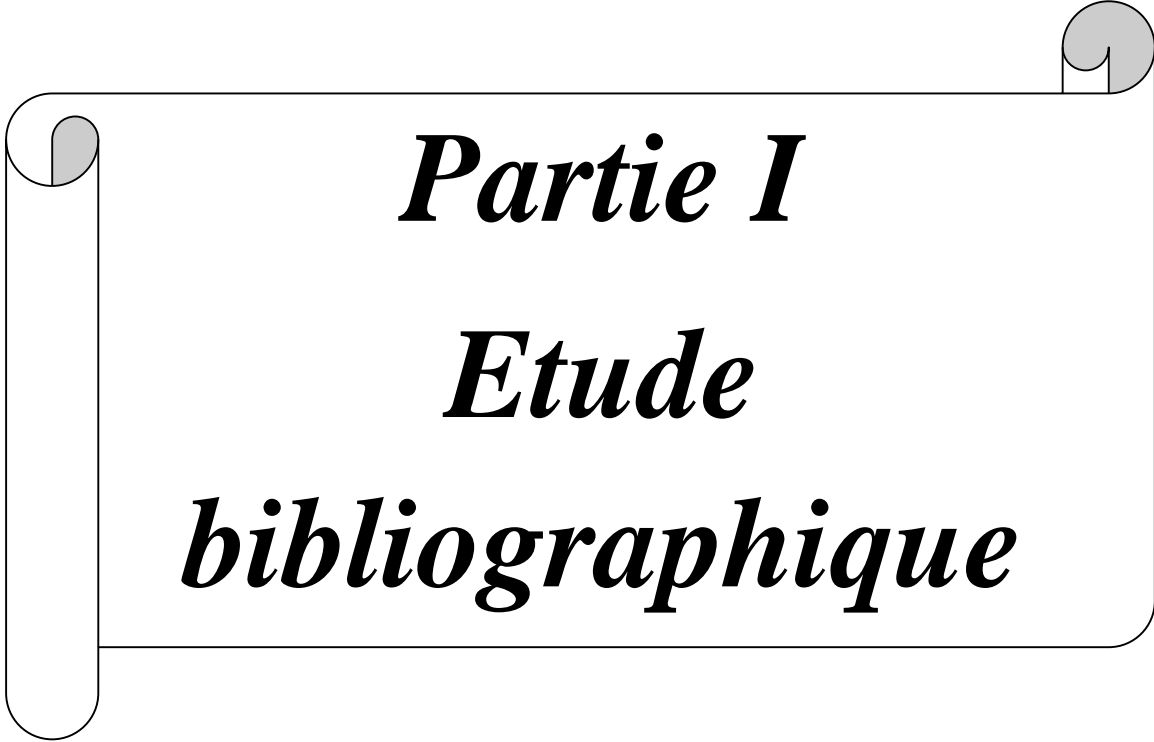
Notre travail s'inscrit dans le cadre de la recherche des antioxydants naturels en évaluant les propriétés antioxydantes des polyphénols de Cinq (05) plantes médicinales d'origine saharienne et méditerranéennes (*Santolina africana*, *Matricaria pubescens*, *Centaurea incana*, *Anvilea radiata* et *Salvia verbanica* ).

La présente étude a été consacrée à l'évaluation et la comparaison de la teneur en composés phénoliques et les activités antioxydantes entre ces espèces.

Pour cela nous nous sommes fixés les objectifs suivants:

- Extraction des composés phénoliques à partir de ces cinq plantes, en utilisant le méthanol comme solvant.

- Le dosage de quelques substances antioxydantes dont les polyphénols, les flavonoïdes, et les tanins ;
- La détermination de l'activité antioxydante de l'extrait en utilisant quatre méthodes, activité scavenger du radical libre DPPH<sup>•</sup>, l'activité scavenger du radical libre ABTS<sup>•+</sup>, pouvoir réducteur et chélation du fer.



***Partie I***  
***Etude***  
***bibliographique***

*Chapitre I*

*Généralités sur les*  
*plantes étudiées*



## I.1. *Salvia verbenaca*

### I.1.1. Description botanique et répartition géographique

Le genre *Salvia* est un arbuste ou plante herbacée, Les tiges sont quadrangulaires et poilues modérément à densément. Les feuilles sont portées par paires le long des tiges et sont de forme assez variable (Figure 1). Elles vont de la forme elliptique à la forme ovale avec des contours dentelés (crénelées), lobés ou profondément divisées (pinnatisées ou pinnatisectes). Les fleurs sont tubulaires de 7 à 13 mm de long, portées dans des grappes allongées au bout des branches ou les racèmes terminales..Les Fruits : (le schizocarpe) se divise en quatre segments d'une seule graine (des mericarpes ou des nutlets) à maturité.La racine est longue, fibreuse, et pousse une ou deux tiges grêles, un peu velues, presque simples, et hautes de 50 cm. (Belkhiri, 2018), Cette espèce préfère souvent les terrains calcaires et argileux ; elle se trouve en général, à l'assez basse altitude ;. Elle s'élève en Europe, au sud-ouest de l'Asie, en nord de l'Afrique et naturalisé dans l'Amérique du nord (Bonnier, 1990).



Figure 1: photographie originale de *Salvia verbenaca*.

**I.1.2.Noms vernaculaires :** Le nom générique, dérivé du latin «*Salvus*» Signifiant « Sain et sauf » est dû aux propriétés médicinales de *Salvia officinalis* autre fois réputée quasiment universelle Verbenaca s'applique à l'aspect des feuilles - rappelant celle de la verveine- (latin verbéna) (Beniston, 1984).Les noms vernaculaires de *salvia verbenaca* sont indiqués dans le (Tableau:I) :Selon (Bonnier G, 1990) .

**Tableau I:** Les noms vernaculaires de *Salvia verbenaca*.

Nom commun	Essafaya.
Nom en anglais	Vervain-Clary.
Nom en français	Prud'homme, Orvale sauge.

### I.1.3. Classification

botanique

La classification systématique de *Salvia verbenaca* est détaillée dans le (Tableau II) si dessous.

**Tableau II:** Classification systématique de *Salvia verbenaca*. (Bonnier, (1990)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyta
Sous-embranchement	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
ordre	lamiale
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Salvia</i>
Espèce	<i>Salvia verbenaca</i>

### I.1.4 Composition chimiques

Selon Ben Farhat *et al.*,(2013), la détermination qualitative et quantitative des polyphénols dans l'extrait méthanolique de *S. verbenaca* évaluée par RP-HPLC couplée à un détecteur UV multi-longueurs d'onde a révélé un profil chimique composé de 18 composés phénoliques individuels. Ces composés ont été répartis dans trois classes: **1)** sous forme d'acides phénoliques (acide p-hydroxybenzoïque, acide vanillique, acide caféïque, acide p-coumarique, acide férulique et acide rosmarinique), **2)** des diterpènes phénoliques (acide carnosique, carnosol, méthylcarnosate ) et **3)** sous forme de Flavonoides: Flavanones (naringénine, naringine), flavones (lutéoline, cirsiol, apigénine, cirsilinoléol, genkwanine) et flavone glycosides (apigénine-7-glucoside) (Belkhiri, 2018).

### I.1.5. Effets thérapeutiques

*Salvia verbenaca* est appliquée en cataplasme, sur les plaies et les abcès vidés pour faciliter leur cicatrisation (Salhi *et al.*, 2010; Lakhdar, 2015). La recherche auprès des autochtones au niveau de la wilaya de Tlemcen a montré que *Salvia verbenaca* est utilisée avec d'autres herbes médicinales pour traiter le rhume. (Bonnier G, 1990).

## I.2. *Matricaria pubescens*

### I.2.1. Description botanique et répartition géographique

*Matricaria pubescens* est une plante annuelle qui pousse juste après la pluie et ne dure pas très longtemps, elle ne dépasse guère 20 cm de haut. Ses feuilles sont très découpées et plus ou moins-values et ses fleurs sont de couleur jaune vif. Son habitat se réduit aux dépressions argilo-sableuses et les lits d'oueds. Sa période de végétation et de floraison se situe en avril-mai. (Chahma, 2006). Elle est largement distribuée dans tout le Sahara, il s'agit d'une espèce endémique nord-africaine : Sahara Occidental, Maroc, Tunisie, Algérie et Libye. (Ozenda, 2004).



Figure 2: *Matricaria pubescens* (Desf.) (Makhloufi, 2010).

### I.2.2. Noms vernaculaires

Les noms vernaculaires de *Matricaria pubescens* sont indiqués dans le (Tableau:III ) :Selon (Maiza.K ,Brac De La Perrière et Hammiche, 1993).

Tableau III: Les noms vernaculaires de *Matricaria pubescens*.

Nom vernaculaire	Garetoufa ,ouazouaza
Nom en français	camomille

### I.2.3. Classification botanique

La classification systématique de la matricaire est détaillée dans le (Tableau IV) ci dessous.

**Tableau IV:** Classification systématique de *Matricaria pubescens* (Zarrou, 2012).

Règne	végétale
Embranchement	Angiospermes (spermaphytes)
Sous embranchement	(angiospermes)
Classe	Dicotylédones (Monocotylédones)
Sous-classe	Gamopétales (Compositae)
ordre	asterale
Famille	Astéracées (compositae)
Genre	<i>Matricaria</i>
Espèce	<i>Matricaria Pubescens</i>

### I.2.4. Composition chimiques

Des travaux réalisés sur l'espèce *Matricaria pubescens* ont permis d'isoler des métabolites secondaires divers tels que les flavonoïdes, les coumarines, l'apigénine, la lutéoline, la quercétine et la quercétine-3-Oglycoside qui ont été isolés de cette plante ; alors qu'en Autriche, l'isolement de la herniarine a été cité (Benkiki, 2006).

### I.2.5. Effets thérapeutiques

*Matricaria pubescens* est utilisée pour traiter les affections oculaires, démangeaison, dysménorrhée, inflammations des plaies, rhumatismes, toux, otites, calculs biliaires et affection gastro-intestinales, (Bellakhdar, 1997 ; Ould el hadj, 2003).

## I.3. *Santolina africana*

### I.3.1. Description botanique et répartition géographique :

L'espèce *Santolina africana* forme des buissons odorants, glabres, de couleur vert foncé et de 40-50 cm de hauteur. (Ferrari *et al.*, 2000 ; Kisiel *et al.*, 2003). Feuilles étroitement linaires. Bractées de l'involucre oblongues et entourées par appendice scarieux et lacéré : ssp pectinata ; forêts pâturages ; région montagneuse (Quezel et Santa, 1993).



Figure 3 : *Santolina africana* [1]

### I.3.3. Classification botanique

La classification systématique de *Santolina africana* est détaillée dans le (Tableau V) si Dessous.

Tableau V: Classification systématique de *Santolina africana* (Dupont et Guignard, 2007)

Règne	Plantae
Embranchement	Angiospermes (plantes à fleurs),
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Asteridae Gamopétales,
ordre	Astrales,
famille	Asteraceae
Gere	<i>Santolina</i> ,
Espèce	<i>Santolina africana</i>

### I.3.4. Composition chimiques

Le genre *Santolina* est représenté par plus de 10 espèces largement distribuées dans la région méditerranéenne (Derbesy *et al.*, 1989). Plusieurs espèces ont été investiguées phytochimiquement et un nombre de composés acétyléniques (Christensen, 1992), d'huiles essentielles, de coumarines et de flavonoïdes (Ferrari *et al.*, 2005) ont été identifiés.

### I.3.5. Effets thérapeutiques

L'espèce *S.africana* est largement utilisée en médecine traditionnelle (Ushakov *et al.*,1975). En Algérie, elle est employée comme stimulant, antispasmodique et vermifuge et elle est utilisée aussi comme insecticide car leurs feuillages aromatiques éloignent les insectes. (Kabissi, 1998).

## I.4. *Anvillea radiata*

### I.4.1. Description botanique et répartition géographique

Plante endémique sahariennes, cette arbrisseau (20-50 cm de hauteur). Reconnaisable a ses feuilles vert bleuté en forme de triangle allongé et à bord denté , Dégageant ,comme la plupart des plantes de la famille des Asteraceae, une fort odeur aromatique. Cette espèce constitue un excellente pâturage pour les chameaux et les chèvres. (Quézel et santa,1993 ;Bullard, 2001).



Figure 4 : *Anvillea radiata*. [2]

### I.4.2.Noms vernaculaires

Nom vernaculaire en arabe :Noug ( regions de Ain sefra Béchar et ain abbès)

### I.4.3. Classification botanique

La classification systématique de *Anvillea radiata* est détaillée dans le (Tableau VI) si Dessous.

Tableau VI: Classification systématique d'*Anvillea radiata* (Quézel et Santa1993)

Embranchement	spermatophyte.
Sous Embranchement	Angiospermes.
Classe	Eudicots
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae.
Genre	<i>Anvillea</i>
Espèce	<i>Anvillea radiata</i>

#### I.4.4. Composition chimiques

*Anvillea radiata* a fait l'objet de quelques études phytochimiques et pharmacologiques. En 2004, **El Hassany et son équipe** ont isolé à partir de la partie aérienne d'*Anvillea radiata* un nouveau pathénolide (C<sub>15</sub>H<sub>18</sub>O<sub>4</sub>), avec deux autres germacranolides déjà connues : 9- $\alpha$ -hydroxyparthénolide et parthénolid-9-one.

#### I.4.5. Effets thérapeutiques

Selon la tradition locale, l'infusion (ou la macération) des feuilles et des tiges sont utilisées dans le traitement des pathologies broncho-pulmonaires (refroidissement pulmonaire) et digestive. Les pousses d'*A. radiata*, en infusion à froid ou chaud, sont utilisés comme remède contre le diabète, Traite les maux de l'estomac ; contre le microbe de l'appareil génital des femmes, Contre la toxicité. (**Maiza et al ., 1993 : chehma, 2006**).

### I.5. *Centaurea incana*

#### I.5.1. Présentation du genre *Centaurea*

Le genre *Centaurea* fait partie de la famille des astéracées. Il compte environ 700 espèces et est très répandu aussi bien sur le territoire algérien qu'en Europe méridionale, le bassin méditerranéen, l'Ouest de l'Asie et le continent (**Américain Mabberley, 1987**).

*Centaurea incana* est utilisée par les habitants des Oras dans la banlieue de Batna comme une médecine populaire traditionnelle car elle a un effet efficace sur les cellules du foie et ses racines ont été utilisées comme médicament pour certaines maladies du foie (**Aclinou , 1982**).



Figure 5 : *Centaurea incana* d'après ozenda

### . I.5.2. Classification botanique

La classification systématique de *Centaurea incana* est détaillée dans le (Tableau VII) si Dessous. Les systématiciens de la botanique s'accordent à classer cette espèce comme suit :

Tableau VI: Classification systématique de *Centaurea incana*. .

Règne	plantae
Enchaînement	Spermatophyta
Sous tribu	angiosperme
Classe	Dicotyledones
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Centaurea</i>
Espèce	<i>Centaurea .incana</i> .

### I.5.3 composition chimiques : selon (Akkal *et al.*, 1992)

L'espèce *C.incana* a fait l'objet de plusieurs travaux, qui ont montré la présence des lactones quiterpénique (Salotenolide, Cnicine, L'acétoxy cnicine 11 $\beta$ , 13dihydro salonitenolide, 11 $\alpha$ , 13dihydro salonitenolide....) deux d'entre elles sont dominantes et type germacranolide, il s'agit de la Cnicine et la Salotenolide. Ces travaux ont également révélé que cette espèce est très riche en flavonoïdes.

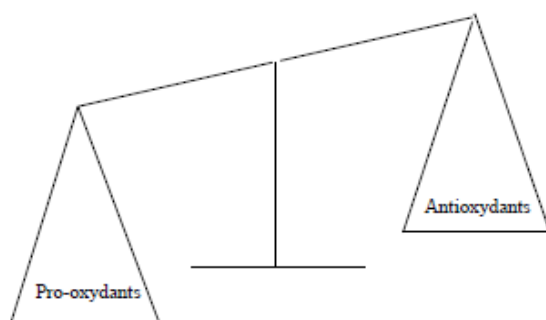


*Chapitre II*

*Le stress oxydatif et  
antioxydants*

## II.1. Le stress oxydatif :

L'oxygène est la source de vie pour les organismes aérobies. Mais l'oxygène peut être également une source d'agression pour ces organismes. Tout fois des dérivés hautement réactifs de l'oxygène(ERO) appelées radicaux libres peuvent apparaître (**Ekoumou, 2003**). Ces dernières sont cependant contrôlées par les antioxydants. Un stress oxydatif survient lorsque l'équilibre est rompu en faveur des radicaux libres. En effet, une production excessive de ces molécules réactives ou une insuffisance des mécanismes antioxydants peut déséquilibrer la balance oxydant/antioxydant (**Favier, 2003**).



**Figure 6 :** Déséquilibre de la balance entre antioxydants et pro-oxydants.

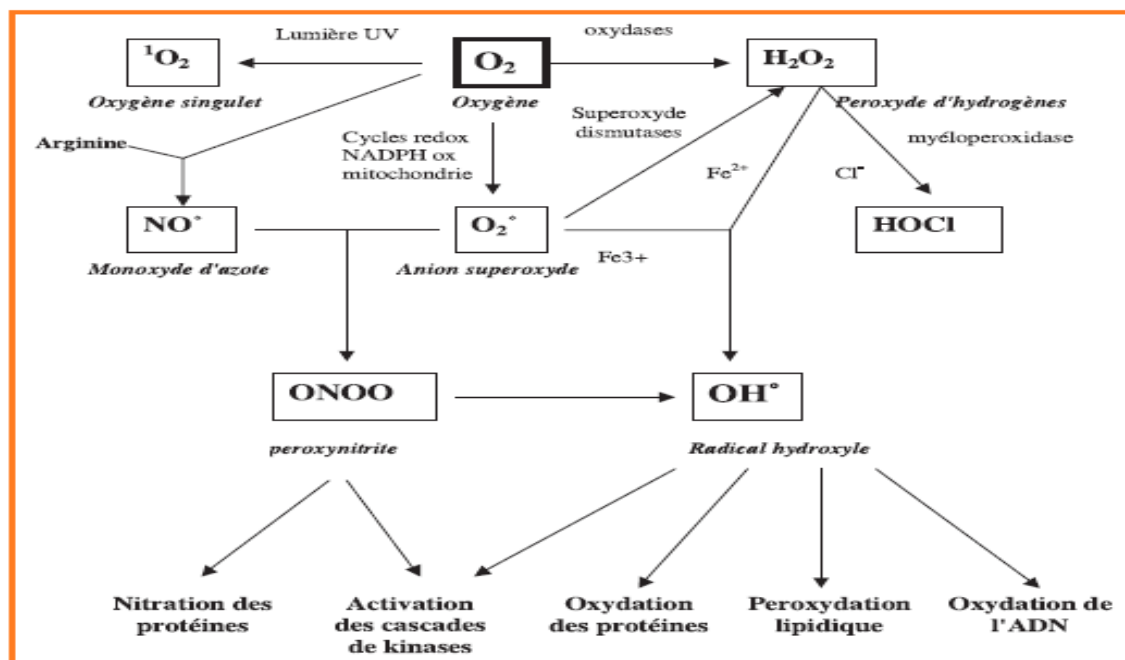
Ce déséquilibre peut avoir diverses origines, telle que l'exposition aux radiations ionisantes(exposition importante au soleil, radioactivité artificielle ou naturelle), la pollution, le contact avec certains pesticides et solvants, la consommation de tabac et d'alcool, la prise de certains médicaments, la pratique du sport intensif et tout processus susceptible de surcharger les réactions de détoxification hépatique, notamment une perte de poids importante(**Lee et al.,2004**). Les formes de l'oxygène provoquant ces troubles sont: l'oxygène singulet  $O_2$ , le peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ , les peroxydes alkyles  $ROOH$ , le radical superoxyde  $O_2$ , les radicaux hydroxyles  $HO$ , peroxydes  $ROO$  et alkoxydes  $RO$  (**Favier, 2003**). -Les conséquences au niveau de l'organisme se font ressentir sur l'ADN, les lipides et les protéines (**berger, 2006**).

## II.2. Qu'es ce qu'un radical libre ?

Un radical libre est une espèce chimique, molécule, ou simple atome, capable d'avoir une existence indépendante (« libre») en contenant un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié sur une orbitale). Cela lui confère une grande réactivité. En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc se réduire en oxydant un autre composé (**Halliwelle, 1996**).

### II.2.1. Oxygène, espèces réactives de l'oxygène (ERO)

La chaîne respiratoire mitochondriale, dans laquelle les êtres aérobies puisent leur énergie, joue un rôle capital dans la cellule en couplant l'oxydation de coenzymes transporteurs d'hydrogène ou d'électrons avec la phosphorylation de l'ADP (Adenosine DiPhosphate) en ATP. D'une part, la mitochondrie fournit à la cellule une source d'énergie importante puisque 36 molécules d'ATP à haut potentiel énergétique sont générées lors de la réduction de l'oxygène. Par contre, dans les conditions physiologiques, environ 0,4 à 4 % d'électrons s'échappent, réagissent directement avec l'oxygène dissous dans le cytoplasme et donnent naissance à des EOA (Haleng *et al.*, 2007).



**Figure 7 :** Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqués en biologie (Favier, 2003).

### II.2.3. Conséquences du stress oxydatif

Le principal danger des radicaux libres vient des dommages qu'ils peuvent provoquer lorsqu'ils réagissent avec des composants cellulaires importants. Ils s'attaquent alors les membranes cellulaires dont les acides gras insaturés sont dénaturés on parle de lipidoperoxydation des membranes cellulaires. Cela déclenche alors une réaction en chaîne sur les divers acides gras du voisinages jusqu'à ce qu'ils soient neutralisés ; ils agressent également les protéines, les microfibrilles de collagène, l'acide hyaluronique, les acides nucléiques des chromosomes et l'ADN lui-même est transformé entraînant l'apparition d'une

série d'anomalie dont le risque de cancérisation. Cette oxydation provoque des dommages sur tout l'organisme, accélérant le vieillissement (maladies cardiovasculaires et neuro-dégénératives, cancer, diabète...) et la dégradation des cellules et des tissus (Favier, 2003).

## II.3. Les antioxydants

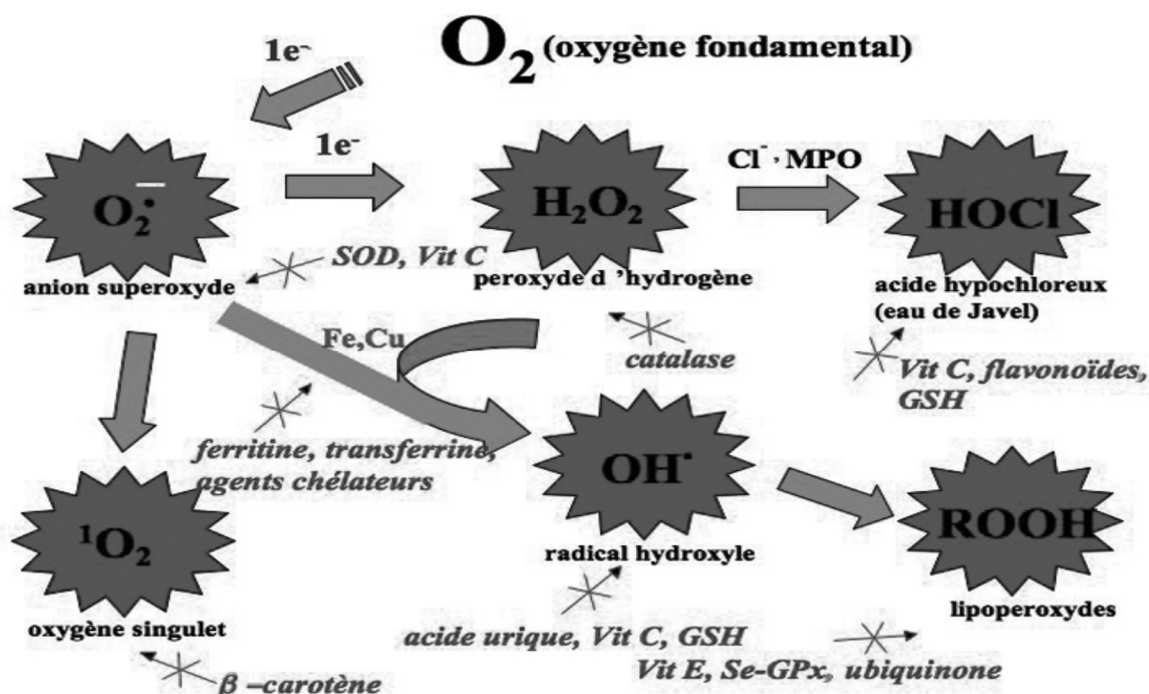
### II.3.1. Définition d'un antioxydant

Un antioxydant peut être défini comme toute substance qui, présente à faible concentration par rapport au substrat oxydable, est capable de ralentir ou d'inhiber l'oxydation de ce substrat. (Barnoud *et al.*, 2002).

