



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : de la Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie de la Nutrition

Intitulé :

**Evaluation de l'activité antioxydante des deux plantes
Rosmarinus officinalis et *Curcuma longa***

**Présenté par : BRAHIMI IKRAM
TERRAI RAYENE**

Date de soutenance : 1/07/2018

Membres du jury :

Présidente du jury : Mme BENNAMOUN L.

Maitre de conférences « B » - UFM Constantine1.

Encadrant : Mme MOUSSAOUI S.

Maitre de conférences « B » - UFM Constantine1.

Co-encadrant : M BENSOUICI C.

Maitre de conférences « B » - CRBt.

Examinatrice : Mme BENCHIHEUB M.

Maitre de conférences « B » - UFM Constantine1.

Année universitaire : 2017 - 2018

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
Analyse bibliographique	
Partie I : Aperçu bibliographique des deux plantes.....	2
I.1. La plante <i>Curcuma longa</i> L.....	2
I.1.1. Historique du <i>Curcuma longa</i> L.....	2
I.1.2. Description botanique.....	2
I.1.3. Classification et synonymie du <i>Curcuma longa</i> L.....	4
I.1.4. Curcumine.....	5
I.1.5. Composition chimique du <i>Curcuma longa</i> L.....	6
I.1.5. Valeur nutritionnelle et énergétique du <i>Curcuma longa</i> L.....	7
I.1.6. Intérêt du <i>Curcuma longa</i> L.....	7
I.2. La plante <i>Rosmarinus officinalis</i>	10
I.2.1. Historique.....	10
I.2.2. Description botanique.....	11
I.2.3. Classification et synonymie.....	12
I.2.4. Principe actif.....	12
I.2.5. Composition biochimique du romarin.....	12
I.2.6. Valeurs nutritive du romarin.....	13
I.2.7. Intérêt du romarin.....	13

Partie II : Les métabolites secondaires, le stress oxydatif et l'activité antioxydante.....	18
II.1. Les Composés phénoliques.....	18
II.1.1. Flavonoïdes.....	18
II.1.2. Coumarines.....	21
II.1.3. Tanins.....	22
II.2. Stress oxydatif.....	22
II.2.1. Définition.....	22
II.2.2. Espèces réactives de l'oxygène.....	23
II.3. Antioxydants.....	24
II.3.1. Définition.....	24
II.3.2. Classification des antioxydants.....	24
II.4. Quelques activités biologiques antioxydantes.....	25
II.4.1. Définition.....	25
II.4.2. Les méthodes les plus utilisés dans l'étude de l'activité antioxydante.....	25

Matériel et méthodes

1. Matériel végétal.....	30
2. Macération et extraction.....	30
3. Analyse quantitative des composés phénoliques.....	31
3.1 Dosage des composés phénoliques totaux.....	31
3.2. Dosage des flavonoïdes.....	33
4. Activités biologiques.....	35
4.1 Test du piégeage du radical DPPH.....	35
4.2 Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC).....	36

4.3 Superoxide DMSO alcalin.....	36
4.4 ABTS scavenging activity.....	36

Résultas et discussion

1. Dosage des polyphénols et des flavonoïdes.....	38
1.1 Dosage des flavonoïdes.....	38
1.2. Dosage des composés phénoliques totaux.....	39
2. Etude de l'activité antioxydante.....	40
2.1. Effet scavenger du radical DPPH.....	40
2.2 Test CUPRAC (Cupric Reducing Antioxidant Capacity).....	44
2.3. Test ABTS.....	46
2.4 Activité superoxyde DMSO alcalin.....	50
Conclusion.....	53

Références bibliographiques

Résumé

*Remerciements
et dédicaces*

Remerciements

*Avant tout nous remercions Dieu « ALLAH » le tout puissant de nous avoir accordé
la force, le courage et la patience pour terminer ce travail,*

*La réalisation d'un mémoire est la somme d'un travail collectif où l'apport de chacun
bien que d'importance inégale, est toujours indispensable et précieux,*

*Un grand merci au encadrante Mme Moussaoui Samira on la remercie pour sa
gentillesse sa disponibilité, sa patience pendant des intenses et rationnelles
discussions qui nous permis de réaliser ce travail dans de bonnes conditions. Pour
tout cela et aussi pour son aide, sa confiance et son soutien moral, on la remercie
vivement.*

*On remercie tous les membres de l'équipe du centre de recherche en biotechnologies
pour leur aide précieuse.*