Les antioxydants sont des molécules capables d'interagir sans danger avec les radicaux libres en piégeant ces derniers et en captant l'électron célibataire, les transformant en molécules ou ions stables (Benbrook et charle, 2005).

### II.3.2. Système de défense antioxydants

Pour se protéger des effets délétères des EOA, l'organisme dispose d'un ensemble de complexe de défenses antioxydants. Ces systèmes de défense sont enzymatiques (SOD,PX) ou non enzymatiques (vitamines oligoéléments).

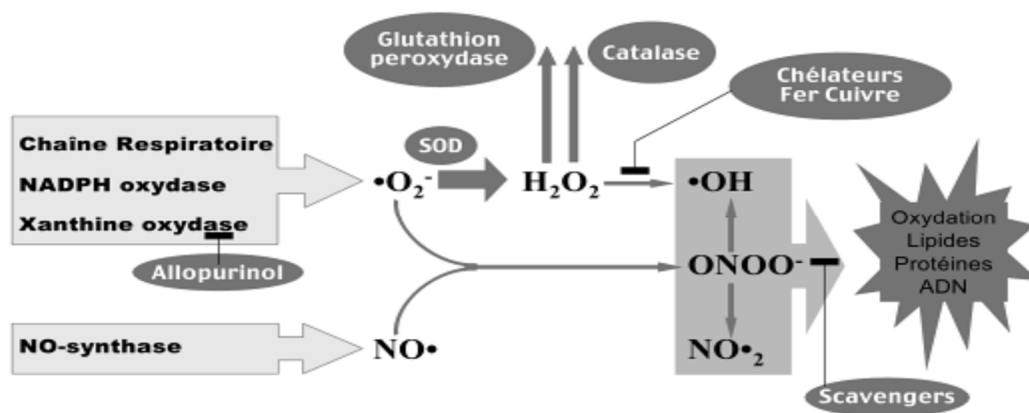


**Figure 8** : Régulation de la production d'espèces réactive de l'oxygène par les systèmes de défenses antioxydants (Pincemail *et al.*, 2002).

### II.3.3. Antioxydants enzymatiques

Trois types d'enzymes antioxydantes sont mis en oeuvre pour la destruction des espèces réactives de l'oxygène. Comme illustre la **figure 10**.

- Les superoxyde dismutases (SOD) qui catalysent la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène (**Frank et al., 2002**).
- La catalase qui catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau permettant l'élimination de celui-ci. (**Valko et al., 2006**).
- La glutathion peroxydase (GPX) qui décompose aussi le peroxyde d'hydrogène en utilisant le glutathion comme donneur d'hydrogène (**El Abed et al., 2009**).



**Figure 9** : Action des antioxydants au cours du métabolisme des dérivés réactifs de l'oxygène (**Boubekri, 2014**).

### II.3.4. Antioxydants non enzymatiques

Ce sont des antioxydants naturellement présent presque dans tout les plantes, les microorganismes, les champignons et même dans les tissus animaux, (**Pelli et Lyly, 2003**). Ce type d'antioxydants possède un avantage considérable par rapport aux antioxydants enzymatiques. Du fait de leur petite taille, ils peuvent en effet pénétrer facilement au cœur des cellules et se localiser à proximité des cibles biologiques. (**Boubekri, 2014**).

On distingue deux types d'antioxydants non enzymatiques endogène qui présent dans la cellules tels que le glutathion, l'acide urique la bilirubine, l'ubiquin .....etc et exogènes qui représentent une famille des compés phénoliques (**Boubekri, 2014**).

### II.3.4.1. Les composés phénoliques

Ils constituent une famille importante d'antioxydants présents dans les végétaux. Globalement, ce sont d'excellents piègeurs des EOA et de très bons chélateurs des métaux de transition comme le fer et le cuivre. (Haleng *et al.*, 2007) .ce sont des composés possédant un noyau aromatique contenant un ou plusieurs substituants Hydroxyle, incluant différents groupes fonctionnels dérivés (ester, glucosides, etc.) (amadou, 2004) .Les groupes hydroxyle des polyphénols sont bien des donneurs d'atomes d'hydrogènes ; ils peuvent réagir avec les espèces réactives de l'oxygène et les espèces réactifs de l'azote, enfin de réaction, le cycle de génération de nouveaux radicaux est interrompu (Haleng *et al.*, 2007) .

#### ➤ les flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe importante de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Lahouel *et al.*, 2006). Tous les flavonoïdes possèdent la même structure de base (C6-C3-C6).

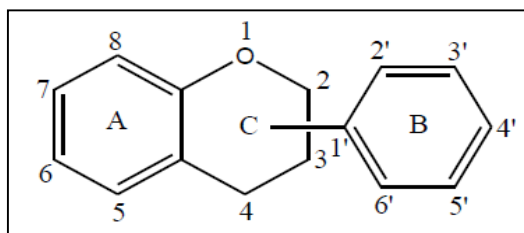


Figure 10 : Structure de base des flavonoïdes (krishna *et al.* , 2001)

#### ➤ Les tanins

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structures variées, ayant en commun la propriété de tanner la peau animale en la transformant en cuire (Bravo ,1998) .on distingue classiquement deux grand groupes de tannins les tannins condensé et les tannins hydrosoluble (Alais *et al.*, 2008).

#### ➤ Les vitamines

Les vitamines captent l'électron libre d'un radical libre qui devient une molécule ou un ion stable. La vitamine devient un radical détruit ou régénéré, Vit C antioxydant puissant, inhibe peroxydation lipidique, régénère vitamine E. Vit E antioxydant puissant, inhibe la peroxydation lipidique.et la Vit A. (Haleng *et al.*, 2007) .

**➤ Les oligo-éléments**

Zn cofacteur SOD, protection des groupements thiols des protéines, induction de protéines antioxydants, inhibition partielle de la formation des EOA. Cu cofacteur SOD, métal de transition. Sélénium cofacteur GPX. Manganèse cofacteur SOD. (**Haleng *et al.*, 2007**).



***Partie II***

***Etude***

***expérimentale***



*Chapitre I*  
*Matériel et méthodes*

## I.1. Matériel

### I.1.1. Matériel végétale

Les plantes ont été récoltées de différentes zones de l'Algérie. Les parties aériennes de *salvia verbanica* (tiges, feuilles, fleurs) ont été récoltées dans une région rurale, Akbou, dans la wilaya de Bejaia .La récolte est faite le mois de Mars 2018 ; *Centaurea incana* et *Santolina africana* ont été récoltées en mars 2017 dans la wilaya d'Oum El bouaghi et *Matricaria pubescens* et *Anvillea radiata* ont été récoltées en mars 2017 dans une région saharienne de la wilaya d'Ouargla.

Après séchage à température ambiante et à l'abri de la lumière, afin de préserver le maximum l'intégrité de sa composition chimique .ensuite les parties végétales ont été bien conservées jusqu'à leur utilisation à des fins pratiques.

### I.1.2. Appareils et réactifs

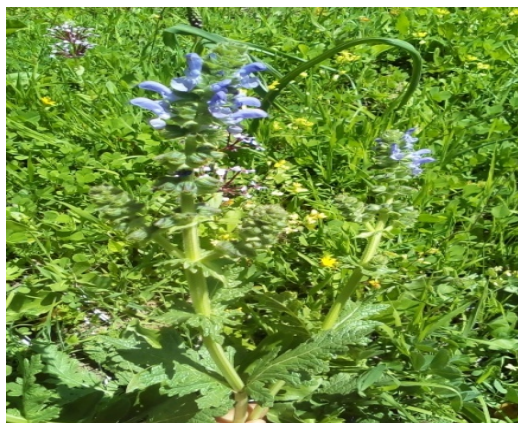
Le matériel et les différents réactifs utilisés pour l'extraction et les différents tests sont reportés dans les annexes (**Annexe I**).

## I.2. Méthode

Cette étape consiste à extraire le maximum de molécules polyphénoliques contenues dans les parties aériennes de la plante en utilisant un solvant organique qui accélère et augmente le rendement d'extraction.

### I.2.1.Préparation de la poudre végétale

Les parties récoltées de différentes plantes ont été lavées avec de l'eau de robinet, séchées a l'air libre ensuite transférées à l'étuve (40°C) pendant 48h et broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention des poudres fines, les poudres obtenues ont été stockées par la suite dans des flacons en verre couvris avec du papier aluminium.



La récolte



séchage à l'étuve (40°C)



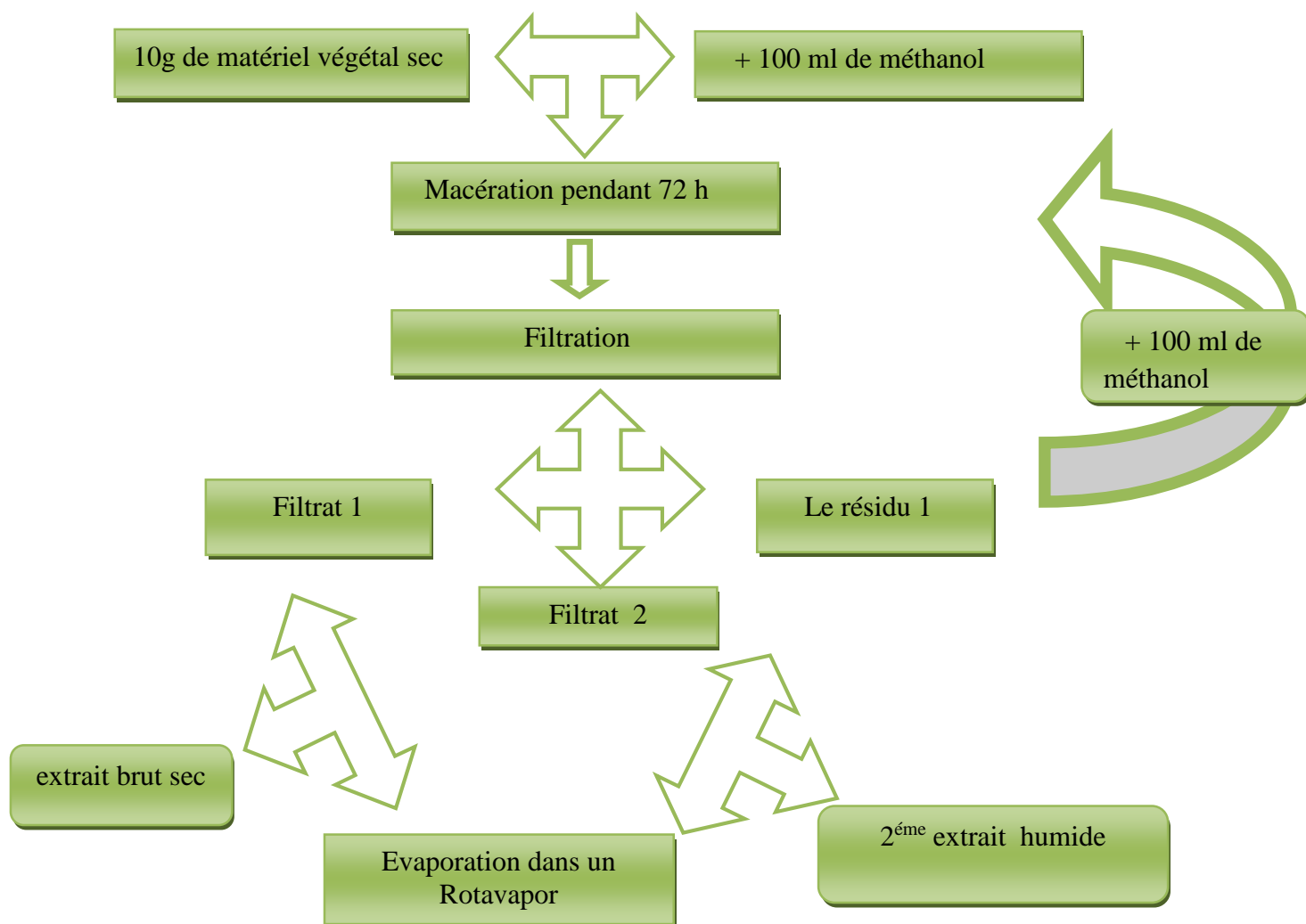
Broyage dans un broyeur électrique

Poudre de *salvia verbenaca***Figure 11** : *salvia verbenaca* se forme fraîche, sèche et poudre.

## I.2.2. Extraction des composés phénoliques

### ➤ Extraction par macération

L'extraction est effectuée dans le méthanol à 95% (10 g de poudre/ 100 ml de méthanol) sous agitation pendant 3 jours à température ambiante et à l'abri de la lumière. Le tout est par la suite filtré avec la bonde à gaze, une fois sur papier filtre et une fois sur le coton (filtrat 1). Le résidu 1 a été re-mélangé avec le méthanol 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. la solution obtenue a été soumise à une évaporation sous une hotte à vapeur à température ambiante afin d'obtenir l'extrait brut sec (**Figure 12**).



**Figure 12:** Procédure d'extraction des composés phénoliques des parties aériennes par macération (Belhattab *et al.*, 2004).

Le taux d'extraction de chaque extrait sec a été calculé suivant la formule ci-dessous :

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

**R%:** Rendement exprimé en %

**M:** Masse en gramme de l'extrait sec résultant.

**M<sub>0</sub>:** Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

### I.2.3. Dosage des composés phénoliques

#### I.2.3.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les extraits de différentes plantes étudiées, est effectué selon la méthode de Folin Ciocalteu. Le réactif utilisé est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_4$ ) de couleur jaune (Boizot *et al.*, 2006).

#### Principe

Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par ce réactif, qui entraîne la formation d'un nouveau complexe d'oxydes métalliques de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_3$ ) de couleur bleu. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Ribéreau-Gayon, 1968).

#### ➤ Procédure expérimentale :

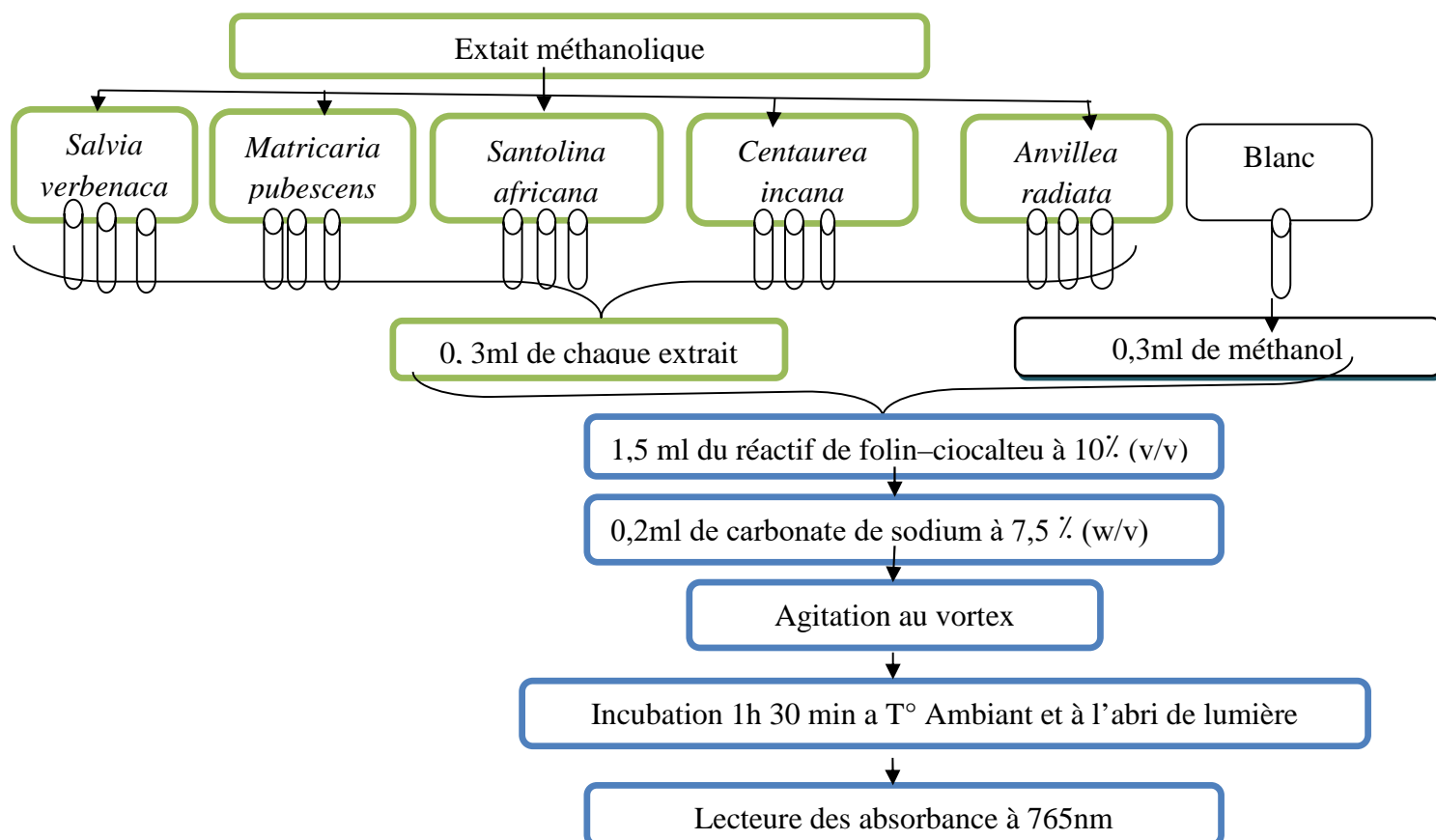


Figure 13 : Dosage des polyphénols totaux selon la méthode de FolinCiocalteu (Boizot *et al.*, 2006).

### I.2.3.2. Dosage des flavonoïdes

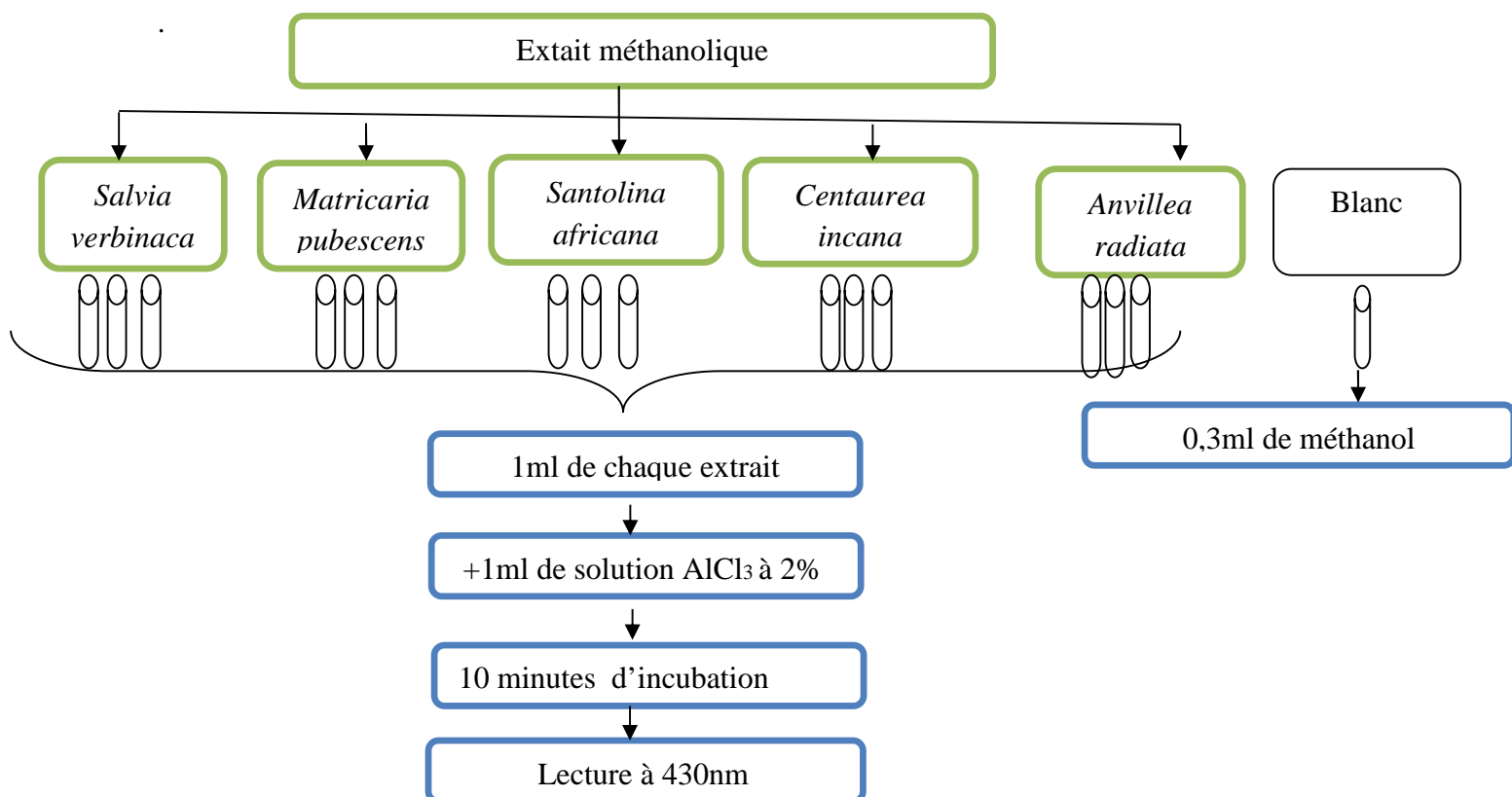
#### ➤ Principe

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (**Ribereau-Gayon, 1968**).

#### ➤ Protocole expérimentale

La teneur en flavonoïdes des extraits a été déterminée en utilisant la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium (**Bahorun et al., 1996**).

Les concentrations des flavonoïdes contenus dans les extraits végétales ont été calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard, les résultats sont exprimés en mg équivalent en quercétine/ g d'extrait.



**Figure14:** Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de (**Bahorun et al., 1996**).

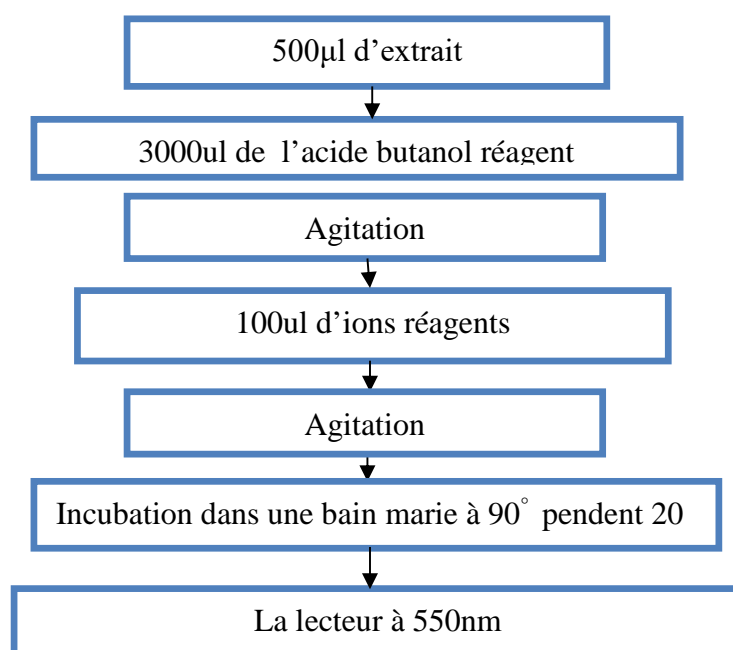
### I.2.3.3. Dosage des tanins condensés

La méthode de n-butanol est utilisée pour le dosage des tanins condensés (Dohou *et al.*, 2004),

#### ➤ Principe :

Les tanins sont des polymères caractérisés par la présence d'un nombre suffisant de groupe hydroxyphénoliques permettant des combinaisons plus stables avec les protéines et alcaloïdes. Ces composés sont généralement amorphes, solubles dans l'eau et insolubles dans les solvants organiques apolaires (Quettier-Deleu *et al.*, 2000).

#### ➤ Protocole expérimentale



**Figure 15:** Protocole de dosage des tannins condensés ((Dohou *et al.*, 2004)

Selon Vermerris et Nicholson (2006), la concentration de proanthocyanidines est exprimée en équivalent de la cyanidine. Le coefficient d'extinction molaire « $\epsilon$ » qui est utilisé pour convertir les valeurs d'absorption en concentrations est égal à 34700 L mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>.

La loi de Beer-Lambert :  $A = \epsilon \cdot l \cdot c$  est employée pour déterminer les concentrations en tanins condensés.

$$C = \frac{A \cdot M_m}{\epsilon \cdot l} \quad (\text{mg/ml})$$

**C** : la concentration de proanthocyanidines en mg/ml ;

**$\epsilon$**  : coefficient d'extinction molaire de la cyanidine en L mol<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>;

**M<sub>m</sub>**: masse molaire de la cyanidine (égale à 287,24g/mol) ;

**l**: largeur de la cuve en cm (égale à 1 cm).

## I.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits

### I.2.4.1. Activité «scavenger» du radical DPPH' .

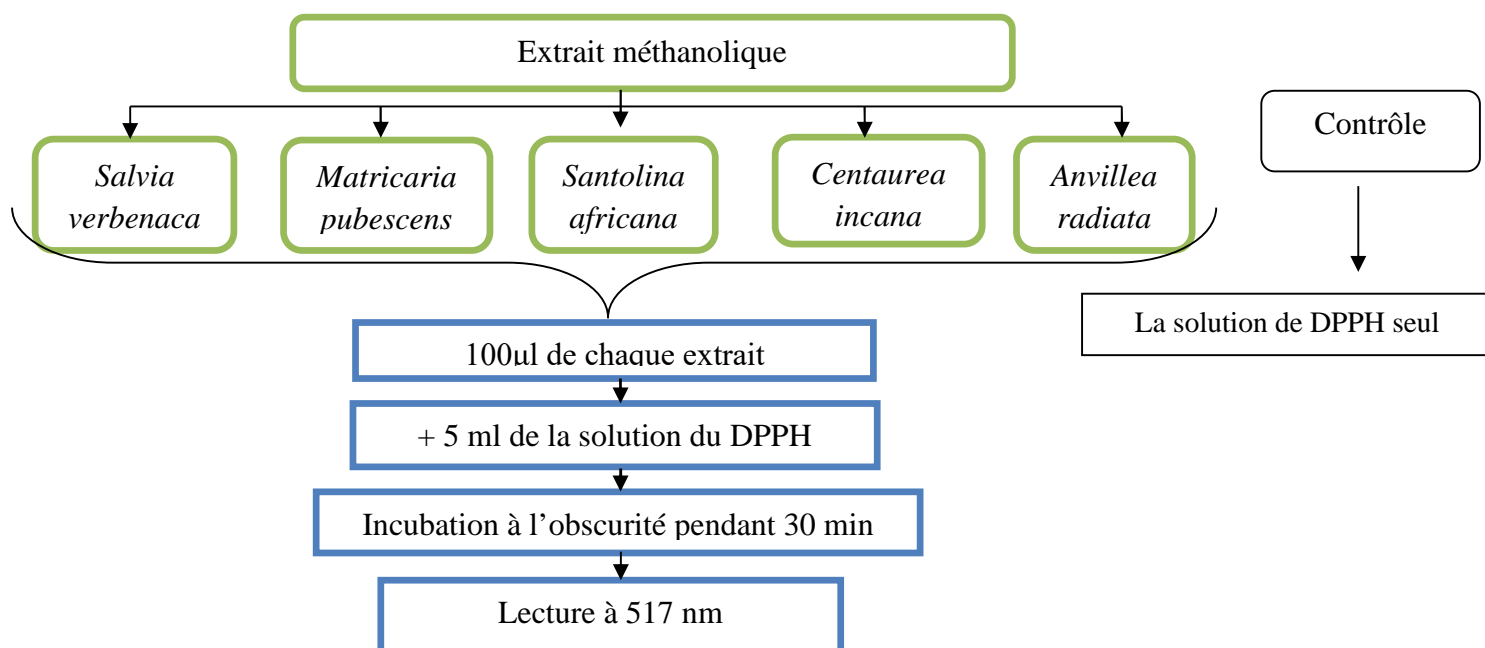
#### ➤ Principe

Le test au 2,2-diphényl-2-picryl-hydrazyle (DPPH.), permet de mesurer le pouvoir réducteur par le calcul de la CI<sub>50</sub> des substances antioxydantes contenues dans un extrait. au cours de ce test ce radical DPPH de couleur violette devient jaune quand il est réduit par un donneur de proton H<sup>+</sup>.  $DPPH + AH \longrightarrow DPPH-H + A$ . Où AH est un composé capable de céder un H<sup>+</sup> au radical DPPH. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances antiradicalaires (Molyneux, 2004).

#### ➤ Protocole expérimentale

Le protocole expérimental utilisé est celui de (Brand-Williams *et al.*, 1995). Avec quelques modifications. La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 4mg de DPPH dans 100 ml de méthanol.





**Figure 16:** Protocole d'étude de l'activité « Scavenging » du DPPH. (Brand-Williams *et al.*,1995).

La quercétine a été utilisée comme standard à différentes concentrations et l'activité anti radicalaire de chaque extrait a été estimée en pourcentage d'inhibition selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition du radical DPPH} = [(AT-AE) / AT] \times 100$$

AT : absorbance du control (solution du DPPH )

AE : absorbance de l'échantillon

#### I.2.4.2. Activité «scavenger» du radical ABTS+

##### ➤ Principe

Ce test est basé sur le mécanisme d'oxydoréduction de l'ABTS (sel d'ammonium d'acide 2,2-azino bis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique). Au cours de ce test, le sel d'ABTS perd un électron pour former un radical cation (ABTS<sup>•+</sup>) de couleur sombre (vert bleu) en solution. En présence de l'agent antioxydant, le radical ainsi formé est réduit pour donner le cation ABTS<sup>+</sup>, ce qui entraîne la décoloration de la solution (Owen et Johns, 1999).

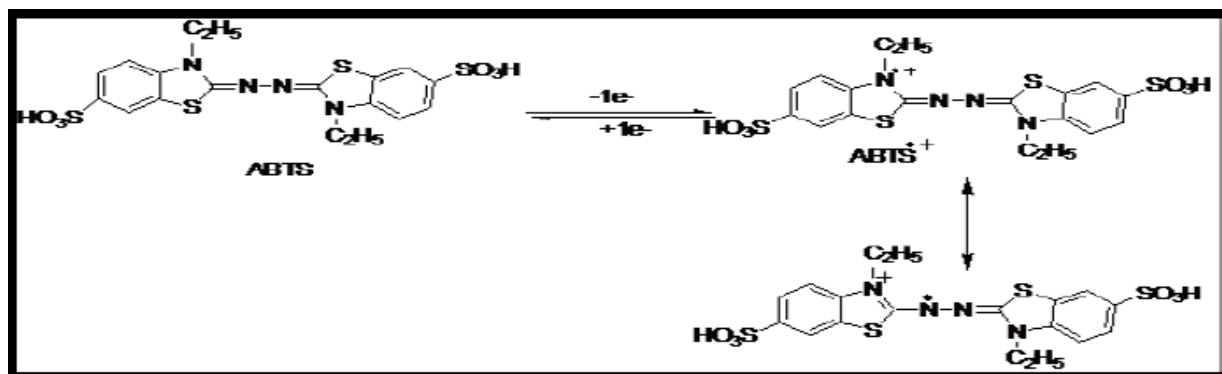


Figure 17 : Oxydation partielle de l'ABTS (Osman *et al.* , 2006).

➤ **Protocole expérimentale**

La mesure de l'activité scavenging du radical ABTS a été effectuée en suivant le protocole de (Mighri *et al.* 2010), qui est schématisé dans la figure (18)

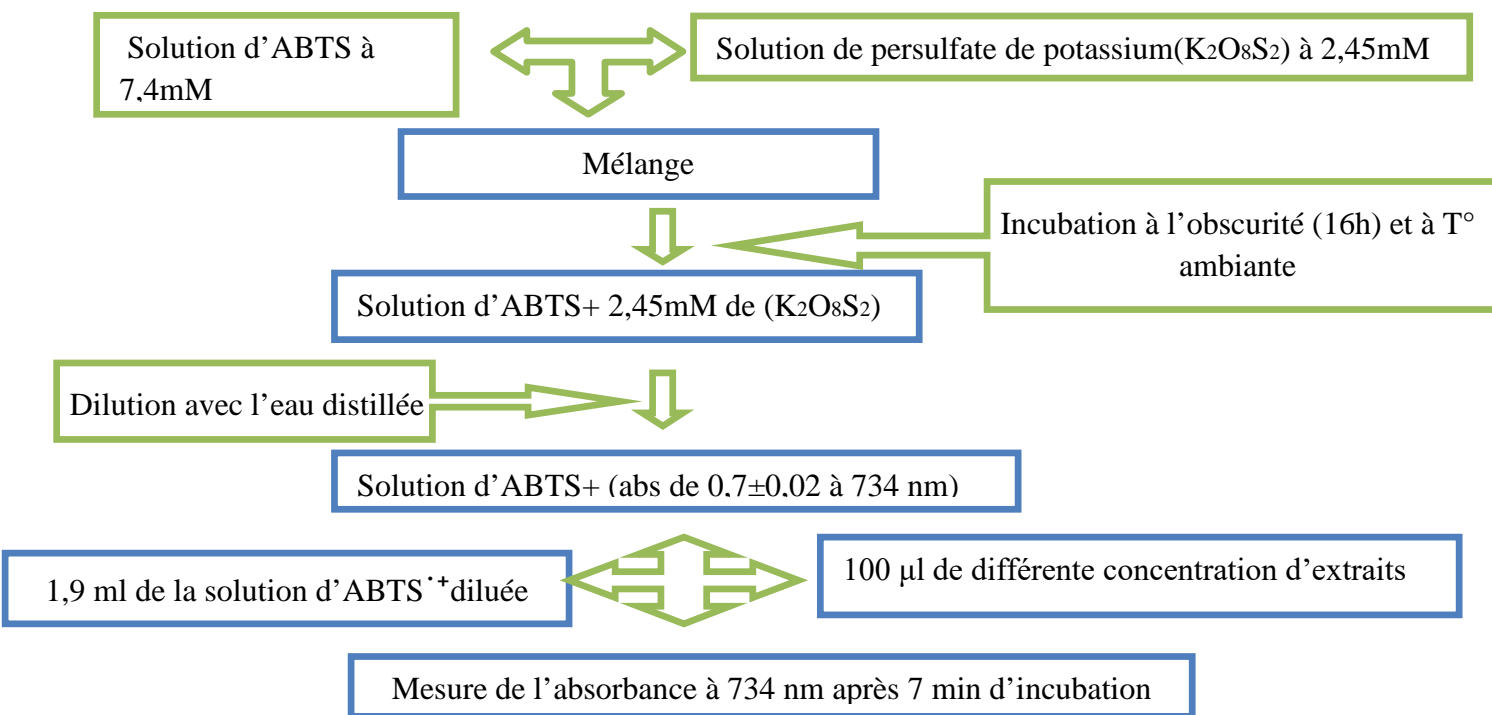


Figure 18 : protocole d'étude de l'activité antioxydante de l'ABTS+. (Mighri *et al.* , 2010).

Le trolox a été utilisé comme standard à différentes concentrations. Le pourcentage de l'activité scavenging du radical ABTS+ des différents extraits est calculé comme suit :

$$\text{Pourcentage d'inhibition du radical ABTS+} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

A0 : absorbance du contrôle

A1 : absorbance de l'extrait + ABTS+

### I.2.4.3. Pouvoir réducteur

#### ➤ PRINCIPE

Cette méthode est basée sur la capacité des composés réducteurs, à réduire le fer ferrique (Fe<sup>3+</sup>) du ferrocyanure de potassium pour donner du fer ferreux (Fe<sup>2+</sup>).

La réaction est révélée par le virement de couleur jaune de (Fe<sup>3+</sup>) en couleur bleu vert de (Fe<sup>2+</sup>), l'absorbance est mesurée à 700 nm (Oyaizu,1986) .une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Hubert,2006).

#### ➤ Protocole expérimentale

La détermination du pouvoir réducteur a été réalisée selon la méthode de (Berker *et al.*,2007).

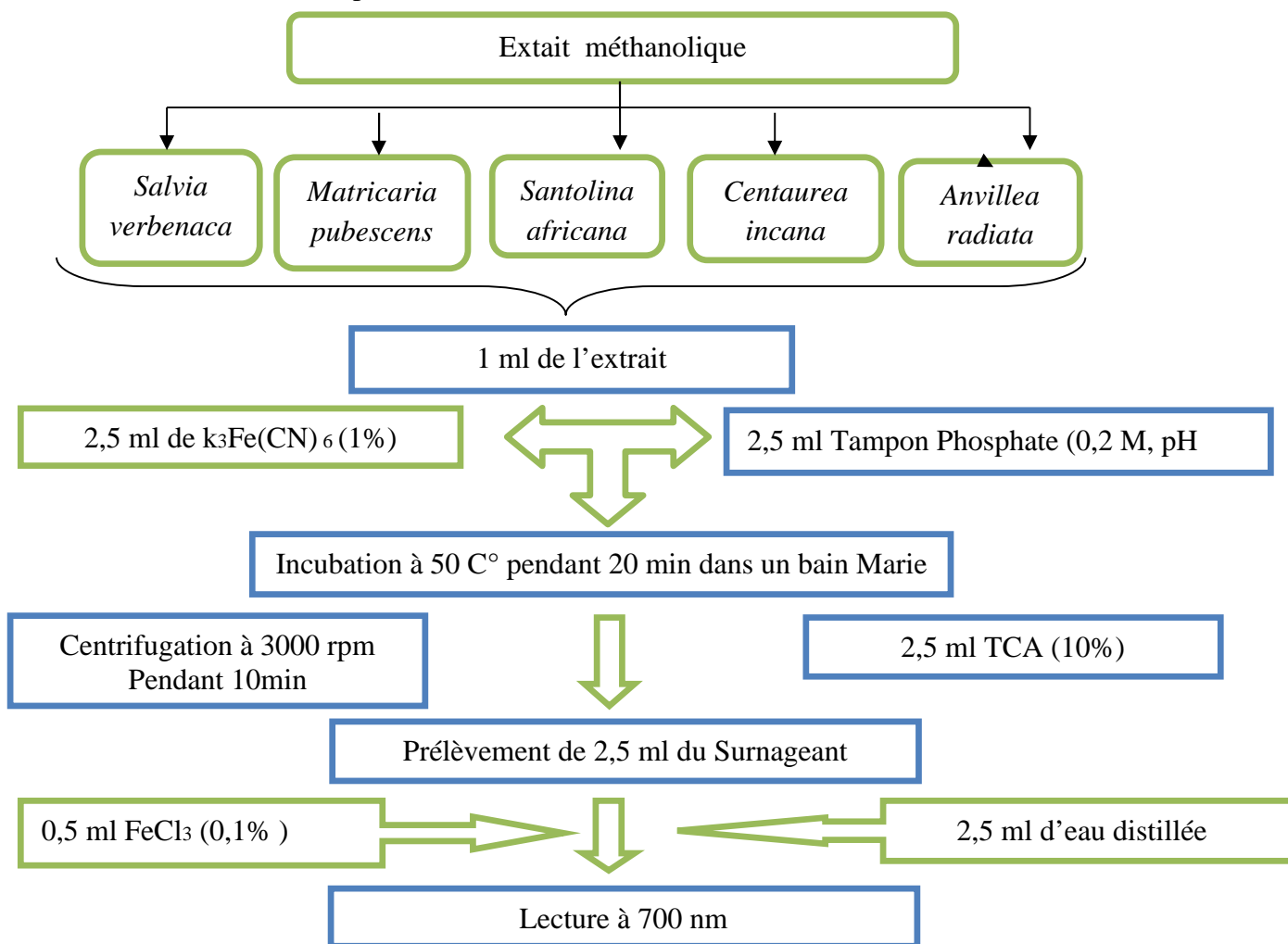


Figure 19: Protocole d'étude du pouvoir réducteur (Berker *et al.*, 2007).

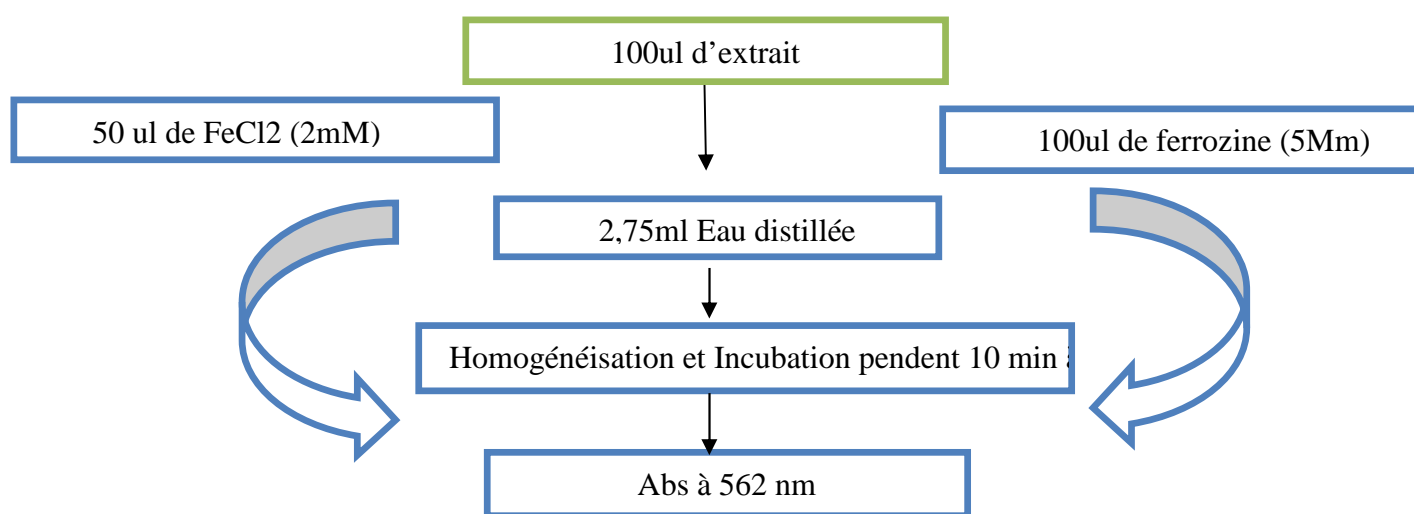
#### I.2.4.4. Test de chélation du Fer- Ferreux

La chélation du fer ferreux a été estimée selon la méthode de (Bourgou *et al.*, 2008).

##### ➤ Principe

La ferrozine réagit avec les ions divalents pour former un complexe violet ou rouge très soluble dans l'eau. L'absorbance du complexe ferrozine-Fe<sup>2+</sup> est maximale à 562 nm (Norshazila *et al.*, 2010). En présence d'agents chélateurs, la formation de ce complexe est perturbée aboutissant à une diminution de la couleur qui est suivie au spectrophotomètre.

##### ➤ Protocole expérimentale



**Figure 20:** Activité antioxydante de chélation du fer ferreux (Bourgou *et al.*, 2008)

Un contrôle est réalisé dans les mêmes conditions.

Un témoin positif avec l'EDTA est réalisé de la même manière.

Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante

$$\% \text{Inhibition} = [(Abc_{\text{contrôle}} - Abc_{\text{échantillon}}) / Abc_{\text{contrôle}}] \times 100$$

- ✓ **Abc<sub>contrôle</sub>** : correspond à l'absorbance du contrôle
- ✓ **Abc<sub>échantillon</sub>** : correspond à l'absorbance de l'extrait

### I.3 Etude statistique

Les données expérimentales du dosage et l'évaluation de l'activité antioxydante obtenues ont été exprimés par une moyenne et plus ou moins l'écart type. En utilisant le test de student.

*Chapitre II*

*Résultats et discussion*

## II.1. Rendements et teneurs des composés phénoliques

### II.1.1. Rendements des extraits bruts

L'extraction des composés phénoliques par le méthanol des plantes étudiées, nous a permis de déterminer les rendements de leurs extraits bruts (**Tableau IX**).

**Tableau IX** : Rendements des extraits bruts méthanoliques.

Extraits des plantes	Rendements (%)	Familles
<i>S.verbenaca</i>	20	Lamiacées ou Labiées
<i>A.radiata</i>	4	Astéracées ou Composées
<i>C.incana</i>	16	
<i>M.pubesence</i>	15	
<i>S.africana</i>	10	

Le calcul des rendements de différents extraits des parties aériennes de cinq plantes a révélé que l'espèce *S. verbenaca* présente le rendement le plus élevé (20%) suivi par *C.incana* (16%) et *M.pubesence* (15%) qui présentent presque des rendements similaires. Puis un rendement de (10%) pour *S. Africana* et un faible rendement a été obtenu avec *A.Radiata* (4%). Nous constatons que les rendements de l'extraction méthanolique varient considérablement. De nombreux facteurs influencent le rendement, la teneur, les caractéristiques physico-chimiques et la composition chimique de l'espèce, les conditions environnementales, la technique d'extraction, le séchage, la période et le milieu de récolte, les pratiques culturales et l'âge du matériel végétal. (**El oualilalami et al ., 2013**).

Dans une autre étude réalisée par (**Belkhiri, 2018**) sur l'espèce *S.verbenaca* récolté dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. L'extraction des composés phénoliques de la partie aérienne de *S. verbenaca* est réalisée par macération dans un mélange hydrométhanolique a donné un rendement de 14.97% qui est inférieur au rendement obtenue dans la présent étude. D'après (**Hayouni et al., 2007**) La nature du solvant est l'un des paramètres les plus susceptibles d'influencer le taux d'extraction et affecter ainsi l'activité antioxydante des extraits.

plusieurs études ont montré la capacité de méthanol à extraire le maximum de composés phénoliques comparé à d'autres solvants (**Perez et al., 2007**).

(**Bouchouka, 2016**) à obtenu un rendement de 16.42 % dans l'extrait hydrométhanolique d'*A.radiata*.

**Metrouh et ses collaborateurs (2015)** ont obtenue avec *M. pubescence* des rendements en utilisant comme solvant l'éthanol (50%), l'acétone (50%) et l'acétone pur qui sont de l'ordre de 34.38%, 34.44% et 5.02% respectivement.

L'étude réalisée par (**Djihane, 2017**) sur l'espèce du genre *centaurea*, a donné des rendements varient entre (0.8) et (1.19%) chez les feuilles et les fleurs de *C. choulettiana* respectivement dans différents extraits à savoir Cyclohexane Chloroforme, Acétate d'éthyle et le *n*-butanol.

Les rendements obtenus par hydrodistillation de *S. africana* sont de (0.73%) et (0.54%) et pour les feuilles et les fleurs respectivement, par contre un rendement élevé a été obtenue avec les parties aériennes de la plante qui est de (1.6%).

### II.1.2. Teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés

Les composés phénoliques constituent le groupe principal qui contribue à l'activité antioxydante des végétaux, (**Tachakittirungrod et al., 2007**). Pour cette raison, on a choisi dans ce présent travail d'extraire au préalable ces composants actifs à partir des plantes investiguées et de déterminer leurs teneurs.

Le dosage des polyphénols totaux est effectué selon la méthode au réactif folin-ciocalteu qui est parmi les méthodes de quantification des composés phénoliques la plus répandue et largement utiliser (**Boizot et Charpentier, 2006**).

Au cours de dosage des polyphénols, après l'addition de réactif de Folin-Ciocalteu et le carbonate de sodium à l'extrait une coloration bleu a été obtenue, ce qui confirme la présence des polyphénols, cette coloration varie en fonction de la concentration de différents extraits de plantes étudiées.

Le dosage des flavonoïdes est effectué selon la méthode  $AlCl_3$  qui est une méthode simple, peu coûteuse et offre une bonne sensibilité. Cette méthode permet de déterminer la teneur en flavonoïdes totale, qui forment un complexe avec  $AlCl_3$  même en présence d'autres composés polyphénoliques, qui ne peut pas former un complexe avec  $AlCl_3$  (**Matyushchenko et Stepanova, 2003**). Au cours de dosage des flavonoïdes après l'addition d' $AlCl_3$  au différentes extraits et après incubation, une coloration jaunâtre est apparue a été obtenue dont l'intensité est

proportionnelle à la concentration des extraits de Cinq plantes, ce qui confirme la présence des flavonoïdes dans ces extraits.

Le dosage des tanins condensé est réalisé par la méthode de *n*-BuOH. rapportée par (dohou *et al.*,2004). Lors de ce dosage, après l'addition de *n*-BuOH, une coloration rouge a été obtenue avec les différents extraits, ce qui confirme la présence des tanins dans ces extraits.