*Bien évidemment, on tient aussi à remercier Mr Bensuici Chaouki responsable du
laboratoire de biochimie au CRBT, d'avoir accordé sa confiance que pour nous avoir
guidés dans notre travail.*

*On remercie Mme Bennamoun d'avoir accepté de présider le jury de notre mémoire et
de le rehausser par sa grande expertise. On remercie également Mme Benchiheb
d'avoir accepté d'évaluer notre travail.*

*Enfin je veux dire merci à tous les enseignants du département de biochimie à
l'université de Constantine 1 pour l'aide pendant notre formation d'étude*

A toutes les personnes qui nous ont aidé de proche ou de loin.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

*Aux deux être le plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour
pour nous couvrir de leur amour, mes parents.*

*A ce lui qui est sacrifié pour mon éducation, qui est ma source de bonheur,
de tendresse et de confiance mon père "Mohamed".*

*A ma mère "Souad" la prunelle de mes yeux que le bon ALLAH
vous garde en bonne santé.*

A mon cher frère "Oussama" et mes sœurs : " Sarah" " Nora" " Sameh".

A mon cher oncle " Hamza" et mes tantes " Sonia" " Hanene" ...

Ainsi que pour toutes mes amies " Ikram" " Lamis" " Sarah"

A tous ceux que j'aime et que je respecte.



Rayene

DEDICACE

Je dédie ce travail à mes très chers parents au monde qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour leur soutien tout au long de mes études.

à mon père « salah »

à ma mère « bahia »

à ma mère « Leïla »

à ma très chère sœur « Nahla » à mon cher frère « Abdeldjalil »

à mes grands-parents

à mes oncles et mes tantes

à mes amies



Ikrām

Liste des abréviations

ABTS : 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique)

BHA: Butyl Hydroxy Anisole

BHT: Butyl Hydroxy Toluene

CA : curcuma acétate d'éthyle

CE : curcuma éthanol

CH₃COOK : acétate de potassium

CI₅₀ : Concentration Inhibitrice à 50%

Cu Cl₂, 2H₂O: cupric chloride dihydrate

CUPRAC: Cupric Reducing Antioxidant Capacity

DMSO: DiméthylSulfOxyde.

DPPH : 1,1-Diphényl-2-PicrylHydrazyl

MeOH : méthanol

Na₂CO₃ : carbonate de sodium

NBT: 4-nitro blue tétrazolium chloride

ppm : partie par million

RA : romarin acéthate d'éthyl

RE: romarin éthanol

Sm: solution mère

S1: solution primaire

µg : Microgramme

µl : microlitre

FCR : Folin-Ciocalteu Reactif

Liste des figures

Figure 1 : Rhizomes du <i>Curcuma longa</i> L.....	2
Figure 2 : Feuilletage du <i>Curcuma longa</i> L.....	3
Figure 3 : <i>Curcuma longa</i> , Linné.....	4
Figure 4 : Classification phylogénétique du végétal <i>Curcuma</i>	5
Figure 5 : Photographie de la plante <i>Rosmarinus officinalis</i>	11
Figure 6 : Structure de Flavonoïde.....	19
Figure 7 : Voie de biosynthèse des flavonoïdes.....	20
Figure 8 : Origine extra- et intracellulaire des radicaux libres dérivés de l'oxygène.....	23
Figure 9 : Transformation du radical DPPH• en DPPHH.....	26
Figure 10 : Formation et piégeage du radical ABTS•+ par un antioxydant donneur de H.....	27
Figure 11 : Réduction du complexe chromogène de Cu ⁺² -Nc.....	28
Figure 12 : Différentes étapes d'extraction de <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Curcuma longa</i>	29
Figure 13 : Structure de l'acide gallique.....	30
Figure 14 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	31
Figure 15 : Structure de la quercétine.....	32
Figure 16 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	33
Figure 17 : Profil de la microplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire (DPPH).....	40
Figure 18 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du <i>Curcuma longa</i> L (DPPH).....	41
Figure 19 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits de <i>Rosmarinus officinalis</i> (DPPH).....	41
Figure 20 : Profil de la micoplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire (CUPRAC).....	43
Figure 21 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du <i>Curcuma longa</i> L (CUPRAC).....	44