Les analyses quantitatives des phénols totaux, et des flavonoïdes sont déterminées à partir des équations de la régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage exprimées successivement en mg équivalent d'acide gallique et mg équivalent de quercétine par gramme d'extraits (les courbes d'étalonnage d'acide gallique et de la quercétine sont représenté respectivement dans les annexes 3 et 4).

Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoides et en tannins sont représenté respectivement dans les figures 21, 22 et 23.

Comme montre la (figure 21).La teneur la plus élevé en polyphénols totaux a été obtenue chez *C.incana* avec 42.42mgEAG/ g d'extrait alors que les teneurs obtenue avec les autres plantes *A.radiata*, *S.verbenaca*, *S.africana*, *M.pubesence*, sont presque similaires qui sont de 39.57, 39.56, 39.48, 38.87mg EAG/g d'extrait respectivement.

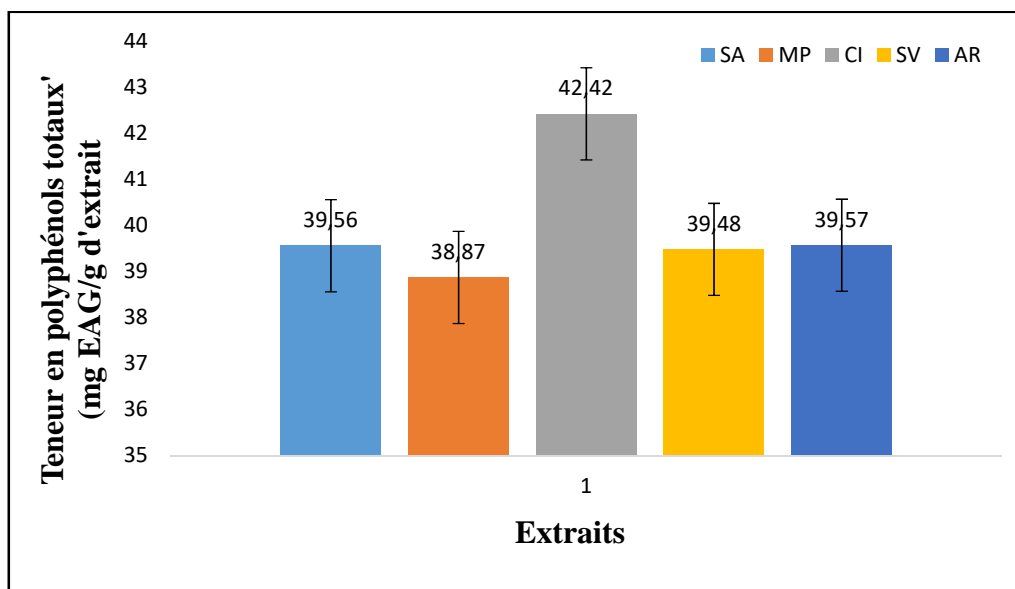


Figure 21: Teneur en polyphénols totaux chez les Cinq plantes étudiées.



La (figure 22) montre que la teneur la plus élevée en flavonoïde a été obtenue chez *C.incana* avec 125.5mg EQ/g d'extrait suivi par *S.verbenaca* 114.89 mg EQ/g d'extrait puis *S.africana* 108 mgEQ/g d'extrait et *A.radiata* avec 104.74 mg EQ/g d'extrait alors que les teneurs obtenue avec *M.pubescence* est de 93.01 mg EQ/g d'extrait .

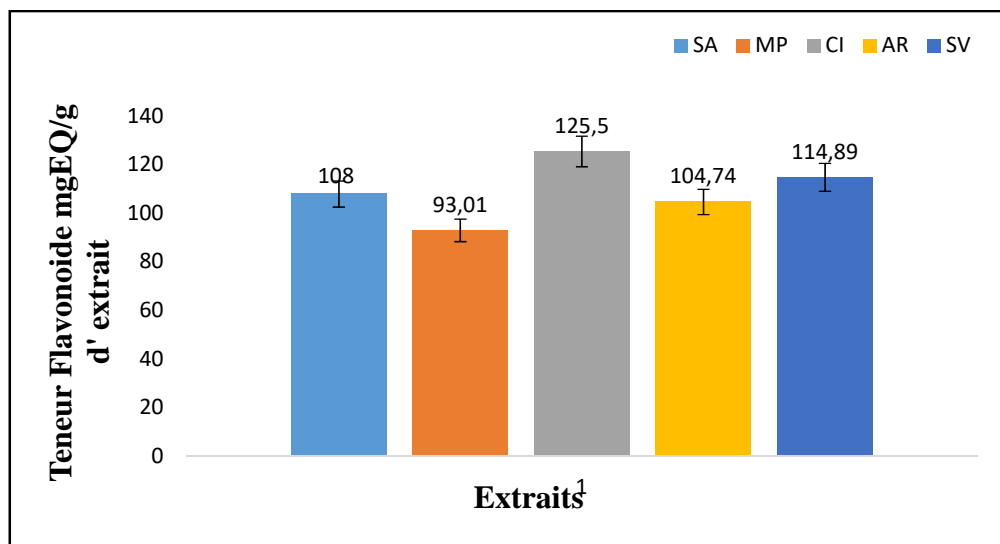


Figure 22: Teneur en flavonoïdes chez les Cinq plantes étudiées

La (figure 23) montre que les teneurs en tanins condensés varient considérablement de 3.1 à 3.9.mg EC/g d'extrait entre les extraits de différentes plantes étudiées. La teneur la plus élevée a été obtenue chez *C.incana* qui est de 3.9mgEC/g d'extrait.

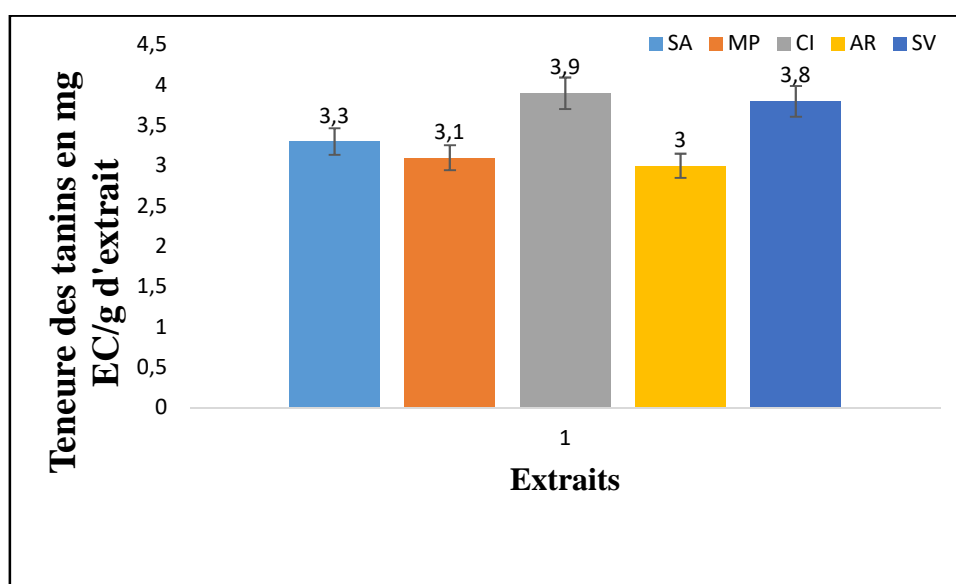


Figure 23 : Teneur en tanins chez les cinq plantes étudiées

. Le dosage des polyphénols totaux des flavonoïdes et des tanins des extraits de différentes plantes étudiées montre que *C. incana* est la plante la plus riche en composés phénoliques alors que peu d'études ont été réalisées sur cette espèce.

La richesse de *C. incana* en composés phénoliques a été confirmée par une étude réalisée par **Akkal et al., (1992)**.

La teneur en polyphénols obtenue par **(Djihane, 2017)** des extraits des feuilles de *C. choulettiana* varient entre  $133.13 \pm 0.002$  et  $325.81 \pm 0.038$  (mgEQ/g d'extrait) dans les extraits AcOEt et *n*-BuOH.

La teneur en polyphénols de *M. pubescens* obtenue par **Khacheba et al., (2014)**, est de 0,32g EAG/100g de matière sèche en utilisant comme solvant d'extraction le méthanol.

**Djeridane et ses collaborateurs (2010)** ont trouvé des teneurs en phénols totaux de la fraction d'acétate d'éthyle de 14,36 mg EAG/g de matière sèche pour *A. radiata*.

La teneur en polyphénols totaux obtenue par **Bammou et al., (2015)** dans l'extraits méthanoliques, sa fraction d'acétate d'éthyle et l'extrait aqueux des parties aériennes d'*A. radiata* récolté au sud de Maroc donnent respectivement les teneurs suivantes :  $216,31 \pm 6,14$  ;  $127,54 \pm 1,79$  et  $93,66 \pm 2,85$  mg EAG/g d'extrait qui sont largement supérieure à celle de la présente étude.

La teneur en phénols totaux obtenue dans l'étude réalisée par **(Belkhiri, 2018)** avec l'espèce *S. verbenaca* dans un extrait hydrométhanolique est de  $177.56 \pm 2.51$  mg EAG/g d'extrait, qui est largement supérieure a celle de la présent étude.

La teneur en flavonoïdes obtenue dans l'étude réalisée par **(Belkhiri, 2018)** avec l'espèce *S. verbenaca* dans un extrait hydrométhanolique est de  $08.13 \pm 0.45$  mg EQ/g d'extrait, qui est largement inférieure à celle de la présente étude

La teneur en flavonoïdes obtenue par **(Khacheba et al., 2014)**, est de 0,10g ER/100g MS, en utilisant le méthanol pour l'extraction, et à celles de **(Djeridane et al., 2006)**, qui ont rapporté des teneurs comprises entre 0,75 et 1,31g ER/100g MS dans les extraits éthanoliques et aqueux respectivement.

La teneur en flavonoïdes obtenue par **(Djihane, 2017)** des extraits des feuilles de *C. choulettiana* varient entre  $122.33 \pm 0.003$  et  $263.73 \pm 0.004$  (mgEQ/g d'extrait) dans les extraits AcOEt et *n*-BuOH .ces résultats sont supérieure à celle obtenue dans la présente étude.

Des études récentes ont montrés que plusieurs facteurs peuvent influencer la teneur en composés phénoliques, tels que des facteurs géographiques, climatiques, génétiques, ainsi que le degré de maturation de la plante et la durée de stockage. (Aktumsek *et al.*, 2013).

## II.2. Pouvoir antioxydant des composés phénoliques

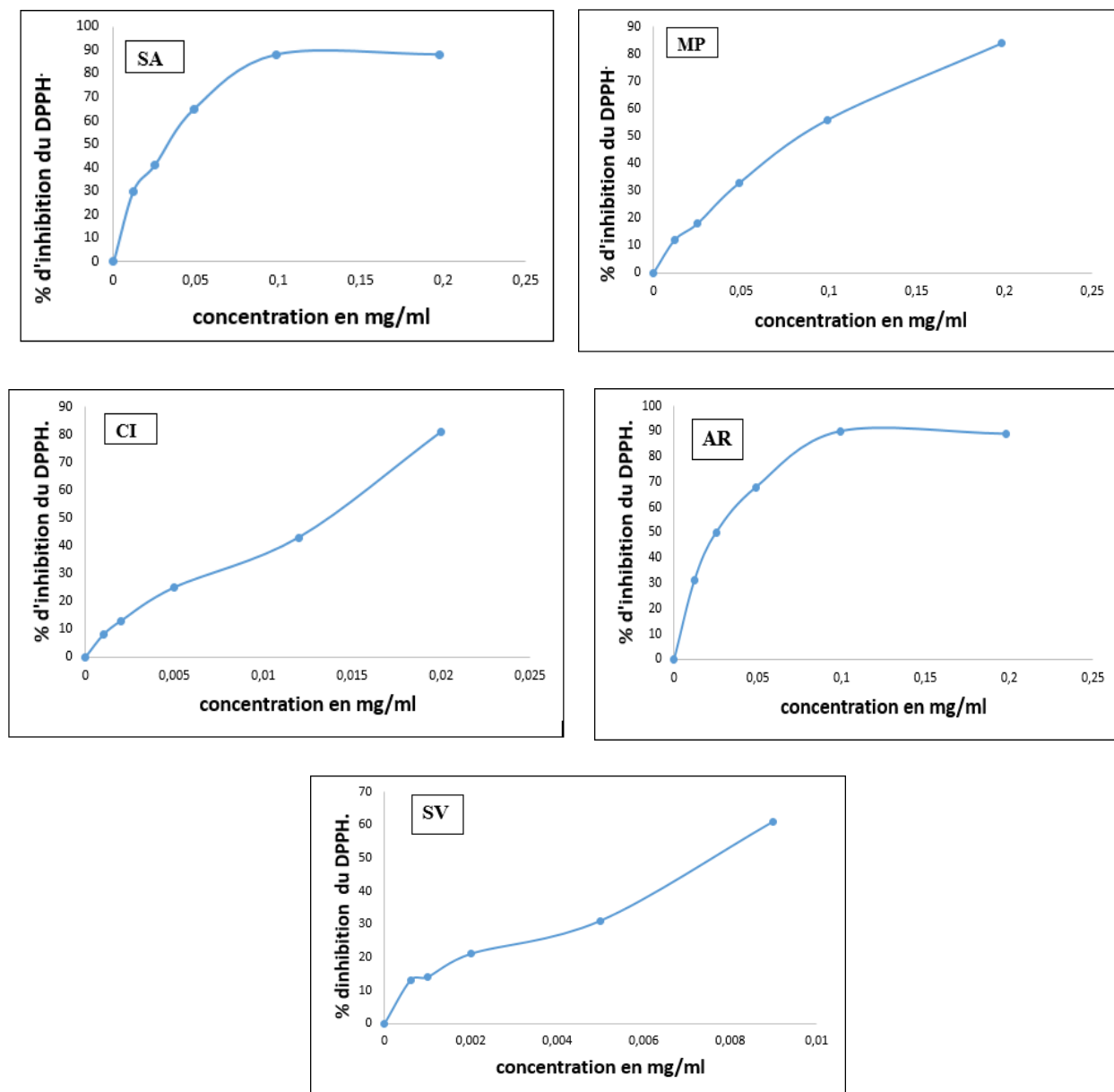
Il existe de nombreuses méthodes qui diffèrent sur le plan de leurs principes d'analyse et les conditions expérimentales et les antioxydants ont des contributions différentes au potentiel antioxydant total (Wojdyło *et al.*, 2007). Pour cette raison l'utilisation de plusieurs tests antioxydants complémentaires est utile afin d'évaluer le potentiel antioxydant des extraits (Ksouri *et al.*, 2009).

Dans ce travail, nous avons utilisé quatre méthodes pour évaluer l'activité antioxydante *in vitro* des plantes étudiées à savoir : DPPH, ABTS, réduction de chlorure ferrique et chélation de Fer ferreux. Ces tests ont été choisis parmi les tests les plus cités dans la littérature.

### II.2.1. Activité «Scavenger» du radical DPPH'

L'activité anti-radicalaire réalisée par la méthode du radical 2,2diphényl-1 picrylhldrazyl (DPPH) est l'une des méthodes largement utilisée comme un système, modèle pour déterminer l'effet scavenger de multiples produits naturels tels que les composés phénoliques, les flavonoïdes et les différents extraits de plantes (Chang *et al.*, 2002). Cette activité est définie en pourcentage de piégeage du radical libre DPPH' qui montre la capacité de l'extrait, a une concentration fixée, de réduire ou non les radicaux libres. La capacité de piéger le radical DPPH est déterminé en comparant l'absorbance dans un mélange réactionnel qui contient le radical libre et l'échantillon de l'antioxydant avec l'absorbance du mélange sans aucun antioxydant (solution contrôle) (Katalinic *et al.*, 2006). L'activité antioxydante des extraits méthanoliques de cinq plantes étudiées *vis-à-vis* le radical DPPH a été évaluée spectrophotométriquement a 517 nm en suivant la réduction de ce radical.

Les résultats de cinétique d'inhibition de DPPH montrent que tous les extraits ont une activité anti-radicalaire à dose dépendante. Pour *S. verbenaca* le pourcentage d'inhibition est de (61%) obtenue avec une concentration de 0.009 mg/ml, Tandis que les autres espèces, *S. africana*, *A. radiata*, *C. incana*, *M. pubescens* ont permis de donner une activité anti radicalaire importantes et presque similaires avec des pourcentages égales à 88%, 89 %, 81%, 84% respectivement à différentes concentrations qui sont d 0.0198, 0.198, 0.02, 0.198mg/ml respectivement (Figure 24).

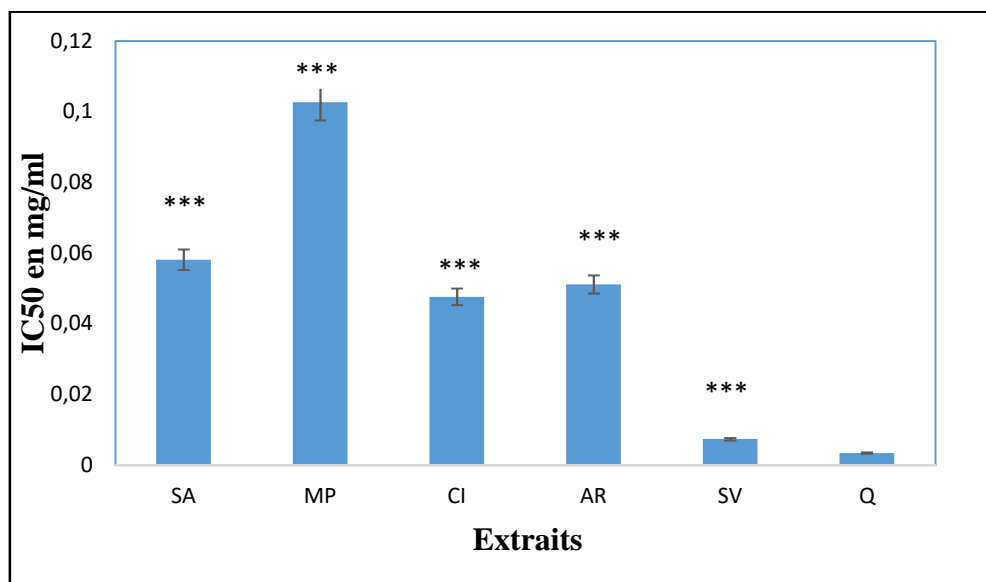


**Figure 24** :Effet scavenger contre le radical DPPH• de l'extrait Méthanolique des plantes étudiées à différentes concentratio (SA : *Santolina africana* , MP : *Matricaria pubescens* CI : *Centaurea incana* , AR : *Anvillea radiata* , SV : *Salvia verbanica* ).

On peut remarquer aussi que même à des faibles concentrations, les cinq extraits montrent un pourcentage d'inhibition important, ce qui nous a permis de déduire que les composés phénoliques contenus dans les extraits méthanoliques des parties aériennes de cinq plantes sont très efficaces comme antioxydants.

La (figure 25) représente les IC<sub>50</sub> des différents extraits avec le standard, ce paramètre est utilisé pour estimer l'activité antioxydante. Plus cette concentration est faible plus l'effet antioxydant est très élevé (Boumarfegue *et al.*, 2012).

Les valeurs des  $IC_{50}$  calculé pour les extraits de cinq plantes et le standard sont élucidées sur l'histogramme (**Figure 25**) et elles sont exprimées en mg/ml (moyenne  $\pm$  écart-type, en triplicata).



**Figure 25:** Histogramme représentant les  $IC_{50}$  pour les extraits des plantes étudiées et la quercétine.

Les pourcentages de réduction de DPPH sont exprimés comme moyenne  $\pm$  SD. La différence est significative à  $*P < 0,05$ , très significative à  $**P < 0,01$  et très hautement significative à  $***P < 0,001$  comparé au standard.

D'après les résultats de la (**Figure 25**), nous avons remarqué que l'extrait de *S.verbenaca* est le plus actif car il est le plus proche de la quercétine avec une valeur d' $IC_{50}$  qui est de  $0.007 \pm 0.00022$  mg/ml ce qui est largement inférieure aux autres extraits suivi par *S.africana*, *A.radiata* et *C.incana*. Avec des valeurs d' $IC_{50}$  de l'ordre  $0.05 \pm 0.0015$ ,  $0.05 \pm 0.0051$  et  $0.04 \pm 0.60$  mg/ml respectivement, cependant l'extrait le moins actif est obtenu chez *M. pubescence* avec une valeur d' $IC_{50}$  qui est de  $0.102 \pm 0.00099$  mg/ml.

L' $IC_{50}$  de la quercétine est de l'ordre de  $0.0034$  mg/ml, il est largement inférieure à celles de toutes les plantes donc la quercétine présente une grande activité anti- radicalaire

De même les cinq extraits présentent une bonne activité anti- radicalaire contre le DPPH mais a des concentrations beaucoup plus élevées.

L'étude statistique a révélé une différence significative ( $P < 0.001$ ) de l'activité anti- radicalaire contre le DPPH entre les extraits obtenus et de même on les comparant à la quercétine.

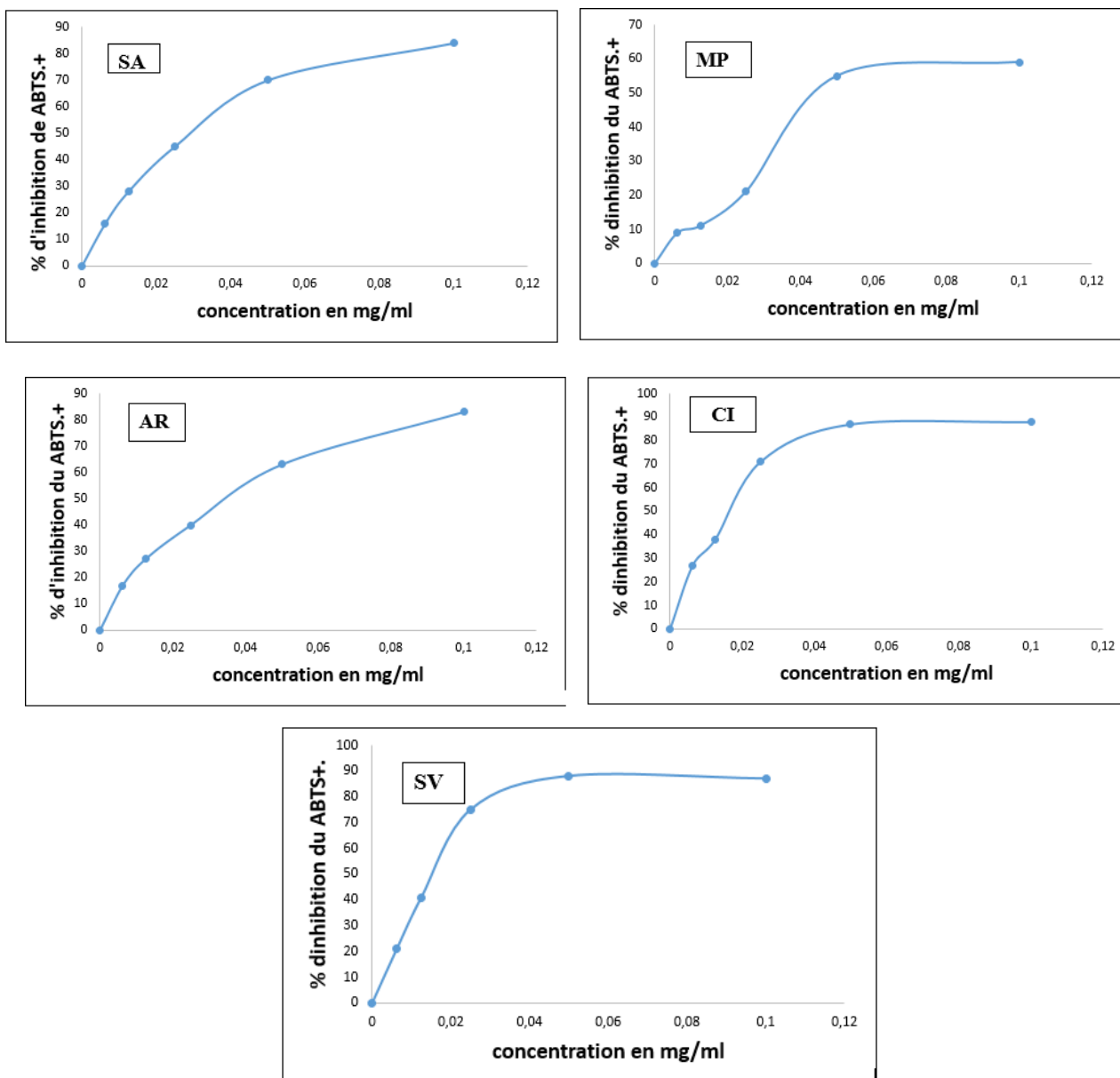
L'étude réalisée par **(Baddou, 2015)** a montré des valeurs de  $IC_{50}$  de  $0.385 \pm 0.045$ ,  $0.113 \pm 0.001$ ,  $0.212 \pm 0.06$  mg/ml de différentes parties d'extrait méthanolique d'*A. radiata* ; fleurs, feuilles et tiges respectivement.