Figure 22 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du <i>Rosmarinus officinalis</i> (CUPRAC).....	44
Figure 23 : Profil de la microplaque de dosage de l'activité antiradicalaire (ABTS).....	46
Figure 24 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du <i>Curcuma longa</i> (ABTS).....	47
Figure 25 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du <i>Rosmarinus officinalis</i> (ABTS).....	47
Figure 26 : Profil de la microplaque de dosage de l'activité antiradicalaire (DMSO).....	49
Figure 27 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du <i>curcuma longa</i> (DMSO).....	50
Figure 28 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du <i>Rosmarinus officinalis</i> (DMSO).....	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle et énergétique du Curcuma longa L (Pour 100 g).....	7
Tableau 2 : Composition des éléments nutritifs de romarin séché.....	13
Tableau 3 : Gamme d'étalon de l'acide gallique.....	32
Tableau 4 : Gamme d'étalon de la quercétine.....	34
Tableau 5 : Teneur des flavonoïdes dans les extraits des deux plantes.....	37
Tableau 6 : Teneur des composés phénoliques totaux dans les extraits des deux plantes.....	38
Tableau 7 : Valeurs d'IC50 du test DPPH pour les extraits des deux plantes.....	42
Tableau 8 : Valeurs d'IC50 du test CUPRAC pour les extraits des deux plantes.....	45
Tableau 9 : Valeurs d'IC50 du test ABTS pour les extraits des deux plantes.....	48
Tableau 10 : Valeurs d'IC50 de l'activité superoxide DMSO alcalin pour les extraits des deux plantes.....	51

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales constituent une source infinie de substances à activités biologiques et pharmacologiques très variées (Hambaba *et al.*, 2012) . Elles possèdent d'extraordinaires vertus thérapeutiques. Leurs utilisations pour le traitement de plusieurs maladies chez les êtres vivants et en particulier l'homme est très ancienne et a toujours été faites de façon empirique (Svoboda et Svoboda, 2000).

En dehors des plantes médicinales classiques, souvent officinales, connues et utilisées depuis plus ou moins longtemps, il reste encore beaucoup à faire pour dresser l'inventaire complet des espèces susceptibles d'applications thérapeutiques, il faudra étudier toutes les plantes utilisées en médecine populaire indigène surtout en Algérie où les épices bien que très prisées dans le domaine culinaire restent peu connues et utilisées dans la thérapeutique (Bourgaud *et al.*, 2001).

Parmi ces plantes ; nous citons *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa L* qui font l'objet des récentes recherches dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et agro-alimentaires. Ce sont des herbes, appréciées pour leurs propriétés aromatiques, antioxydantes, antimicrobiennes, et anti-inflammatoires largement utilisées dans les produits pharmaceutiques et en médecine traditionnelle. Ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité antioxydante en raison du rôle qu'elle joue dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'Alzheimer en combattant le stress oxydant (Cole *et al.*, 2005; Liu, 2003).

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail de recherche ; ayant pour objectifs de :

- Déterminer la teneur totale en composés phénoliques et en flavonoïdes des deux plantes
- Evaluer l'activité oxydante des différents extraits des deux plantes en utilisant quatre méthodes : le piégeage du radical libre DPPH, le CUPRAC, l'ABTS et le superoxyde DMSO alcalin.

Notre manuscrit est scindé en trois chapitres, ou nous apportons dans le premier chapitre une généralité sur les deux plantes, et les activités antioxydantes. Le second chapitre présente le matériel biologique et la méthodologie de travail. Le troisième chapitre abordera les différents résultats et leur discussion. Enfin, nous achevons notre écrit par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

*Analyse
bibliographique*

Partie I : Aperçu bibliographique des deux plantes

I.1. La plante *Curcuma longa* L

I.1.1. Historique du *Curcuma longa* L

Depuis 4000 ans, le *Curcuma longa* L est important dans la culture védique, on retrouve sa trace dans des écrits sanskrits ; et dans la médecine ayurvédique (médecine holistique qui étudie empiriquement les effets de l'alimentation sur la santé) (Perry et al., 2008).

En Europe, les moines font mention de la plante, introduite par les navigateurs, dans leurs écrits dès le 6^{ème} siècle. Elle est connue en Chine depuis le 7^{ème} siècle, en Afrique de l'Est depuis le 8^{ème} siècle, en Afrique de l'Ouest depuis le 13^{ème} siècle. C'est une plante ramenée en Europe en 1298 par Marco Polo qui le découvre en Chine et par les arabes au 13^{ème} siècle (Delaveau, 1987).