**(Djihane, 2017)** a montré que l'extrait AcOEt des feuilles de *C. choulettiana* présente un pourcentage d'inhibition important (94,29%) comparativement à l'acide ascorbique utilisé comme standard (96,54%) et ce à la même concentration de 100 µg/ml. Ceci peut s'expliquer par la richesse de cet extrait en composés phénoliques signalé précédemment.

**Tepe et al., (2008)** ont trouvé la capacité anti radicalaire de l'extrait méthanolique de *S. verbenaca* ( $IC_{50} = 14.30 \pm 1.42$  µg/mg), ce qui est supérieure à l'extrait méthanolique de la présente étude sur la même espèce.

### II.2.2. Activité «Scavenger» du radical ABTS

Le test de décoloration du radical cationique ABTS $\bullet+$  dont le spectre d'absorption maximal est à 734nm est souvent utilisé pour évaluer la capacité de l'extrait à donner un atome d'hydrogène ou un électron et par conséquent exhiber une activité anti radicalaire **(Re et al., 1999)**, La mesure de l'activité scavenging du radical ABTS selon le protocole de **Mighri et collaborateurs (2010)**, nous a fourni les résultats exprimée en pourcentage d'inhibition dans la **(Figure 26)**.

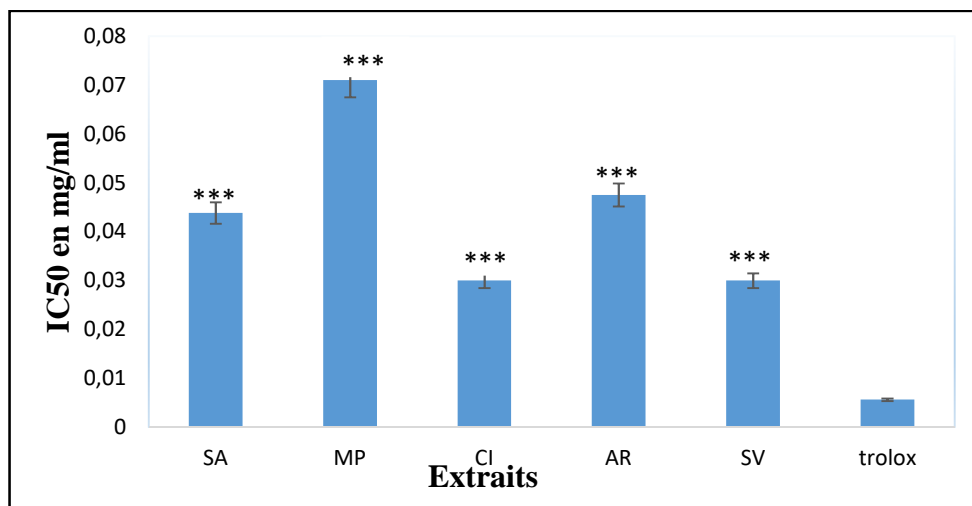


**Figures 26:** Pourcentage d'inhibition du radical ABTS•+ de l'extrait Méthanolique des plantes étudiées à différentes concentrations. (SA : *Santolina africana* , MP : *Matricaria pubescens* CI : *Centaurea incana* , AR : *Anvillea radiata* , SV : *Salvia verbanica* )

D'après la ( **figure 26** ) nous avons remarqué que les extraits de cinq plantes étudiées présente une importante activité inhibitrice vis-à-vis le radical ABTS•+, en effet pour la même concentration de 0.1mg/ml, *C.incana* a permis de donner l'activité anti- radicalaire la plus forte avec un pourcentage d'inhibition qui est de 88%, suivi par *S. verbanica*, *S.africana*, *A.radiata* qui présentent des pourcentages d'inhibition presque similaires, qui sont de 87%,84%,83% respectivement, puis un pourcentage de 59% est obtenue avec *M.pubescence*.

Nous avons constaté aussi que même à des concentrations faibles les cinq extraits ont exhibé un bon pourcentage d'inhibition ce qui nous a permis de déduire que les composés phénoliques contenant dans les extraits méthanoliques des parties aériennes de cinq plantes sont très efficaces comme antioxydants.

Les résultats d'inhibition de 50% du radical libre ABTS<sup>•+</sup> par les cinq extraits et celui de trolox ont présenté une différence significative selon l'échantillon ( $P < 0.001$ ) (**Figure 27**).



**Figure 27:** Histogramme représentant les IC<sub>50</sub> pour les extraits des plantes étudiées et le trolox. Les pourcentages de réduction de l'ABTS sont exprimés comme moyenne  $\pm$  SD. La différence est significative à \* $P < 0,05$ , très significative à \*\* $P < 0,01$  et très hautement significative à \*\*\* $P < 0,001$  comparé au standard

La IC<sub>50</sub> la plus faible a été signalée dans le trolox avec 0.0055mg /ml suivi par *S. verbenaca* avec 0.02 $\pm$ 0.001 mg/ml, et *C.incana* 0.029 $\pm$ 0.001 mg/ml, alors que , *S.africana* et *A.radiata* présentent des valeurs d'IC<sub>50</sub> presque similaires, qui sont de,0.043 $\pm$ 0.001 et 0.0047 $\pm$ 0.0003 mg/ml respectivement, puis une valeur de 0.071 $\pm$  0.001 mg/ml a été obtenue avec *M.pubescence*.

L'analyse statistique a montré une différence significative entre les différents échantillons.

Les travaux réalisés par (**Baddou, 2015**) a montré des valeurs de IC<sub>50</sub> de 0.647  $\pm$  0.004, 0.355 $\pm$ 0.007, 0.0.370 $\pm$ 0.013 mg/ml de différentes partie d'extrait méthanolique *A.radiata* ; fleurs feuilles et tiges respectivement.

**Salah eddin et al, (2016)** ont montré que la valeur IC<sub>50</sub> d'extrait méthanolique de *M. pubescens* est de 0.02  $\pm$ 0.82mg /ml, cette valeur est plus proche à celle de la présente étude.



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.2.3. Pouvoir réducteur

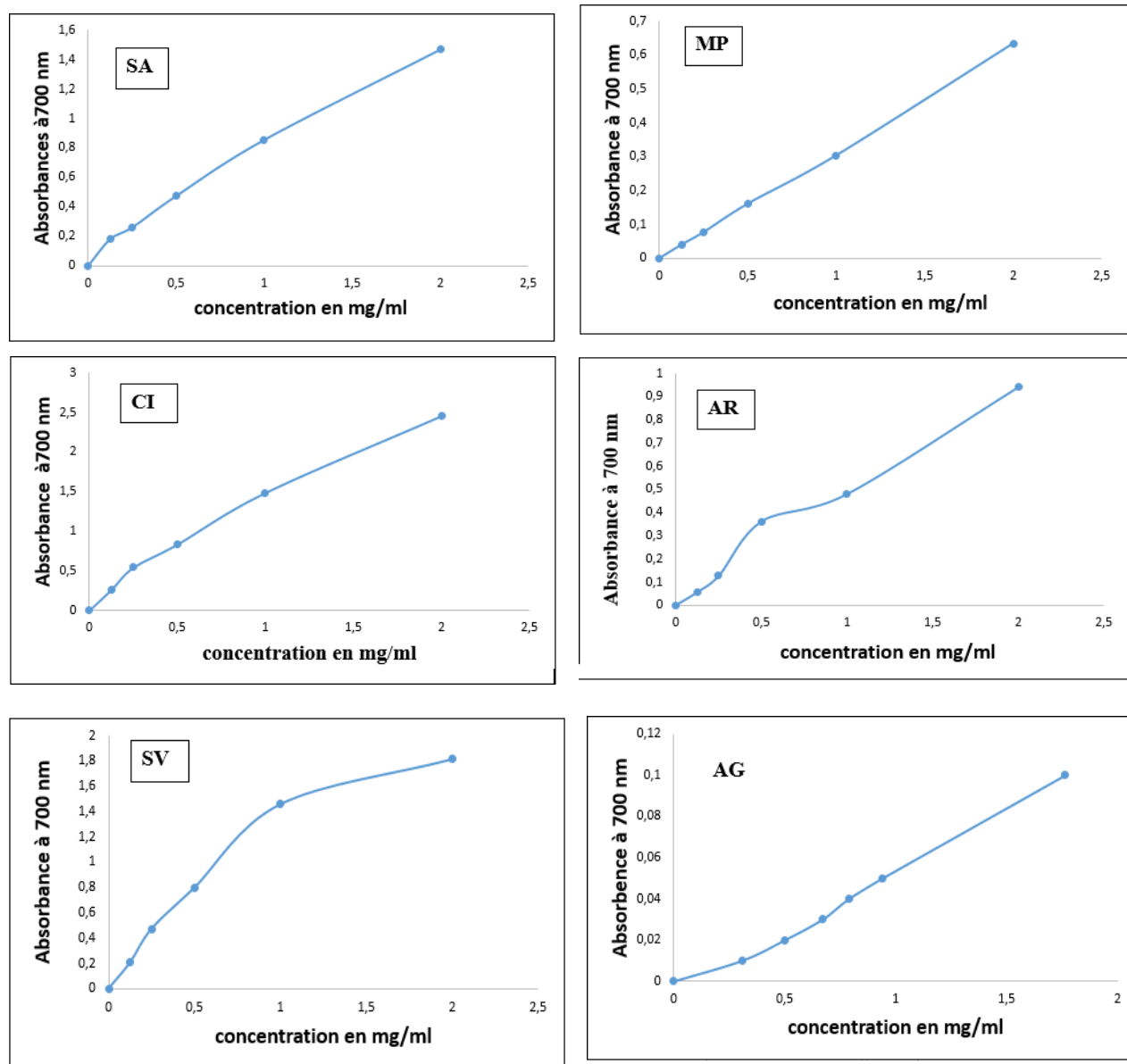
Le pouvoir réducteur est la capacité d'un extrait à réduire le Fer-ferrique en Fer-ferreux par le donneur d'un électron selon la réaction suivante.



La capacité réductrice d'un composé peut servir comme indicateur significatif de son potentiel antioxydant (**Huang *et al.*, 2005**).

Au cours de ce test nous avons remarqué que la couleur jaune de la solution de ferricyanure de potassium vire vers une couleur bleu vert dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur de chaque extrait. Le pouvoir réducteur des extraits méthanoliques de cinq plantes est déterminé par la mesure de l'absorbance à 700 nm, l'augmentation de l'absorbance indique une augmentation du pouvoir réducteur (**Hubert, 2006**).

Les résultats de l'activité réductrice des extraits méthanoliques des plantes étudiées et celui de standard sont représentés dans la (**figure 28**). Nous constatons que la capacité réductrice est proportionnelle à l'augmentation de la concentration.



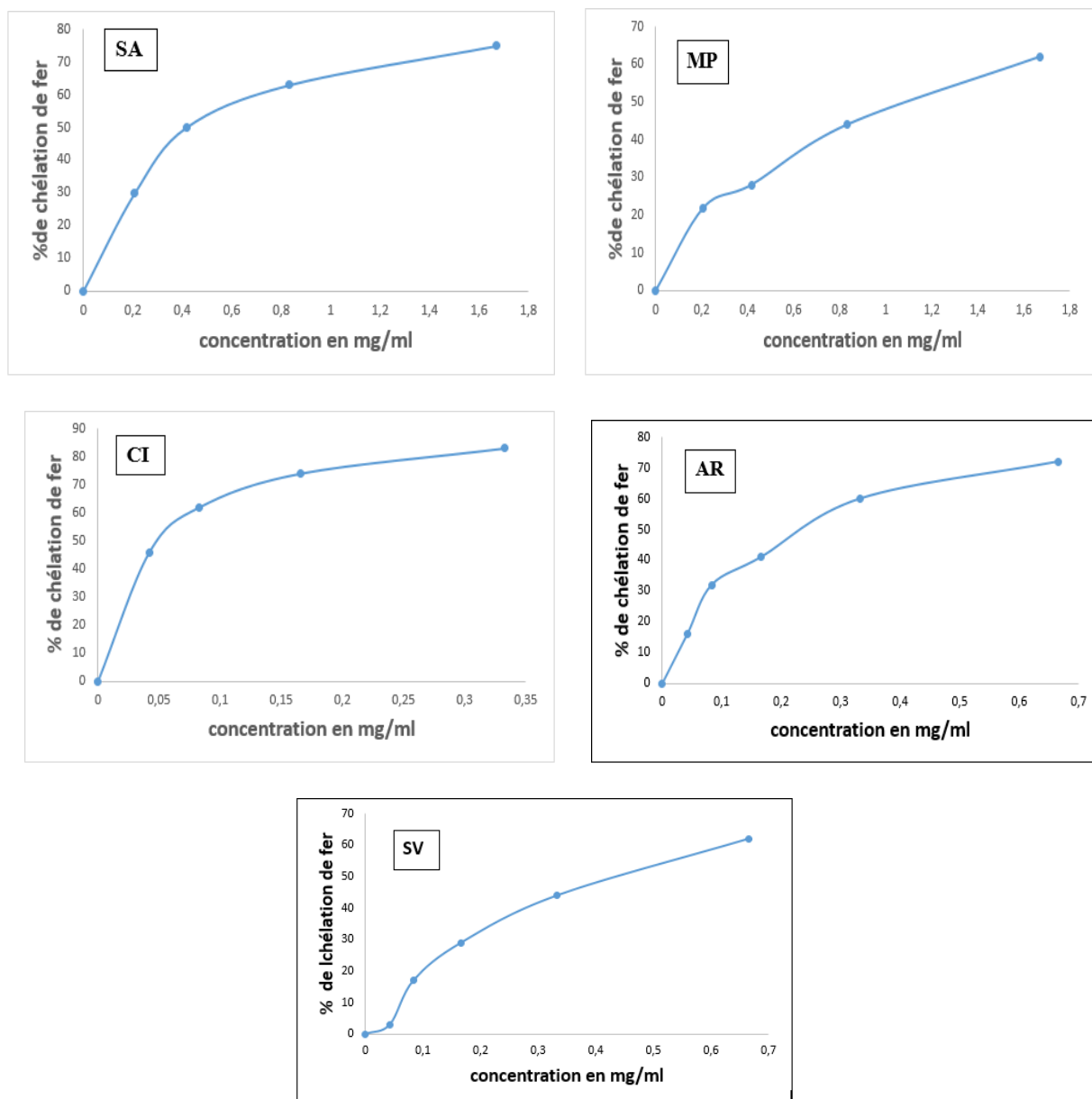
**Figure 28** ; Graphes représentent les absorbances à 700nm de l'extrait méthanolique des plantes étudiées .(SA : *Santolina africana* , MP : *Matricaria pubescens* CI : *Centaurea incana* , AR : *Anvillea radiata* , SV : *Salvia verbanica* et AG : acide gallique.

D'après les résultats obtenue nous avons constaté que le pouvoir réducteur de chaque extrait des plantes étudiées varie d'une espèce a une autre. L'absorbance augmente avec la concentration de l'extrait donc le pouvoir antioxydant augmente à la concentration de 2mg/ml.

**Ferid et ses collaborateurs (2012)**, qui ont montré que l'extrait méthanolique de la partie aérienne de *S. officinalis* récoltée de la région de Hammam Chatt de Tunisie présente une faible capacité réductrice par rapport à celle de l'acide ascorbique.

#### II.2.4. Test de chélation du Fer-Ferreux

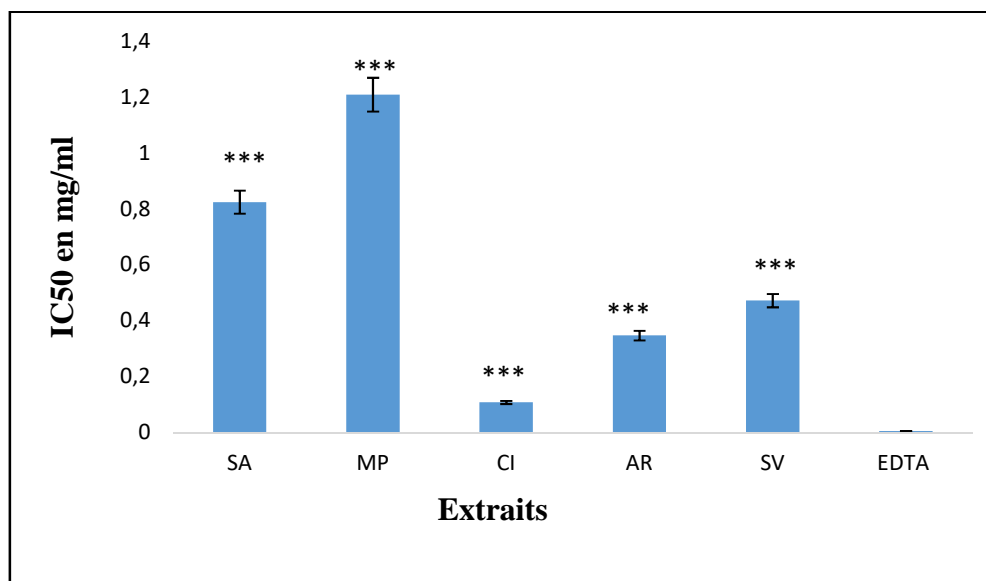
Dans cette étude, l'activité de chélation du Fer ferreux a été mesurée par l'inhibition de la formation de complexe  $\text{Fe}^{2+}$ -ferrozine après l'incubation des extraits avec le  $\text{Fe}^{2+}$  suivant la méthode de **Decker et Welch (1990)**. La Ferrozine peut quantitativement former des complexes avec le  $\text{Fe}^{2+}$ . Cependant, en présence d'agents chélatants, la formation du complexe est perturbée de telle sorte que la couleur du complexe est diminuée. La mesure de la réduction de la couleur, par conséquent, permet l'estimation de l'activité de chélation de l'agent chélatant coexistante (**Kaur et al., 2006**). Les résultats obtenus ont montré que tous les extraits de cinq plantes présentent une activité de chélation dose dépendante (**Figure 29**).



**Figure 29 :** Activité chélatrice des extraits méthanoliques de cinq plantes étudiées et de l'EDTA vis-à-vis la ferrozine exprimé en pourcentage de chélation. SA : *Santolina africana* , MP : *Matricaria pubescens* CI : *Centaurea incana* , AR : *Anvillea radiata* , SV : *Salvia verbanica*

Les résultats montrent que les extraits de cinq plantes exercent un effet chélateur concentration dépendant. Un effet chélateur maximal de 83% est atteint par l'extrait méthanolique de *C. incana* à la concentration de 0,333mg/ml, tandis que les activités chélatrice de *S. africana*, *A. radiata*, montrent des pourcentages de 75%, 72% avec des concentrations de 1,67 et 0,666 mg/ml respectivement et pour *S. verbanica* et *M. pubescens* montre des pourcentages presque similaires qui sont de 62% à des concentrations différentes qui sont de 0,666 et 1,67mg/ml respectivement.

La (Figure 30) montre les concentrations effectrices à 50% (IC<sub>50</sub>) et l'activité des extraits en termes d'équivalent d'EDTA



**Figure 30 :** Histogramme représentant les IC<sub>50</sub> pour les extraits de cinq plantes étudiées et l'EDTA.

La **figure 30**, montre que tous les extraits présentent une capacité de chélation des ions de Fe<sup>2+</sup> avec la ferrozine. *C.incana* exhibé une capacité chélatrice la plus puissante avec une valeur d'IC<sub>50</sub> de l'ordre 0.1 ± 0.002 mg /ml suivi par *A.radiata*, *S.verbenaca*, *S.africana*, *M.pubesence* qui présentent des IC<sub>50</sub> d'ordre 0.34±0.017, 0.47±0.02, 0.82±0.62 et 1.20±0.061 mg/ml respectivement. Cependant leur comparaison avec l'EDTA montre que les extraits de cinq plantes sont très hautement significative à \*\*\*P < 0.001.

Les travaux réalisés par (**Baddou , 2015**) a montré des valeurs de IC<sub>50</sub> de chélation de fer qui sont de 8.169±0.368, 46.639±18.354 et 18.637±1.078 mg/ml pour les différentes parties des extrait méthanolique *A. radiata* ;fleurs feuilles et tiges respectivement.



***Conclusion et  
perspective***

Le travail que nous avons entrepris a pour objectif principal d'évaluer les propriétés antioxydantes de cinq plantes de différentes zones de la région de l'Algérie, largement utilisées dans la médecine traditionnelle. Elles étaient choisies parmi les espèces les moins étudiées tout en prenant en considération leur caractère endémique. Donc, ce travail se veut une contribution à une meilleure connaissance de ces espèces végétales.

L'extraction des parties aériennes de nos plantes a montré de bons rendements. Les résultats obtenus montrent que l'extrait méthanolique de *S. verbenaca* a présenté le rendement le plus élevé (20%) suivi par *C. incana* (16%) et *M. pubesence* (15%) qui présentent presque des rendements similaires. Puis un rendement de (10%) pour *S. Africana* et un faible rendement, tandis que l'extrait méthanolique d'*A. radiata* a montré le rendement le plus faible (4%).

Dans la première partie, la quantification par des méthodes spectrophotométriques nous a permis de déterminer les teneurs en phénols totaux par le réactif du Folin-Ciocalteu, en Flavonoïdes par le trichlorure d'aluminium et les tannins condensées par la méthode de résultats obtenus nous ont révélé que toutes les plantes étudiées possèdent des quantités considérables en composées phénolique et les teneurs en les plus élevées ont été trouvée chez *C. incana* qui sont de l'ordre de 42.42mgEAG/ g d'extrait, 125.5mgQ/g d'extrait, 3.9mgEC/g d'extrait. tandis que les teneures les plus faibles en polyphénols totaux et en flavonoïdes ont été enregistrées avec *M. pubesence* qui sont de l'ordre de 38.87mg EAG/g d'extrait, 93.01 mgEQ/g d'extrait, 3.1mgEC/g d'extrait pour le dosage des polyphénols totaux ,flavonoïdes et en tannins respectivement.et pour les autres espèces : *S. verbenaca*,*S. africana* et *A .radiata* présentent des teneurs en polyphénols totaux en flavonoïdes et en tanins condensées presque similaires varie de ( 39.48 a39.57 mgEAG/ g d'extrait), entre (104.74a114.89 mgEQ/g d'extrait) et de( 3a3.93.9mg EC/g d'extrait ) respectivement.

Dans la deuxième partie, nous sommes intéressés par l'étude des propriétés antioxydantes des extraits méthanoliques de ces plantes par quatre techniques complémentaires DPPH, ABTS<sup>•+</sup>, réduction de chlorure ferrique et le teste de chélation de fer.

L'évaluation de potentiel anti radicalaire des extraits par le test au DPPH. et ABTS<sup>•+</sup> a montré que les composés phénoliques des cinq plantes étudiées étaient doués de l'activité Antioxydante .le test DPPH révèle que *S. verbenaca* la plante a présenté l'activité la plus élevée avec une valeur d'IC50 d'ordre de 0.007 ±0.00022 mg /ml et d'IC50 d'ordres de 0.05± 0.0015, 0.05±0.0051et 0.04±0.60 mg/ml pour *S. africana*, *A. radiata* et *C. incana* respectivement.

Cependant pour le test ABTS, L'extrait méthanolique de *C.incana* a donné une bonne activité d'IC50 qui est de l'ordre de  $0.029 \pm 0.001$  mg/ml, alors que *S. verbenaca*, *S.africana*, *A.radiata* présentent des valeurs d'IC50 presque similaires, qui sont de  $0.02 \pm 0.001$ ,  $0.043 \pm 0.001$  et  $0.0047 \pm 0.0003$  mg/ml respectivement, puis une valeur de  $0.071 \pm 0.001$  mg/ml a été obtenue avec *M.pubesence*.