I.1.2. Description botanique

En apparence, le *Curcuma longa* L (curcum) est une plante vivace atteignant un mètre. Les rhizomes principaux sont de forme ovoïde, Epais, écailleux, se ridant par dessiccation (Figure 1). Ces rhizomes sont d'une couleur jaune orangé en section, gris brunâtre en surface. Une odeur aromatique se dégage après section du rhizome (Delaveau, 1987).



Figure 1 : Rhizomes du *Curcuma longa* L. (Boullard, 2001)

Les feuilles sont très longues, oblongues à elliptiques, engainantes (Boullard, 2001) (Figure 2). Les gaines des feuilles forment une pseudotige courte, les limbes sont vert foncé au-dessus, vert très clair en dessous, criblés de points translucides. L'inflorescence constituée d'un épicylindre atteignant 20 cm de long. Celui-ci est formé de bractées imbriquées vert foncé et stériles, à l'aisselle desquelles naissent les fleurs blanches ou jaunâtres, une pour chaque bractée (Boullard, 2001).



Figure 2 : Feuilletage du *Curcuma longa L* (Grugeau, 1995).

Les fleurs ont une longue tige, inflorescence sortant du cœur des feuilles de 12 à 20cm contenant beaucoup de fleurs, avec une couleur blanche. Sa période de floraison de mai à septembre avec une floraison non parfumée.

Ses fleurs possèdent un calice tubulaire court présentant 3 dents inégales et une corolle tubulaire à sa base, puis divisée en 3 lobes jaunes inégaux et un ovaire infère, trilobulaire, surmonté d'un style terminé par un stigmate simple et en crochet (Figure 3) (Itokawa et *al.*, 2008).



Figure 3 : *Curcuma longa*, Linné (Jourdan, 2016).

I.1.3. Classification et synonymie du *Curcuma longa L*

Sur le marché, le *Curcuma Longa L* est distribué et commercialisé sous différentes appellations

- **Arabe:** الكركم (al-kourkoum).
- **Français :** rhizome du curcuma.

Le genre *Curcuma longa L*, appartient à la classification illustrée à la figure 4.

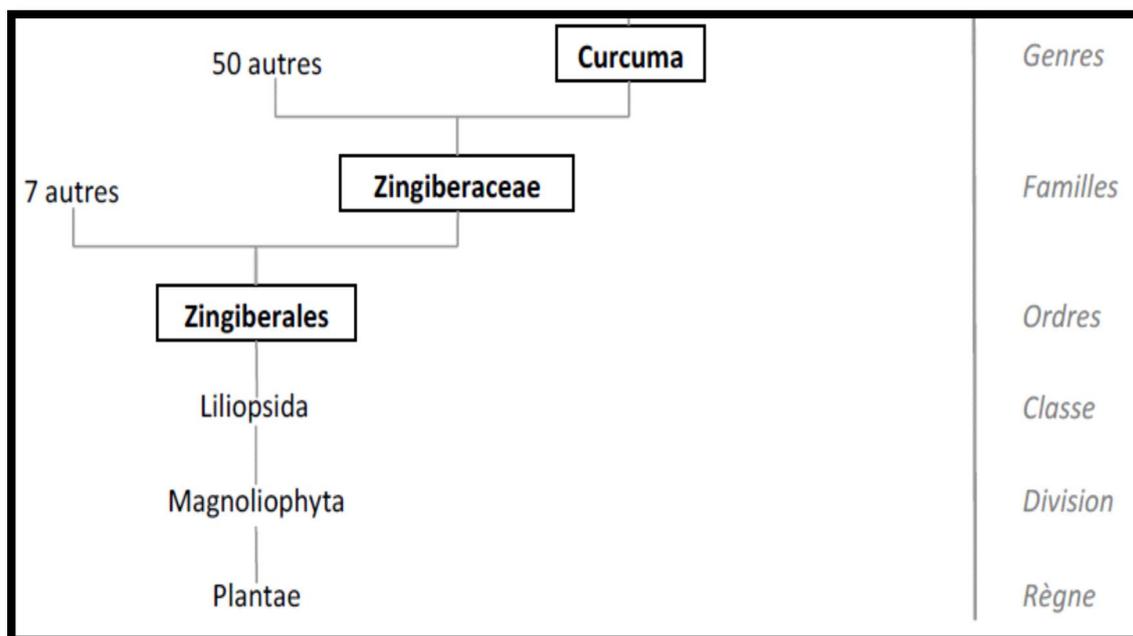


Figure 4: Classification phylogénétique du végétal *Curcuma* (Jayaprakasha et al., 2005).