En ce qui concerne le pouvoir réducteur, et l'effet chélateur des extraits des plantes étudiées à révéler une capacité réductrice du fer dont l'activité réductrice augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits. Et que tous les extraits présentent une capacité de chélation des ions de  $Fe^{2+}$  avec la ferrozine. *C.incana* a exhibé une capacité chélatrice la plus puissante avec une valeur d'IC50 de l'ordre  $0.1 \pm 0.002$  mg/ml suivi par *A.radiata*, *S.verbenaca*, *S.africana*, *M.pubesence* qui présentent des IC50 d'ordre  $0.34 \pm 0.017$ ,  $0.47 \pm 0.02$ ,  $0.82 \pm 0.62$  et  $1.20 \pm 0.061$  mg/ml respectivement.

- Les résultats obtenus nous amènent à avancer les conclusions suivantes :
- La flore d'Algérie, particulièrement sahariennes semble être une source riche en antioxydant naturelle.
- L'espèce *C.incana* possède une bonne activité antioxydante grâce à leurs richesses en composés phénoliques comparé à d'autres espèces étudiées.
- L'évaluation de l'activité antioxydante des plantes dépend de leurs teneurs en composés phénoliques.

L'ensemble de ces résultats a permis d'évaluer les activités antioxydantes des plantes choisies et de sélectionner les composés bioactifs afin de mieux connaître, de valoriser et d'utiliser ces ressources dans le domaine thérapeutique. Pour plus d'efficacité, de nombreuses perspectives peuvent être envisagées :

- Elargir le panel des activités antioxydantes *in vitro* et *in vivo* et pourquoi pas d'autres tests biologiques : antitumorale, anticancéreuse et anti-inflammatoire
- Caractériser et isoler les principes actifs responsables à ces propriétés pharmacologiques.





***Références  
bibliographiques***

- **Aclinou P., Boukerb A., Bouquant J., Massiot G (1982)** Le men-olivier, Plantes des Aures : Constituants des Racines de *Centaurea incana*, Plantes Med. et Phytothérapie,, 303-309.
- **Aktumsek A., Zengin G., Guler G.O., Cakmak Y. S., Duran A. (2013)** Antioxidant potentials and anticholinesterase activities of methanolic and aqueous extracts of three endemic *Centaurea* L. species, *Food and Chemical Toxicology*, 55, 290–296.
- **Alais C., Linden G. et Miclo L. (2008).** Biochimie alimentaire. Edition : Dunode.Paris.pp.125-126.
- **Amadou B.S. (2004).** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Combretum glutinosum* (COMBRETACEAE). Thèse de doctorat à l'université de Bamako.Source and bioavailability. *Amj.clin.nutr*, 97:727-747.
- **Bahorun,T. ,Gressier ,B. , Trotin F ., Brunet ,C ., Dine T ., Luyckx M., Vasseur J .,Bammou, M., Sellam, K., El Rhaffari, L., Bouhlali, E., Daoudi, A., Ibijbijen, J. et Nassiri, L. (2015).** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from haw torn fresh plant organs and pharmaceutical preparations.*ArzneimlForsch /Drug Research*, 46(11):1086-1089.
- **Barnoud, D., fontaine, E., Schnebel, c. Leverve, x. (2002).** Place des antioxydants dans la nutrition du patient septique. *Réanimation*, 11 :411-120
- **Beddou, F., Bekhechi, C., Chabane Sari, D. et Atik Bekkara, F. (2014).** Evaluation of natural antimicrobial phenolic compounds from *Anvillea radiata* Coss. & Dur. *IJPRBS* 3(1): 172-187.
- **Belkhiri, F. (2018).** Activité Antimicrobienne et Antioxydante de deux Plantes Médicinales: *Salvia verbenaca* et *Lepidium sativum* thèse de doctorat à l'université Ferhat Abbas Sétif 1. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
- **Benbrook P.D et Charles M (2005).** Accroitre la teneur en antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologique .Rapport sur l'état des connaissances scientifiques .organic center : 84

- **Bendimerad, N. et Boughandoura, N. (2013).** évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *salvia calamintha ssp nepeta* (L) Briq. Université Abou Bakar belkaid, BP 119, Tlemcen 13000, Algérie .6p
- **Ben Farhat M.B., Landoulsi A., Hamada R.C., Sotomayor J.A., Jordan M.J. (2013).** Phytochemical composition and in vitro antioxidant activity of by-products of *Salvia verbenaca* L. growing wild in different habitats. *Industrial Crops and Products*, 49: 373-379.
- **Beniston TN et WS. ; (1984).** Fleurs d'Algérie. Ed. Entreprise Nationale du livre.Alger; 88
- **Benkiki, N. (2006),** "Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforliatum*. Thèse doctorat .Université el hadj Lakhdar Batna.
- **Berger,(2006).** Manipulations nutritionnelles du stress oxydant: état des connaissances. *Nutrition clinique et métabolisme*, 20:48-53.
- **Berker, K.I.,Guclu,k.,Tor,I.,and Apak,R.(2007).** Comparative evaluation of Fe reducing Power-based antioxidant capacity assays in the presence of phenanthroline, bathophenanthroline, tripyridyltriazine (FRAP), and ferricyanide reagents.*Talanta*.In press
- **Boizot, N. et Charpentier J.-P. (2006).** ; Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier ; Le Cahier des Techniques de l'INRA, numéro spécial : 79-82.
- **Bonnier G ; (1990).** La grande flore en couleurs. Ed. Belin. Paris. 4 tomes, 1401p+ index; 913-914.
- **Boubekri, C. (2014).** Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques. Thèse de doctorat à l'université Mohamed khider de Biskra.
- **Bouchouka, E. (2016).** Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes. Thèse de doctorat à l'université Badji Mokhtar- Annaba.

- **Boumerfeg, S., Baghiani, A., Djarmouni, M., Ameni, D., Adjadj, M., Belkhiri, F., Charef' N., Khennouf S. and Arrar L. (2012)** Inhibitory activity on xanthine oxidase and antioxidant properties of *Teucrium polium* L. extracts. *Chinese Medicine*, 3; 30-41.
- **Bourgou, S., Ksouri, R., Bellila, A., Skandrani, I., Falleh, H., Marzouk B. (2008).** Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and Roots. *Comptes rendues Biologies*. 331: 48-55.
- **Brand-Williams, W., Cuvelier, M., Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft-und-Technologie*, 28: 25-30
- **Bravo, L. (1998).** Polyphenols: chemistry, dietary source, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews* 317-333.
- **Cazin J.C., Bailleul F. and Trotin F. (2000).** Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*. 72: 35-42.
- **Chahma, A. (2006).** catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien", Dar elhoda ain m'ila
- **Chang, C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002).** Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182.
- **Decker EA, Welch B. (1990);** Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. of Agri. and Food Chem.* 38: 674-677. 9. Oyaizu M. Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of product of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutr.* 1986; 44: 307-315.
- **Djeridane, A., Yousfi, M. Brunel, JM. et Stocker, P. (2010).** Isolation and characterization of a new steroid derivative as a powerful antioxidant from *Cleome arabica* in screening the *in vitro* antioxidant capacity of 18 Algerian medicinal plants. *Food and Chemical Toxicology* 48: 2599–2606.

- **Djihane, A. (2017).** Investigation phytochimique et recherche d'activité biologique de deux espèces du genre *Centaurea* (Asteraceae) thèse de doctorat à l'université Frères Mentouri Constantine
- **Dohou, N., Yamni, K., Gmiri, N. and Idrissi Hassani, L. M. (2004).** Etude de polyphénols des feuilles d'une endémiques Ibéro Marocaine, *Thymelaea Lythroides Acta BotanicaMalacitana*. 29: 233-239.
- **Dupont, F., Guignard, J. L. (2007)** Botanique systématique moléculaire. 14ème édition, Masson.
- **Ekoumou, C. (2003).** Etudes photochimiques et pharmacologiques de 5 recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et de la cystite. Thèse pharmacie, Bamako, 145 p.
- **El Abed, K., Trabelsi, K., Gharbia, A., Masmoudia, L., Hakim, A., Zbidi, A., and Tabkaa, Z. (2009).** Cinétique des antioxydants enzymatiques au cours de la récupération
- **El Hassany, B El Hanbali, F, Akssira, M, Mellouki, f. (2004).** Haidour Germacranolides form *Anvillea radiata* .Fitoterapia, vol.75,n6 page573-576.
- **El oualilalami A, El-Akhal F., Ouedrhiri W., Ouazzani Chahid. F, Guemmouh R, Greche H (2013).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : *Thymus vulagris* et *Thymus satureioidis* les technologies de laboratoire, Volume 8, N°31
- **Favier, A. (2003).** ).Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique, 108-115.
- **Ferrari, B., Tomi, F., Casanova, J. Terpenes (2000).** Acetylenes derivatives from the roots of *Santolina Corsica* (Asreraceae). *Biochem. Syst & Ecol.*, , 33, 445- 449.50.
- **Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J-O. Charlier, C et Chapelle, J-P. (2007).** Le stress oxydant. *Rev Med Liège*.62:10:628-638.

- **Halliwell, B. (1996).** ).Mechanisms involved in the generation of free radicals pathologie biologie, 44:6-13.
- **Hayouni, E., Abedrabba, M., Bouix M., and Hamdi M (2007).** The Effect of Solvents and Extraction Method on the Phenolic Compounds Contents and Biological Activities in Vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. Fruit Extract. *Journal of Food Chemistry*, 105, 1126-1134.
- **Holeman M., Berrada M., Bellakhdar J., IidrissiA., Pinel R. ; (1985).** Comparative chemical study on essential oils from *Salvia officinalis*, *S. aucheri*, *S.verbenaca*, *S'. phiomoides* and *S.argente*. *Chim. Org. Struct.* , 55(3); 143-8
- **Huang, X., Li, B., Shen, L. (2014).** Studies on the anti-inflammatory effect and its mechanisms of sophoridine. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 10: 1155 - 1161.
- **Hubert, A.J. (2006).** Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja. *Etude des voies de sa valorisation en nutrition et Santé humaine* .Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse, école doctorale des Sciences Ecologique, vétérinaires, Agronomique et Bioingénieries, spécialité : qualité et sécurité des aliments, p : 174.
- **Iserin, P. (2001).** Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2<sup>nd</sup> edition, Dorling Kindersiey Limited, Londres.
- **Kabissi, I. (1998 )** Dictionnaire des herbes et plantes médicinales. 3<sup>ème</sup> édition, , p.279
- **Katalinic V.M., Milos M., Kulisic T. et jukic M. (2006).** Screening of 70 medicinal plants extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94: 550-557.
- **Kaur G., Alam M. S. Jabbar Z., Javed K. and Athar M. (2006)** Evaluation of antioxidant activity of *Cassia siamea* flowers. *Journal of Ethnopharmacology*, 108: 340–348.

- **Khacheba I., Djeridane A. et Yousfi M. (2014).** Twenty traditional Algerian plants used in diabetes therapy as strong inhibitors of alpha amylase activity. *International Journal of carbohydrate chemistry*, 2014.
- **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.
- **Krishna D., Chaluvadi M., Raj N. and Spiral R. (2001)** Bioflavonoids classification, Pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian Journal of Pharmacology*, ; 33: 2-16.
- **Ksouri, R., Falleh, H., Megdiche, W., Trabelsi, N., Mhamdi, B., Chaieb, K., Bakrouf, A. Magné, C. et Abdelly, C. (2009).** Antioxidant and antimicrobial activities of the edible Medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology* 47: 2083-2091.
- **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.
- **Lakhdar, L. (2015).** Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* : Etude in vitro (Doctoral dissertation)
- **Lee J., Koo N.et Min D.B (2004).** .reactive oxygen species, ageing and antioxydative nutraceuticals.comprehensive reviews in food science and food safety: 21-32.
- **Mabberley, D.J, *The plant book*, Combridge University Press, (1987), 110.**Magné, C. et Abdelly, C. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of the edible Medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology* 47: 2083-2091
- **Maiza,k.,Brac de la perrière, R.A (1993),Hammiche,V .** pharmacopée traditioelle saharienne :sahara septentrional In : Schroder , E Balansard .Médicaments et aliments : L'approche ethnopharmacologique .Actes du 2éme colloque Européen d' Ethnopharmacologie ett de la 11<sup>émé</sup> conférence internationale d'Ethnomédecine .,p.169-171.

- **Makhloufi, A. (2010).** 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
- **Matyushchenko N, Stepanova T. (2003)** Quantitative determination of the total content of flavonoids in the new phytopreparation Elima. *Pharm Chem J.* 2003; 37:261-263.
- **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.
- **Mighri, H., Halaoui, Akrou, A., Najjaa, H., and Neffati, M. (2010).** Antimicrobial and Antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *Clinical Review of Chimie* 13:380-386
- **Molyneux, P. (2004).** The use of the stable free radical diphenyl picryldrazyl (DPPH.) for estimating antioxidant activity Songklanakarin. *Journal of Sciences and Technologies.* 26 (2):211-219.
- **Norshazila S., Syed Zahir I., Mustapha Suleiman K., Aisyah M. R., & Kamarul. (2010).** Antioxidant levels and activities of selected seeds of Malaysian tropical fruits. *Malaysian journal of nutrition*, 16(1), 149–59
- **Ould El Hadj Didi, M. Hadj-Mahammed, H. Zabeirou. (2003).** " Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'ouargla ", *Courrier du Savoir*, page 03
- **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 prepared from glucose amine, *Japanese Journal of Nutrition* ,44 :307-315.
- **Ozenda, P. (2004).** *Flore et végétation du Sahara*. Paris: CNRS édition (3). 92, 438,662.
- **Pelli, k., et Lyly, M. (2003).** Les antioxydants dans l'alimentation. *Institut national de la recherche agronomique*, 147 :5-17.
- **Perz M.B.,Calderon N.L. et Croci C.A.(2007).** Radiation induced enhancement of antioxydant activity in extract of rosemary(*Rosmarinus officinalis L.*).*Food chemistry* 104:585-592.
- **Pincemail J., Bonjean K., Cayeux k., Defraigne JO.(2002)** : mécanisme physiologique de la défense antioxydante. *Nutrition clinique et métabolique*.16 :233-239
- **Pincemail, J., Heusele, C., Bonté, F., Lim, R et Defraigne, J.O. (2001).** Stress oxydant, antioxydants nutritionnels et vieillissement .4:158-164.
- **Pitarokili D., Tzakou O., Loukis A.; (2006).** Essential oil composition of *Saivia verticillata*, *S. verbenaca*, *S.glutinosa* and *S. candidissima* growing wild in Greece *Flavour and Fragr. J* ; 21; 670-673
- **Quezel, P., Santa, S., nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales** tome II.
- **Rabiaa A, Imane I ,Naima F, Aicha E ,Chems A . (2011).** Huile essentielle des parties aériennes de *Santolina africana* .*bull.soc.pharm.bordeaux* ,150 (1-4), 47-60.
- **Rahim K. (2010).** Antioxidant levels and activities of selected seeds of malaysian tropical fruits. *Malaysian journal of nutrition*, 16(1), 149–59

- **Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999).** Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *free radical biology & medicine*. 26 (9/1): 01231–1237
- **Ribéreau-Gayon P. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod, Paris, pp 254.
- **S. Akkal, Benayache, F., Bentamene, A., Medjroubi, E. (1992).** Seguin and F. Telliouin, Flavonoid aglycones from *Centaurea napifolia*, Chemistry of natural compounds, , 39(2), 219-220.
- **Salhi, S., Fadli, M., Zidane, L., Douira, A. (2010).** Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa 3*: 133-146.
- **Small, E., Catling, P.M. (2000).** Les cultures médicinales canadiennes. Presses scientifiques du CNRC, Ottawa (Ontario), Canada. 281
- **Tachakittirungrod, S., Ikegami, F. et Okonogi, S. (2007).** Antioxidant Active Principles Isolated from *Psidium guajava* Grown in Thailand. *Scientia Pharmaceutica (Sci. Pharm.)* 75:179-193.
- **Tepe B. (2008).** Antioxidant potentials and rosmarinic acid levels of the methanolic extracts of *Salvia virgata* (Jacq), *Salvia staminea* (Montbret & Aucher ex Benth) and *Salvia verbenaca* (L.) from Turkey. *Bioresource Technology*, 99(6): 1584-1588.
- **Ushakov, V. A., Murav'eva, D. A., Bakina, L. A. (1975)** Monoterpene compounds of the essential oils of plants of the genus *Santolina*. *Chem. Nat. Comp.*, 12, 597-598.
- **Valko, M., Rhodes, C.J., Izakovic, M. et Mazur, M. (2006)** .Free radical, metals and Antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*. 160:1.40
- **Vermerris W. and Nicholson R. (2006):** Phenolic compound Biochemistry. *Ed, Springer*. 230 p.

- **Wojdyło, A., Oszmian, J. and Czemerys, R. (2007).** Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry* 105(3): 940-949.
- [1] <https://plants.ces.ncsu.edu/media/images/Santolinac-hamaecyparissus--Herbolario-Allium--CC-BY.jpg> )
- [2] ( <http://www.Photoflora.fr> )

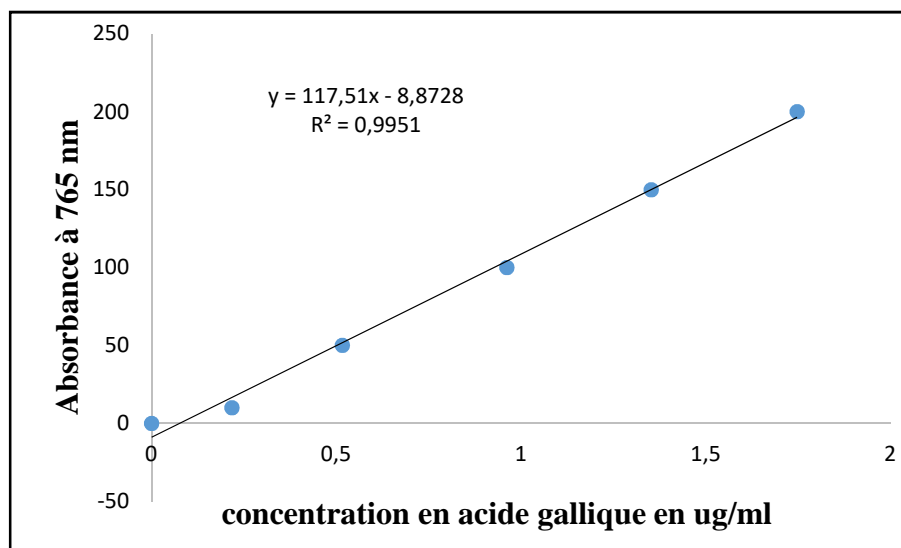
### Annexe 1 : Les réactifs chimiques utilisés

- Le méthanol ( $\text{CH}_4\text{O}$ )
- Le réactif de Folin-Ciocalteu à (10%)
- L'acide gallique
- $\text{AlCl}_3$  à (2%)
- Le DPPH
- L'ABTS
- Le tampon phosphate à (0,2M, pH =6,6)
- Le ferricyanure de potassium ( $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  à (1%)
- Acide chlorure (Hcl)
- Sodium phosphatedibasic ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ )
- Le carbonate de sodium à (7,5%)
- La quercétine
- L'eau distillée
- Le Trolox
- Le persulfate de potassium ( $\text{K}_2\text{O}_8\text{S}_2$ )
- Le  $\text{FeCl}_3$  à (0,1%)
- Le TCA à (10%)
- chlorure de potassium (Kcl )

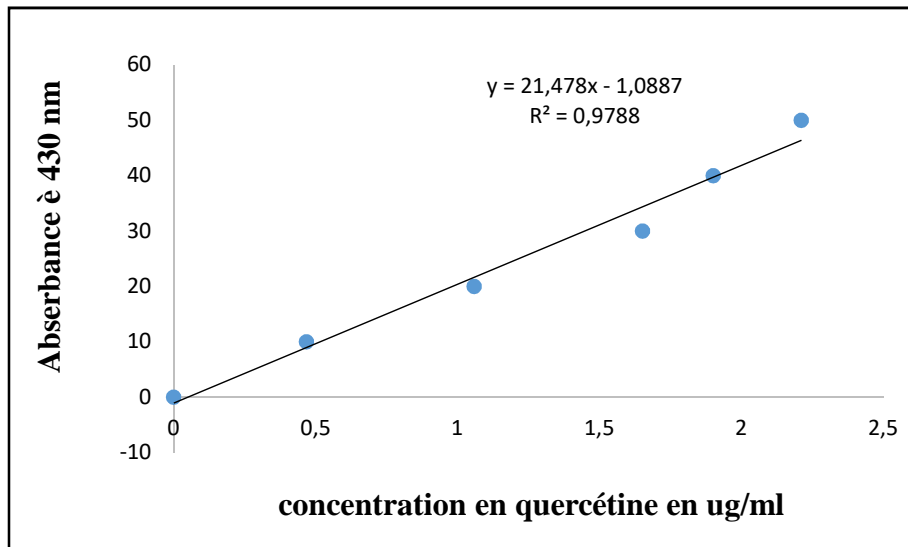
### Annexe 2 : L'appareillage employé dans l'étude

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

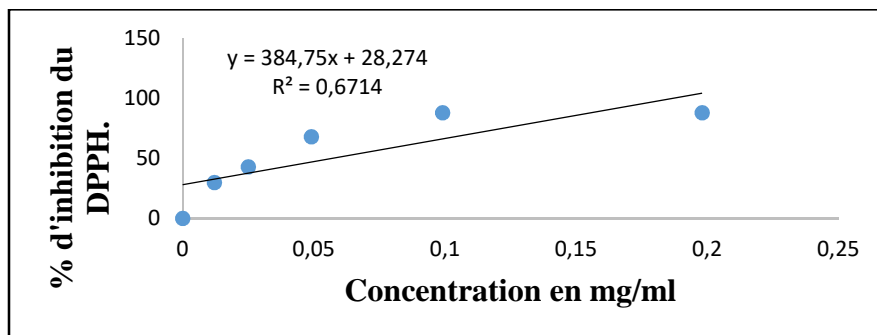
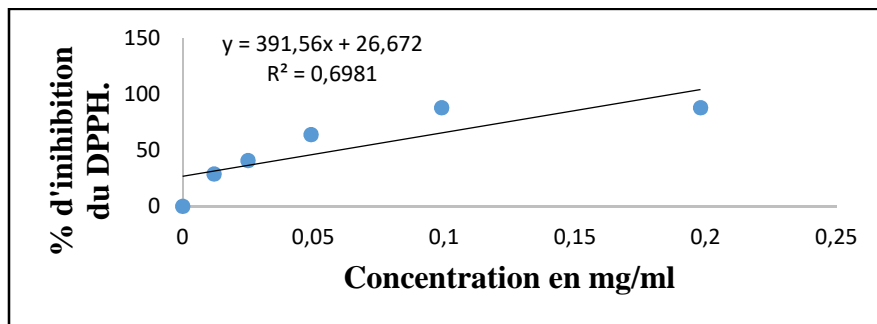
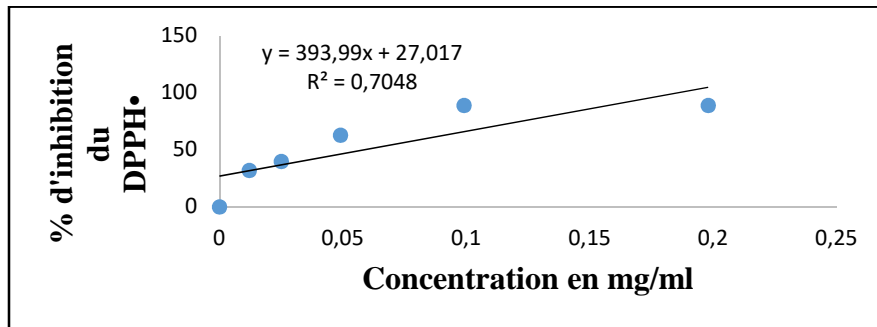
### Annexe 3 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.



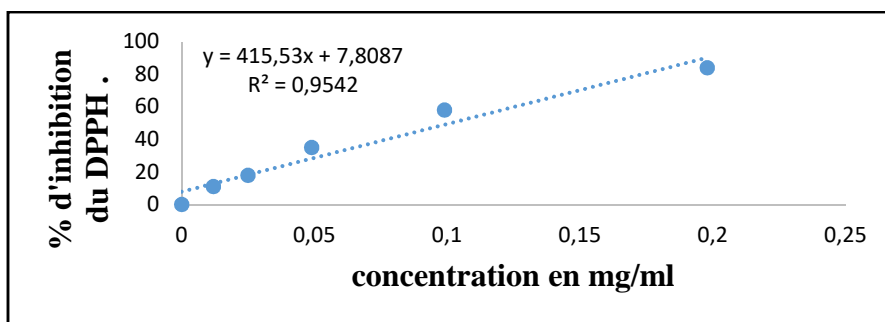
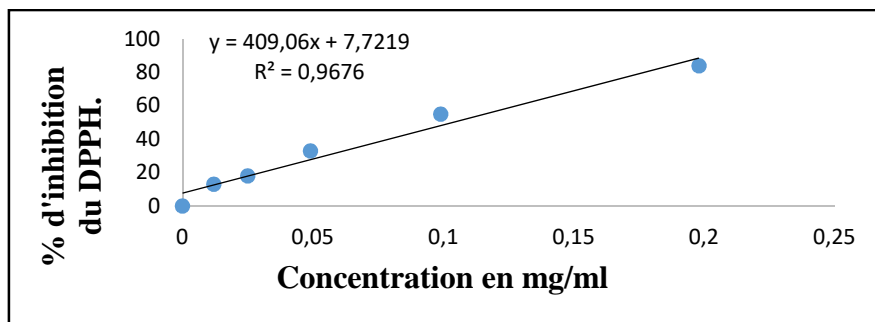
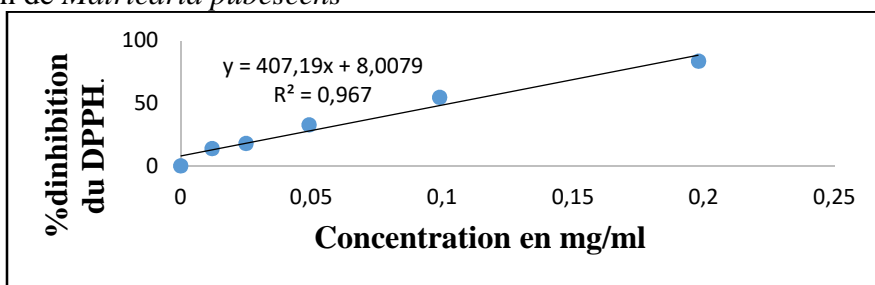
**Annexe 4 : Courbe d'étalonnage de quercétine Pour le dosage des flavonoïde**



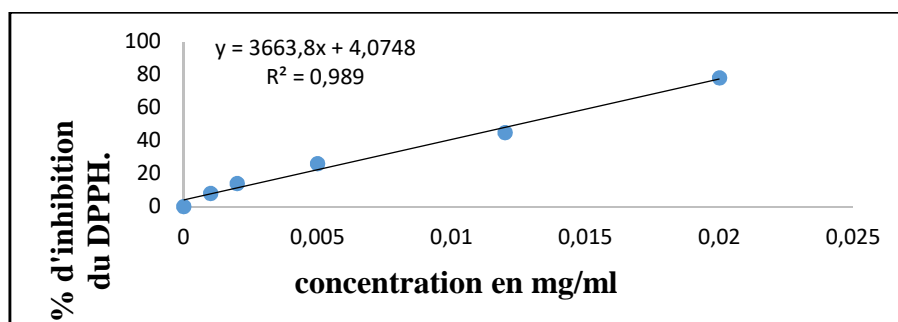
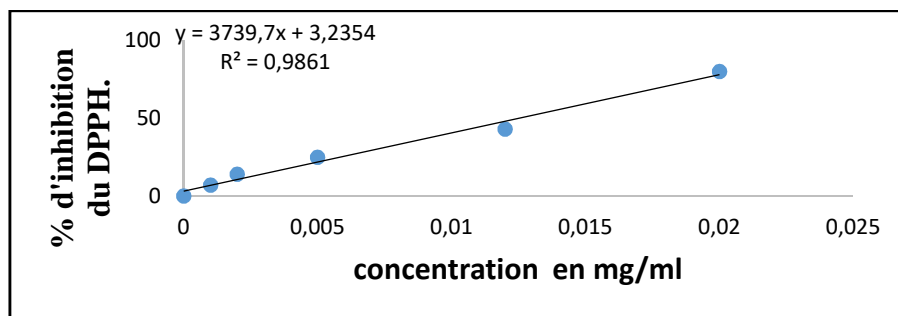
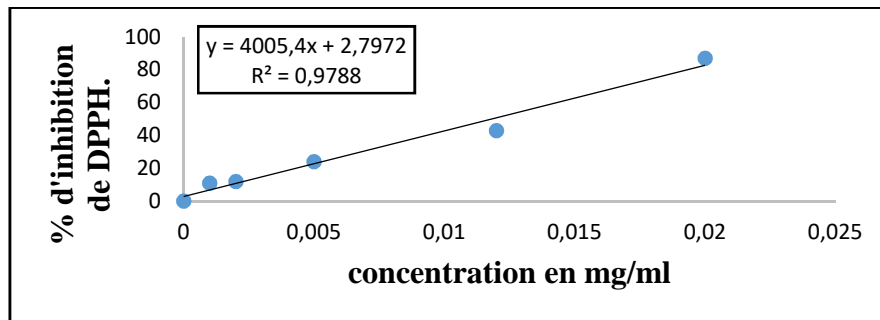
**Annexe 5** :Variation de l'inhibition du DPPH• pour les trois essais en fonction de la concentration de *Santolina africana*



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

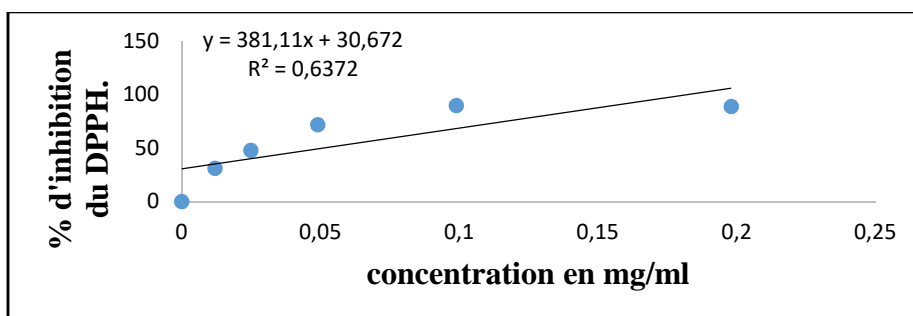
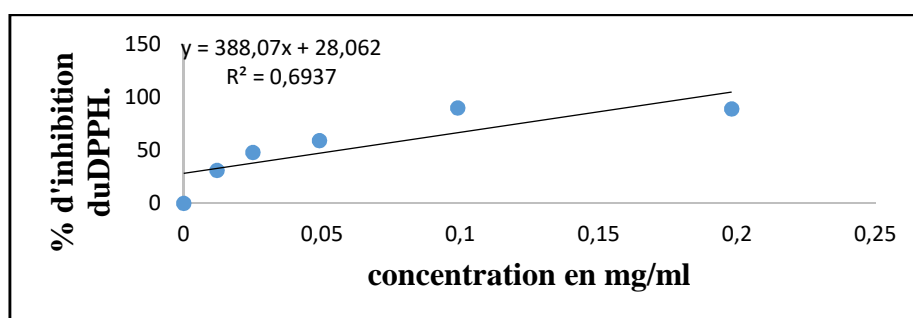
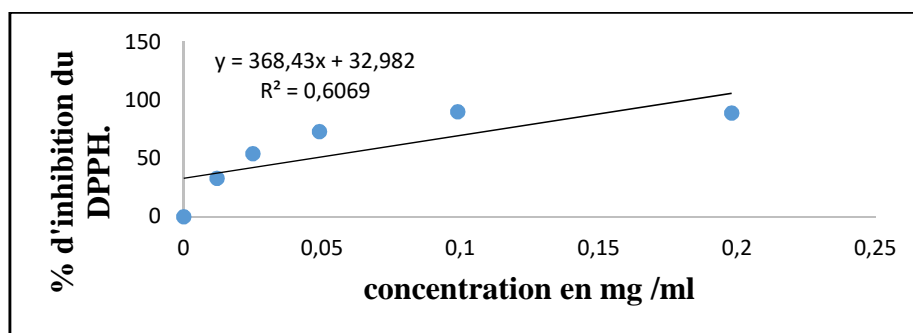


**Annexe 7:** Variation de l'inhibition du DPPH• pour les trois essais en fonction de la concentration de *Centaurea incana*

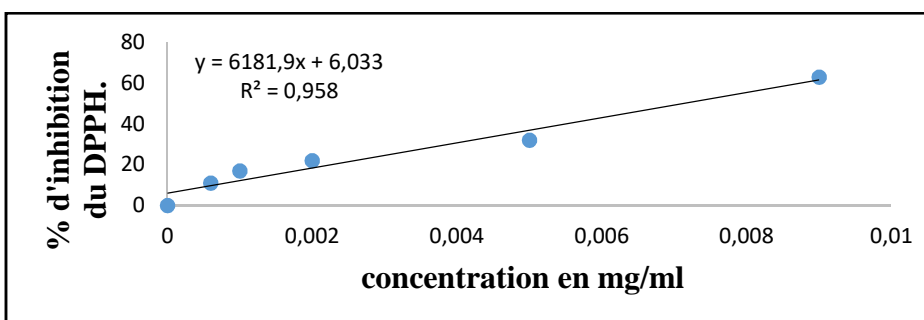
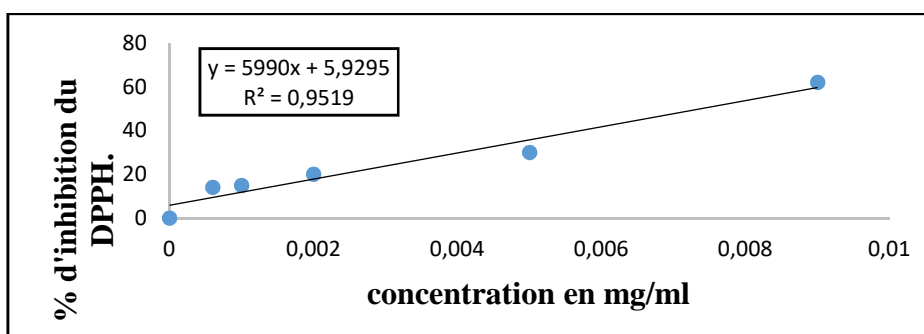
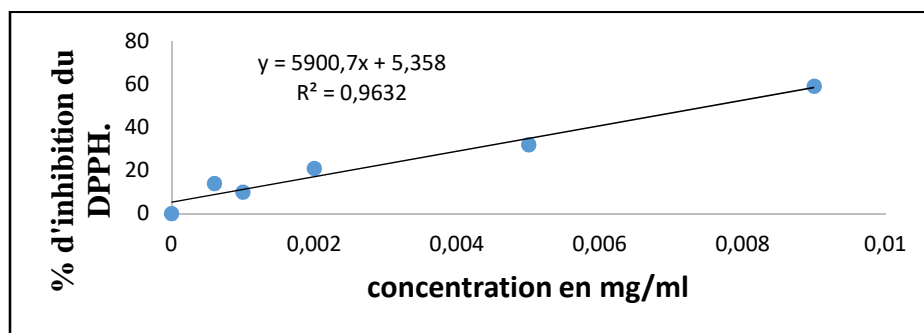




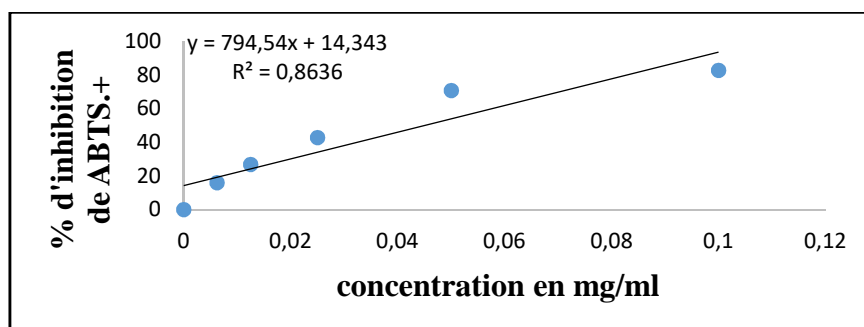
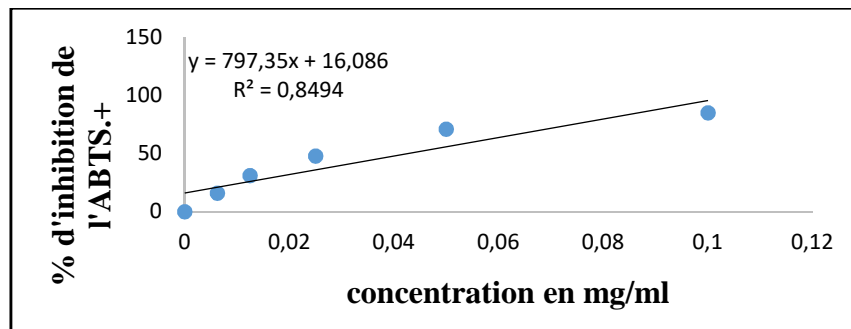
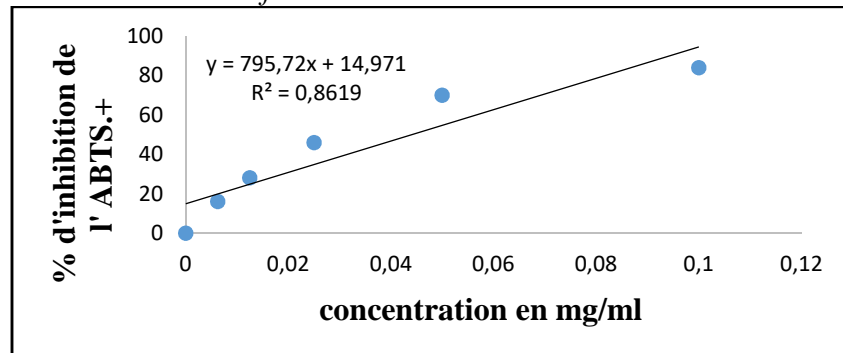
**Annexe 8:** Variation de l'inhibition du DPPH• pour les trois essais en fonction de la concentration de *Anvilea radiata*



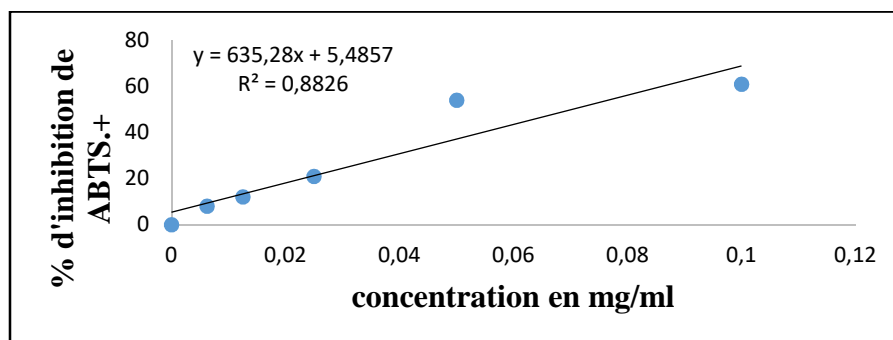
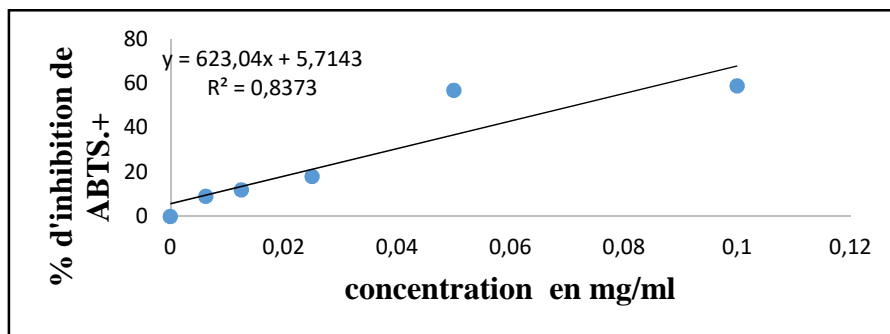
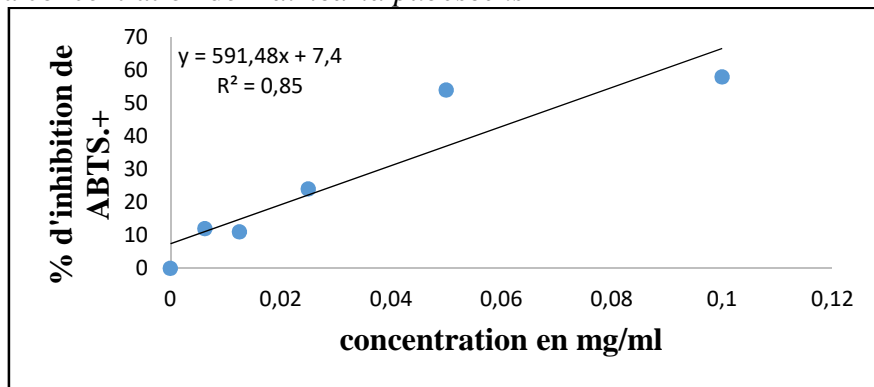
**Annexe 9:** Variation de l'inhibition du DPPH• pour les trois essais en fonction de la concentration de *Salvia verbeneca*



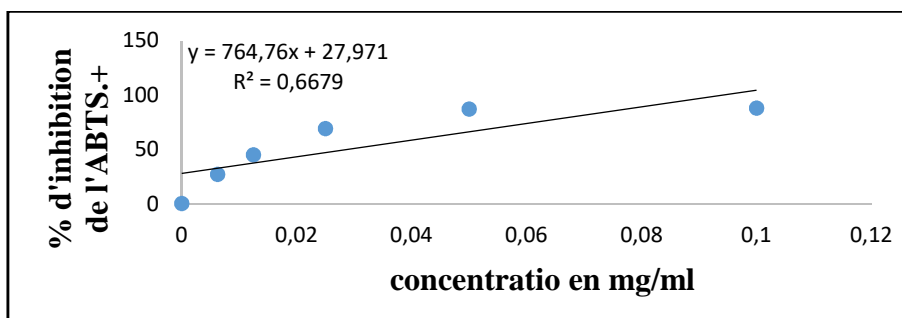
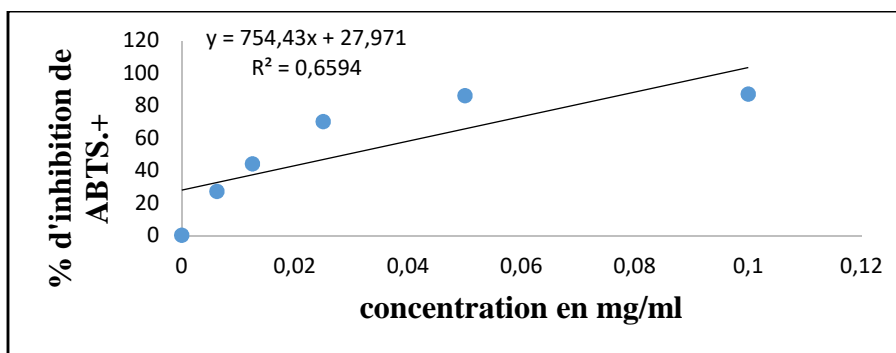
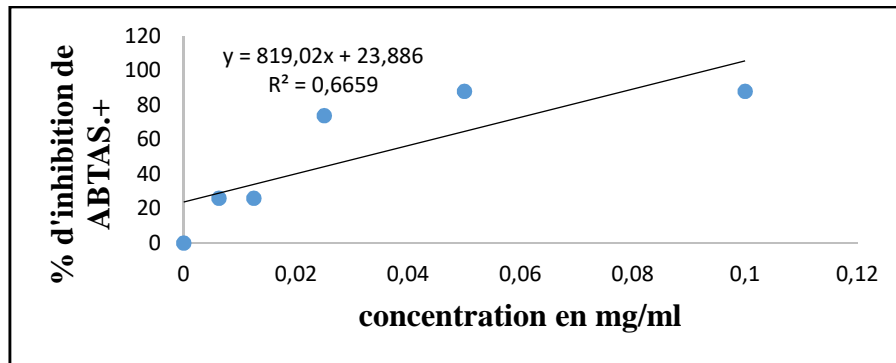
**Annexe 10:** Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS.+ pour les trois essais en fonction de la concentration de *Santolina africana*



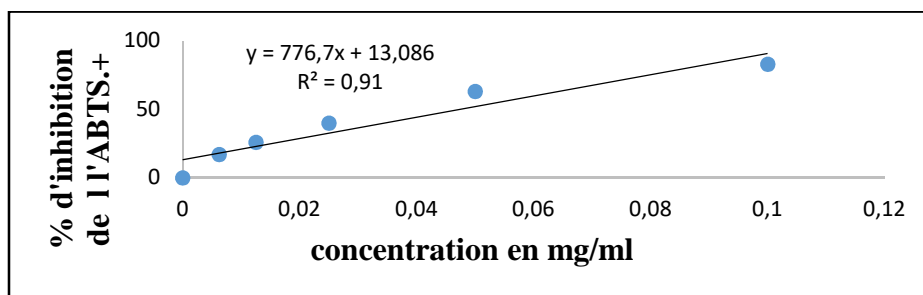
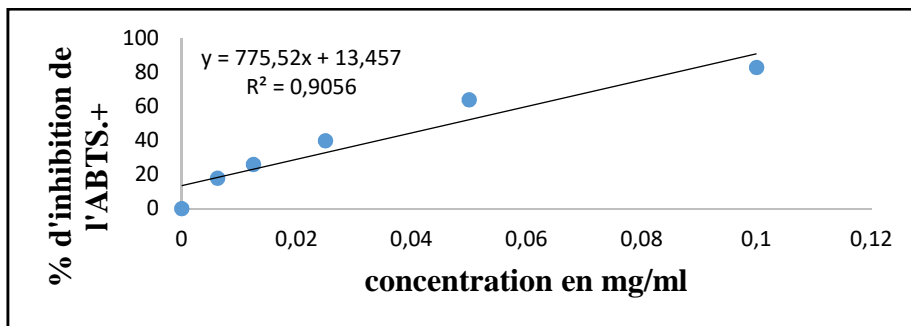
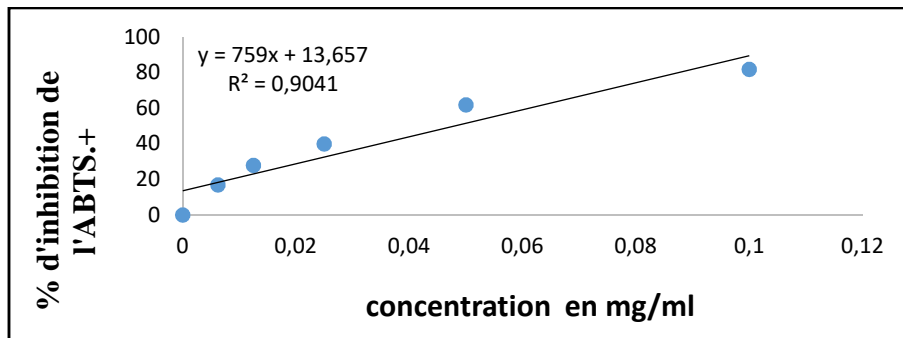
**Annexe 11:** Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS.+ pour les trois essais en fonction de la concentration de *Matricaria pubescens*