I.1.4. Curcumine

➤ Définition

La curcumine est un polyphénol hydrophobe dérivé du safran des indes : le rhizome de l'herbe *Curcuma longa* L. Chimiquement, c'est une tautomère cétonique-enol insaturé (généralement appelé diferuloylmethane). Traditionnellement, safran des indes a été employé dans des préparations thérapeutiques pour différentes maux dans différents régions du monde. Des nombreux effets thérapeutiques de curcumine (turmeric) ont été confirmés par la recherche scientifique moderne (Preetha et al., 2008).

La curcumine disponible dans le commerce n'est pas une curcumine pure, mais plutôt est un mélange de la curcumine (approximativement 77%), du demethoxycurcumin (approximativement 18%) et du bisdemethoxycurcumin (Approximativement 5%) (Basnet et al., 2010).

➤ Propriétés

La curcumine est un composé insoluble dans l'eau et l'éther (Perry, 2008), mais se dissout bien dans l'éthanol, le diméthylsulfoxyde, et d'autres dissolvants organiques.

Le poids moléculaire de la curcumine est 368.37 Da et le point de fusion est 183°C. Il montre un maximum spectrophotométrique absorption (λ maximum) à 450 nm en méthanol (Prasad et *al.*, 1997) la fluorescence de la curcumine absorbe la lumière à 524 nm en acétonitrile et à 549 nm en éthanol (Chignell et *al.*, 1994).

A pH acide et neutre ; la curcumine se comporte comme un donneur de protons. A pH basique elle est instable et se comporte comme un donneur d'électron à l'origine de ses propriétés anti-oxydantes.

La couleur de la curcumine est jaune brillante à pH acide et rouge à pH alcalin. La curcumine existe sous forme énolique et β -dicétonique . Le fait que la forme énolique prédomine en solution a un important rapport avec la capacité de la curcumine à capter les radicaux libres (Shen, 2007).

I.1.5. Composition chimique du *Curcuma longa L*

Par distillation à la vapeur d'eau, les rhizomes produisent 2 à 7% d'huile essentielle, qui est rouge orangé et légèrement fluorescente. Ses constituants principaux sont un sesquiterpène, le zingiberène (25%) et ses dérivés cétoniques : la turmérone (35%) et l'arturmérone (dehydroturmérone) (12%).

L'huile essentielle de curcuma se compose également en petites quantités de monoterpènes oxygénés, associés à de petites quantités de sesquiterpènes hydrocarbonés et de monoterpènes hydrocarbonés. La contribution relative de chaque composant à l'arôme et à la saveur est mal connue. L'arôme de l'huile essentielle distillée à la vapeur est différent de celui de l'épice, ce qui serait dû à la formation d'artefacts lors de la distillation (Jansen et *al.*, 2005;Christelle, 2010).

I.1.5. Valeur nutritionnelle et énergétique du *Curcuma longa L*

Le tableau 1 résume la valeur nutritionnelle et énergétique calculée pour 100 g de poudre de rhizome de *Curcuma longa L* et qui est de 354 kcal.

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle et énergétique du *Curcuma longa L* (Pour 100 g) (Shahid., 2016)

Energie	354 kcal	Minéraux		Vitamine	
Eau	11.36g	Calcium	183mg	Vit B1	0.15 mg
Protéine	7.83g	Cuivre	603mg	Vit B2	0.23 mg
Sucre	3.21g	Fer	41.42mg	Vit B3	5.14 mg
fibres	21.10g	magnésium	193 mg	Vit B6	1.80 mg
Acide gras		manganèse	7.8 mg	Vit B9	39 mg
Omega 9	3.12g	phosphore	268 mg	Vit C	26 mg
Omega 3	0.48g	potassium	2525 mg	Vit E	3.1 mg
Omega 6	1.69g	curcumine	3888 mg	Vit K	13.4mg

I.1.6. Utilisation du *Curcuma longa L*

➤ Intérêt pharmacologique

Le *Curcuma longa L* a fait l'objet de préparations thérapeutiques en vertu de ces propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires rapportées à travers les siècles dans différentes parties du monde.

- Effets antioxydants

Les extraits solubles dans l'eau du *Curcuma longa L* et la curcumine présentent une forte activité antioxydante comparable aux vitamines C et E.

Une étude de l'ischémie du cœur chez les félins a démontré que le prétraitement à la curcumine diminuait les changements induits par l'ischémie dans le cœur. Une étude *in vitro* mesurant l'effet de la curcumine sur l'hème oxygénase endothéliale-1, une protéine du stress inductible, a été réalisée en utilisant des cellules endothéliales aortiques bovines. L'incubation réalisée pendant 18 heures à la curcumine a entraîné une résistance cellulaire accrue aux dommages oxydatifs (Akram et al., 2010)

- Effets hépatoprotecteurs

Curcuma longa L possède une caractéristique hépatoprotectrice similaire à la silymarine. L'effet hépatoprotecteur du curcuma est principalement le résultat de ses

propriétés anti oxydantes, ainsi de sa capacité à diminuer la formation de cytokines pro-inflammatoires. Chez les rats présentant une lésion hépatique aigue et subaiguë induite par CCL4, l'administration de la curcumine a significativement diminué les lésions hépatiques chez les animaux de laboratoire par rapport aux témoins. L'extrait de *curcuma* inhibait la production d'aflatoxines fongiques de 90% lorsqu'il est administré à des canetons infectés par *Aspergillus parasiticus*. Le curcuma et la curcumine ont également inversé l'hyperplasie biliaire, les changements graisseux et la nécrose induite par la production d'aflatoxine.

Le curcumine de sodium, un sel de curcumine, exerce également des effets cholérétiques en augmentant l'excrétion des sels biliaires, du cholestérol et de la bilirubine, ce qui pourrait prévenir et traiter la lithiase biliaire (Akram et al., 2010).

- Effets anti-inflammatoires

Les huiles volatiles et la curcumine de *Curcuma longa L* présentent des effets anti-inflammatoires puissants. L'administration orale de la curcumine dans des cas d'inflammation aigue s'est révélée aussi efficace dans les cas d'inflammation chronique. De même chez les rats traités par *Curcuma longa L*, la plante a significativement réduit le gonflement inflammatoire par rapport aux rats témoins. (Akram et al., 2010)

- Effets anti cancérigènes

Des études animales impliquant des rats et des souris, ainsi que des études in vitro utilisant des lignées cellulaires humaines, ont démontré la capacité de la curcumine à inhiber la cancérogenèse à trois stades : promotion tumorale, angiogenèse et la croissance tumorale.

Dans deux études sur le cancer du côlon et de la prostate, la curcumine a inhibé la prolifération cellulaire et la croissance tumorale. Le curcuma et la curcumine sont également capables de supprimer l'activité de plusieurs mutagènes et carcinogènes communs d'une variété de types cellulaires dans des études in vitro et in vivo. Les effets anticancérogènes du curcuma et de la curcumine sont dus à l'élimination directe des antioxydants et des radicaux libres. (Akram et al., 2010).

- Effets antimicrobiens

L'extrait de curcuma et l'huile essentielle de *Curcuma longa L* inhibent la croissance de diverses bactéries, parasites et des champignons pathogènes. Une étude sur des poussins infectés par le parasite *caecal Eimera maxima* a démontré que les régimes supplémentés en 1% de curcuma entraînaient une réduction des scores des lésions de l'intestin grêle et une amélioration du gain de poids. (Akram et *al.*, 2010)

- Effets cardiovasculaires

Les effets protecteurs du curcuma sur le système cardiovasculaire comprennent l'abaissement des taux de cholestérol et de triglycérides, la diminution de la sensibilité à la lipoprotéine de basse densité (LDL) à la peroxydation lipidique et l'inhibition de l'agrégation plaquettaire. Ces effets ont été notés même avec de faibles doses de curcuma.

L'effet de l'extrait de *Curcuma longa L* sur les taux de cholestérol peut être dû à une diminution de l'absorption du cholestérol dans les intestins et à une augmentation de la conversion du cholestérol en acides biliaires dans le foie.

On pense que l'inhibition de l'agrégation plaquettaire par les constituants de *Curcuma Longa* passe par la potentialisation de la synthèse de la prostacycline et l'inhibition de la synthèse du thromboxane. (Akram et *al.*, 2010)

- Effets gastro-intestinaux

Les composants de *Curcuma longa* exercent plusieurs effets protecteurs sur le tractus gastro-intestinal. Le curcumine de sodium a inhibé le spasme intestinal et le p-tolyméthylcarbinol.

Un composant du *Curcuma longa L* a augmenté la sécrétion d'enzymes de la gastrine, de la sécrétine du bicarbonate et du pancréas. Il a également été démontré que le curcuma inhibe la formation d'ulcères causés par le stress, l'alcool, l'indométacine, la ligature du pylore et la réserpine, augmentant significativement le mucus de la paroi gastrique chez les rats soumis à ces insultes gastro-intestinales (Akram et *al.*, 2010).