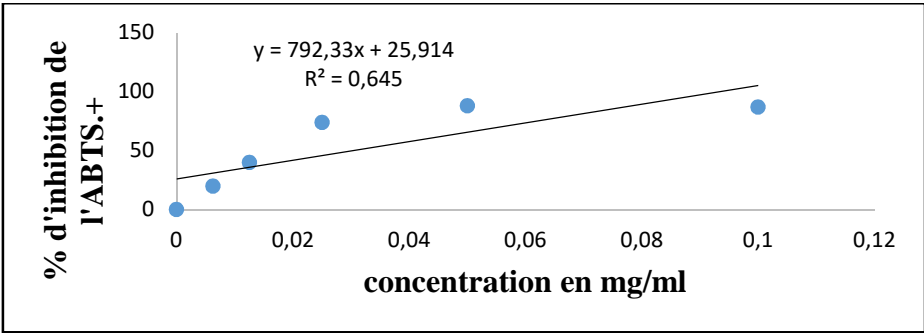
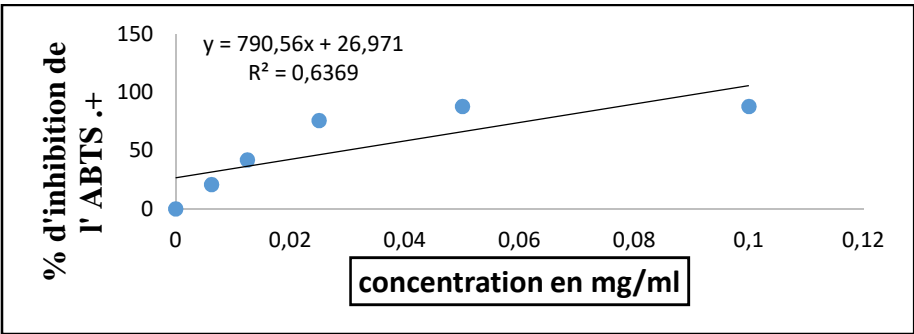
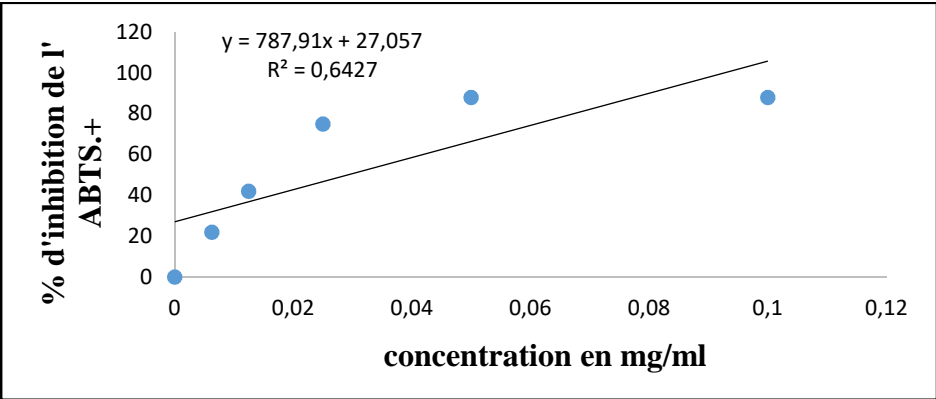
**Annexe 12:** Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS•+ pour les trois essais en fonction de la concentration de *Centaurea incana*



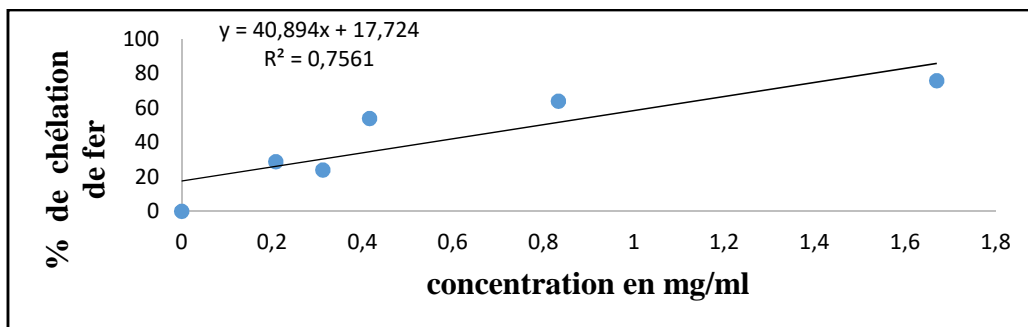
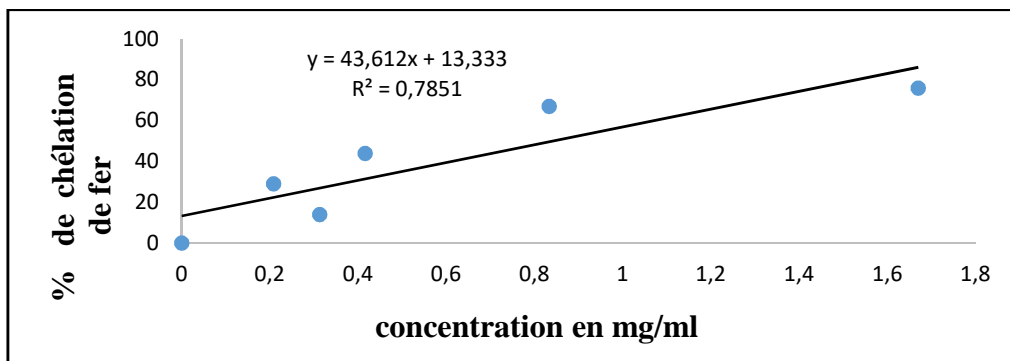
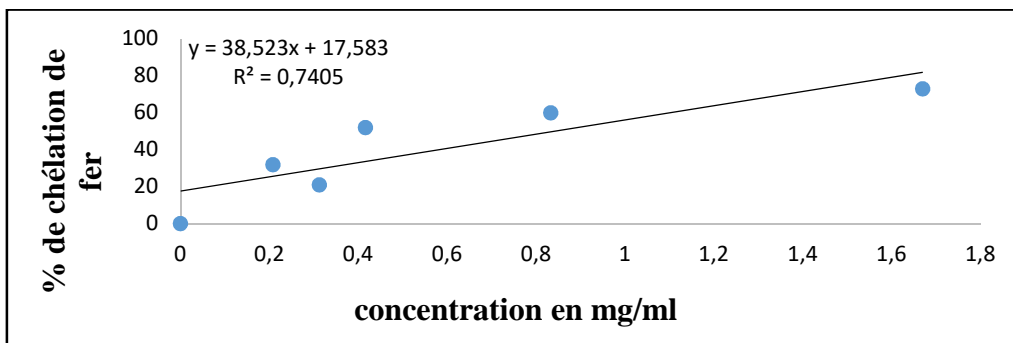
**Annexe 13:** Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS<sup>•+</sup> pour les trois essais en fonction de la concentration de *Anvilea radiata*



**Annexe 14:** Variation de l'activité scavenging contre l'ABTS.+ pour les trois essais en fonction de la concentration de *Salvia verbeneca*

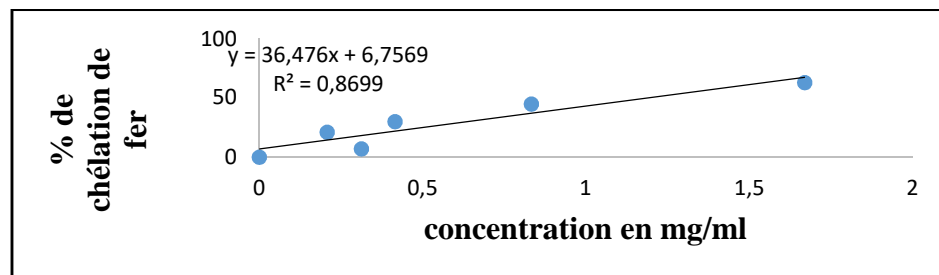
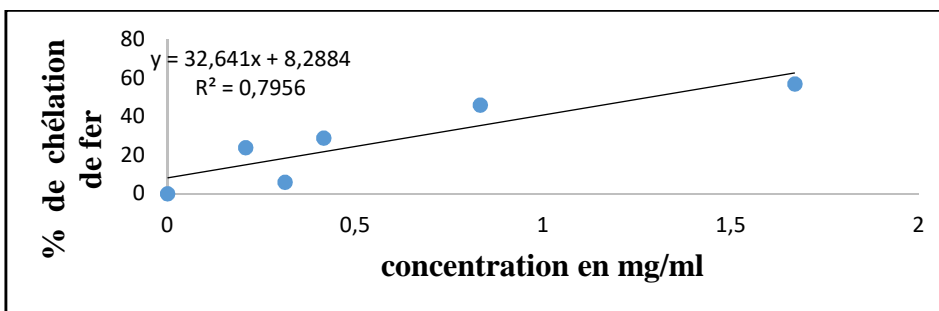
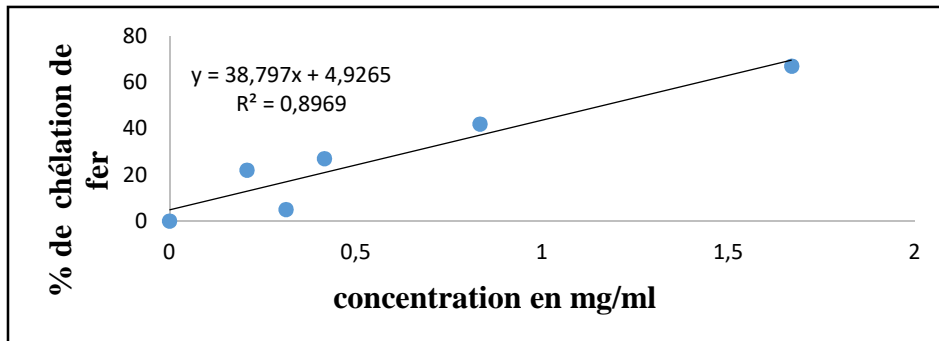


**Annexe 15:** Variation de chélation des ions ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) pour les trois essais en fonction de la concentration de *Santolina africana*

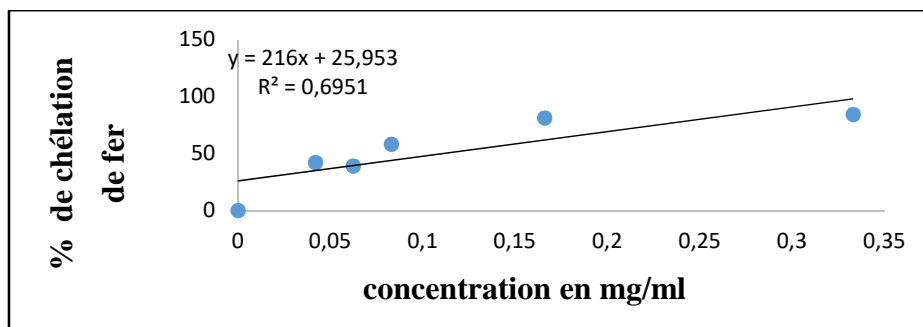
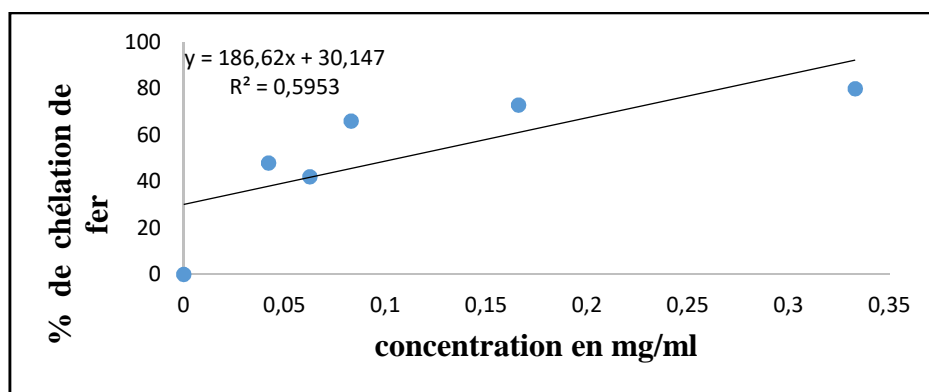
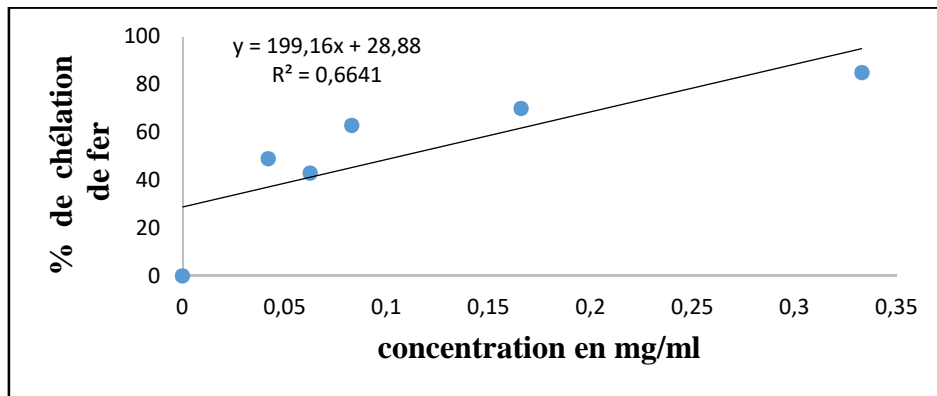




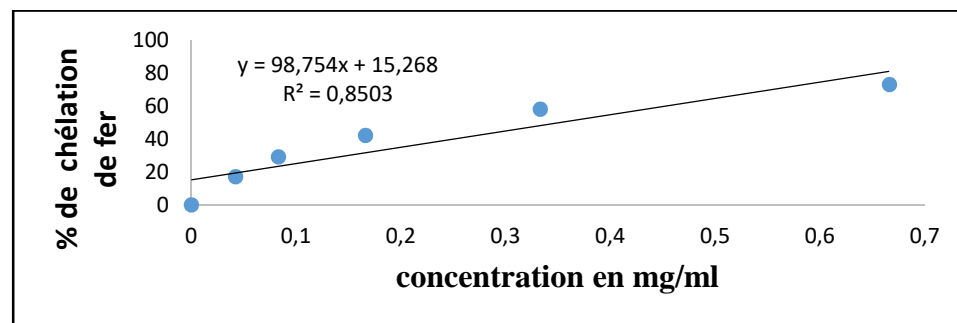
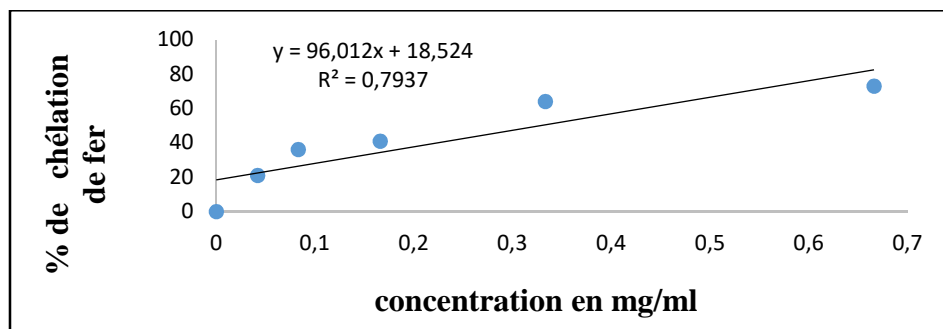
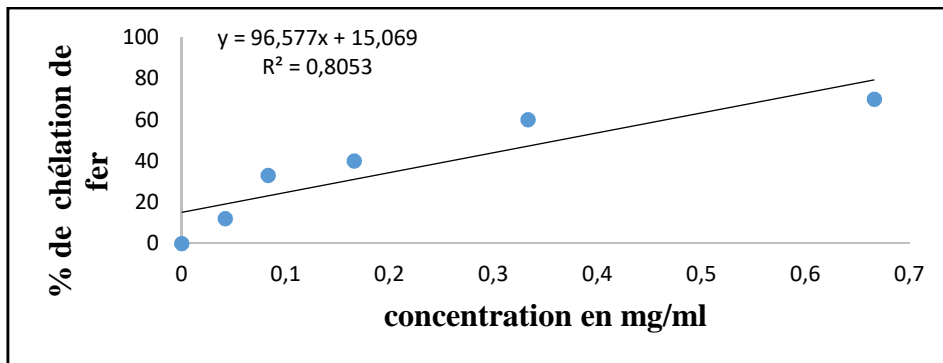
**Annexe16** :Variation de chélation des ions ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) pour les trois essais en fonction de la concentration de *Matricaria pubescens*.



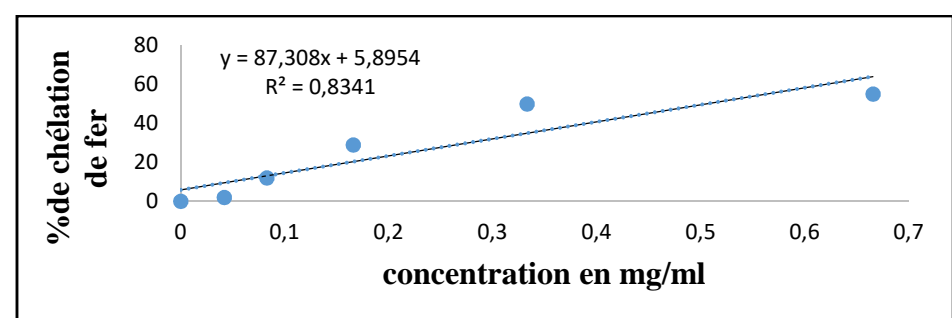
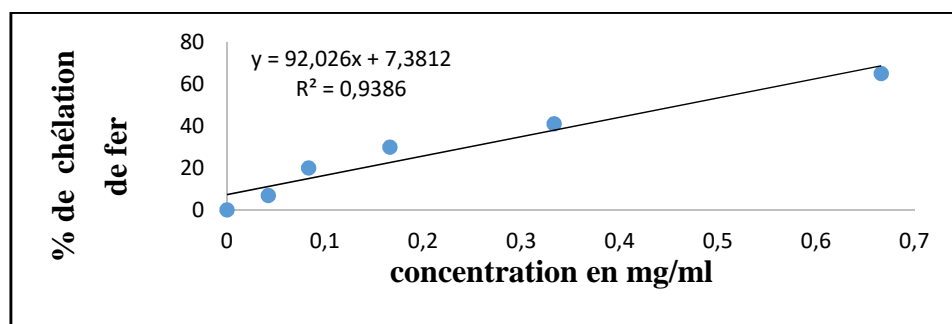
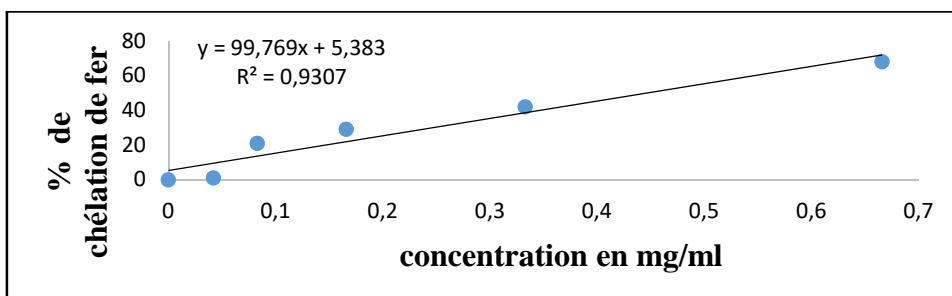
**Annexe 17:** Variation de chélation des ions ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) pour les trois essais en fonction de la concentration de *Centaurea incana*



**Annexe 18 :** Variation de chélation des ions ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) pour les trois essais en fonction de la concentration de *Anville radiata*



**Annexe 19:** Variation de chélation des ions ferreux ( $Fe^{2+}$ ) pour les trois essais en fonction de la concentration de *Salvia verbeneca*



## Résumé :

Nous sommes intéressés dans ce travail à l'étude des composés phénoliques et l'évaluation des propriétés antioxydantes des extraits de cinq (05) plantes médicinales de différentes zones de la région de l'Algérie : *A.radiata*, *C.incana*, *M.pubescence*, *S.verbenaca* et *S.africana*. La première partie de cette étude concerne l'extraction et la quantification des phénols totaux, des flavonoïdes et des tannins par le réactif du Folin-Ciocalcu, par le trichlorure d'aluminium et par le test de *n*-Butanol respectivement. La deuxième partie est l'étude de l'activité antioxydante des extraits de plantes en utilisant ainsi quatre techniques : piégeage du radical DPPH<sup>·</sup>, ABTS<sup>·+</sup>, réduction de chlorure ferrique et chélation de fer -Ferro (ferrozine). Les résultats obtenus montrent la richesse de *C.incana* en composés phénoliques dont la teneur sont de l'ordre de 42.42mgEAG/ g d'extrait, 125.5mgQ/g d'extrait, 3.9mgEC/g d'extrait. Tandis que pour les autres espèces présente des teneurs en polyphénols totaux et flavonoïdes et en tanins condensés presque similaires varie de (38.87a 39.57 mgEAG/ g d'extrait), entre (93.01 a 14.89 mgEQ/g d'extrait) et de (3a3.93.9mg EC/g d'extrait) respectivement. En ce qui concerne le pouvoir réducteur et l'effet chélateur des extraits des plantes étudiées à révéler une capacité réductrice et chélatrice à dose dépendent. *C.incana* exhibé une capacité chélatrice la plus puissante avec une valeur d'IC50 de l'ordre 0.1 ± 0.002 mg/ml suivi par *A.radiata*, *S.verbenaca*, *S.africana*, *M.pubescence* qui présentent des IC50 d'ordre 0.34±0.017, 0.47±0.02, 0.82±0.62 et 1.20±0.061 mg/ml respectivement.

**Mots clés :** Plantes médicinales ; Polyphénols ; Flavonoïdes ; Tannins ; Activités antioxydantes ; ABTS<sup>·+</sup> ; DPPH<sup>·</sup>

### Abstract:

We are interested in this work in the study of phenolic compounds and the evaluation of antioxidant properties of extracts of five (05) medicinal plants from different areas of the region of Algeria: *A.radiata*, *C.incana*, *M.pubescence*, *S.verbenaca* and *S.africana*. The first part of this study concerns the extraction and quantification of phenols total, flavonoids and tannins by the Folin-Ciocalcu reagent, by trichloride of aluminum and the *n*-butanol test respectively. The second part is the study of the antioxidant activity of plant extracts, using four techniques: trapping of the radical DPPH<sup>·</sup>, ABTS<sup>·+</sup>, reduction of ferric chloride and ferrous iron (ferrozine) chelation. richness of *C.incana* in phenolic compounds whose content is of the order of 42.42mgEAG / g of extract, 125.5mgQ / g of extract, 3.9mgEC / g of extract. while for the other species, the total polyphenol e flavonoids and almost similar condensed tannins range from (38.87a 39.57 mgEAG / g extract), between (93.01 a 14.89 mgEq / g extract) and ( 3a3.93.9mg EC / g extract) respectively., Regarding the reducing power and the chelating effect of the extracts of the plants studied to reveal a reductive and chelating capacity to dose out. *C.incana* exhibited a most potent chelating capacity with an IC50 value of order 0.1 ± 0.002 mg / ml followed by *A.radiata*, *S.verbenaca*, *S.africana*, *M.pubescence* that exhibit order IC50s. 0.34 ± 0.017, 0.47 ± 0.02, 0.82 ± 0.62 and 1.20 ± 0.061 mg / ml respectively

**Key words:** Medicinal plants; Polyphenols; Flavonoids Tannins; activities antioxidants; ABTS<sup>·+</sup>; DPPH<sup>·</sup>

### ملخص

نحن مهتمون بهذا العمل في دراسة المركبات الفينولية وتقييم الخصائص المضادة للأكسدة لمستخلصات النباتات الطبية الخمسة (05) من مناطق مختلفة من منطقة الجزائر: *A.radiata*, *C.incana*, *M.pubescence*, *S.verbenaca* و *S.africana*. يتعلق الجزء الأول من هذه الدراسة باستخلاص الفينول وتقدير كميته مجموع، الفلافونويد والتانينات بواسطة كاشف Folin-Ciocalcu، عن طريق ثلاثي كلوريمن الألومنيوم واختبار *n*-butanol على التوالي الجزء الثاني هو دراسة النشاط المضاد للأكسدة من المستخلصات النباتية، باستخدام أربع تقنيات: محاصرة DPPH<sup>·</sup> الراديكالية، ABTS<sup>·+</sup>، الحد من استخلاص كلوريد الحديدية والحديد الحديدية (ferrozine). ثراء *C.incana* في المركبات الفينولية التي محتواها من 42.42 mgEAG / g المستخلص، 125.5 mg EQ / g المستخلص، 3.9 mgEC / g المستخلص. بينما بالنسبة للأنواع الأخرى، يتراوح إجمالي مركبات الفلافونيدات و polyphénols و tannins المكثف المتشابه تقريبا من (38.87 t 39.57 mgEAG a / g d'extrai) (93.01 a 14.89 mgEQ / gd' extract) و (3a3.93.9mg EC / g) (3.93.9mg EC / g) مستخلص (mg 3.93.9a3) على التوالي.، فيما يتعلق بتخفيض الطاقة والتأثير المخرب لمستخلصات النباتات المدروسة للكشف عن قدرة مخففة ومخففة للجرعة. أظهر *C.incana* قدرة خالصة قوية مع قيمة IC50 من أجل 0.1 ± 0.002 mg / ml متبوعًا بـ *A.radiata*، *S.verbenaca*، *S.africana*، *M.pubescence* التي تعرض الترتيب IC50s. 0.34 ± 0.017، 0.47 ± 0.02، 0.82 ± 0.62 and 1.20 ± 0.061 mg / ml ± 0.02 على التوالي.

**الكلمات المفتاحية:** النباتات الطبية. البوليفينول. مركبات الفلافونويد. العفص. الأنشطة مضادات الأكسدة. DPP<sup>·</sup>. ABTS<sup>·+</sup>.