- Effets immunitaires

La curcumine peut également aider le corps à combattre le cancer si certaines cellules échappaient à l'apoptose. Lorsque les chercheurs ont examiné la muqueuse de l'intestin après l'ingestion de la curcumine, ils ont trouvé que les lymphocytes T auxiliaires de type CD4+ et les cellules immunitaires de type B étaient plus nombreux. En plus de cette stimulation immunitaire localisée, la curcumine améliore également l'immunité en général. (Akram et *al.*, 2010)

➤ Utilisation alimentaire

Le *Curcuma longa L* est utilisé pour sa couleur jaune foncée, en tant que colorant alimentaire au même titre que deux autres épices naturelles que sont le safran et le paprika. Cette couleur très caractéristique du curcuma est due à un groupe de pigments naturels que l'on appelle «curcuminoïdes ». (Péret-Almeida et *al.*, 2005 ; Scotter, 2009 ; Lee et Choung, 2011) .

En Europe, la curcumine est enregistrée dans l'industrie alimentaire comme étant le colorant E 100. L'European Food Safety Authority (EFSA) est l'instance européenne qui a pour mission de réglementer et contrôler la composition des produits destinés à l'alimentation humaine. Le nombre d'essais *in vitro* conférant toujours de plus nombreuses activités biologiques à la curcumine dans des domaines allant des neurosciences à l'oncologie, ont conduit cette organisation à s'intéresser, depuis 2010, aux taux de curcumine présents dans les préparations alimentaires. Ainsi, dans la liste des catégories de nourriture dans lesquelles la curcumine (E100) est autorisée on retrouve des fromages, des préparations à base de poisson, des condiments, des assaisonnements, etc (Péret-Almeida et *al.*, 2005).

I.2. La plante *Rosmarinus officinalis*

I.2.1. Historique

Le romarin est un arbrisseau qui doit son nom au latin *ros*, rosée et *marinus*, marin. En effet, d'après la légende, le romarin est une plante que l'on retrouvera seulement dans les régions où s'étend la rosée venant de la mer, au petit jour. Dans d'autres régions, on le surnomme "la Rose de mer" en latin *Rosa marina* qui a donné son nom au genre (Escuder, 2007).

Le romarin est un symbole des fêtes, funéraires, il était abondamment utilisé pour confectionner des couronnes. Tout d'abord destinées à parer les jeunes épouses lors de la cérémonie, ces feuilles ont par la suite orné les têtes des étudiants en Grèce, car le romarin était reconnu pour avoir une action stimulante sur les fonctions mentales (Bellakhdar, 2006).

I.2.2. Description botanique

Le romarin est un arbrisseau de la famille des labiées, peut atteindre jusqu'à 1,5 mètre de hauteur, il est facilement reconnaissable en toute saison à ses feuilles persistantes sans pétiole, coriaces beaucoup plus longues que larges, aux bords légèrement enroulés, vert sombre luisant sur le dessus, blanchâtres en dessous (Figure 5). La floraison commence dès le mois de février (ou janvier parfois) et se poursuit jusqu'au avril – mai. La couleur des fleurs varie du bleu pâle au violet. Le calice velu à dents bordées de blanc, elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base. Comme pour la plupart des Lamiacées, le fruit est un tetrakène (de couleur brune) (Bekkara et al., 2007).

Le romarin spontané qui pousse sur les côtes méditerranéennes, et le sud-ouest de l'Asie, est souvent cultivé dans les jardins comme clôture. Le romarin affectionne particulièrement les terrains calcaires. C'est pourquoi on le trouve essentiellement dans les garrigues maquis non- loin de la mer. En Algérie, le romarin est l'une des sept espèces végétales excédant 50.000 hectares sur le territoire national (Beniston, 1983).



Figure 5 : Photographie de la plante *Rosmarinus officinalis* (Makhloufi, 2009).

I.2.3. Classification et synonymie

Le romarin possède plusieurs synonymies selon les différentes régions d'Algérie :

Région de l'Est : Eklil

Région de l'Ouest : Helhal

Région du Centre : Yazir (Med-Chclist 1986).

La classification botanique du romarin est comme suit (Quezel et Santa, 1963) :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermaphytes

Classe : Dicotyledones

Ordre : Lamiales (Labiales)

Famille : Lamiaceae

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *Rosmarinus officinalis* L.

I.2.4. Principe actif

Les principaux constituants du romarin responsables des différentes propriétés sont :

Les acides phénoliques : acide vanillique, acide caféique, acide p-coumarique.

Les flavonoïdes : genkwanine, cirsimaritrine (Ibañez et al., 2003) ériocitrine, hespéridine, diosmine, lutéoline (Okamura et al., 1994) apigénine (Yang et al., 2008).

I.2.5. Composition biochimique du romarin

L'huile essentielle du romarin (1 à 2% dans la plante) contient : de l'apinène (7 à 80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 35%), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à 19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène. En plus de l'huile essentielle on trouve dans le romarin: 2 à 4 % de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique , l'acide oléanolique ,l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques : picrosalvine, dérivés de l'acide canosolique, romanol,romadial,des acides phénolique, des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques : l'acide citrique, glycolique, et glycérique, des stérols, de la choline , du mucilage (Belakhdar, 1997),et de la résine (Beloued, 1998).

Concernant les éléments minéraux, la spectrométrie d'émission atomique a pu identifier 18 éléments Al : 146.48 mg/kg ; Ca : 7791.80 mg/kg ; Fe : 330.16 mg/kg ; K : 14916.23 mg/kg ; Mg : 1634.55 mg/kg ; Na : 2711.87 mg/kg ; P : 1474.60 mg/kg ; Cr : 97.36 mg/kg ; Sr : 74 .65 mg/kg (Arslan et al., 2007).

I.2.6. Valeurs nutritive du romarin

Le tableau 2 résume la valeur nutritionnelle et énergétique calculée pour 100 g de poudre de romarin séché.

Tableau 2 : Composition des éléments nutritifs de romarin séché (David et *al.*, 2011).

Nutriments	Valeurs par 100g
Eau	9.31 g
Energie	331 kcal
Protéines	4.88 g
Total des lipides (matières grasses)	15.22 g
Glucides par différence	64.06 g
Total des fibres alimentaires	42.6 g
Calcium Ca	1.280 mg
Total d'acide ascorbique (vitamine C)	61.2 mg
Vitamine B6	1.740 mg
Vitamine B12	0.00 µg
Total des acides gras saturés	7.371 g
Total des acides gras mono insaturés	3.014 g
Total des acides gras poly insaturés	2.339 g

I.2.7. Intérêt du romarin

➤ Intérêt Pharmacologique

Il existe divers effets phramacologique du romarin parmi lesquels on cite :

- **Activité antibactérienne**

Les effets des extraits aqueux et méthanoliques du romarin, sur la croissance du *Streptococcus sobrinus* et sur l'activité extracellulaire de l'enzyme glucosyltransferase ont été étudiés. Les résultats ont suggéré que les extraits du romarin peuvent empêcher la lésion de la carie en inhibant la croissance du *Streptococcus sobrinus* et peuvent aussi éliminer les plaques dentaires par suppression de l'activité de la glucosyl transférase (Tsai et *al.*, 2007).

Afin de chercher de nouveaux antibiotiques et des agents antimicrobiens, une autre étude a été élaborée pour examiner les effets antimicrobiens des extraits des composés

isolés de certaines plantes, sur l'ensemble de 29 bactéries et levures avec pertinence dermatologiques. L'extrait obtenu par le dioxyde de carbone (CO₂) supercritique du romarin, a présenté un large spectre antimicrobien, la croissance de 28 sur 29 germes a été empêchée par cet extrait d'acide carnosique (Weckesser et al., 2007).

- **Activité antifongique**

La biosynthèse de l'aflatoxine a été inhibée totalement par l'huile essentielle du romarin à une concentration de 450 ppm. Selon les résultats indiqués, le potentiel de cette huile essentielle en tant que préservatif naturel contre l'*Aspergillus parasiticus* (Rasooli et al., 2008). En utilisant la technique standard de diffusion sur gélose, l'activité biologique de 11 huiles essentielles y compris celle du *Romarin*, les résultats ont montré que de ces huiles ont une activité inhibitrice modérée sur les cinq levures examinées (*Candida albicans*, *Rhodotorulaglutinis*, *Schizosaccharomycespombe*, *Saccharomycescerevisiae*, *Yarrowialypolitica*) (Sacchetti et al., 2005)

- **Activité antivirale**

L'évaluation de l'activité antivirale de l'extrait commercial du *Romarin* a indiqué qu'il ya une inhibition de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (HIV) à des concentration très basses (Arouma et al., 1996)

- **Activité ovicide**

L'huile essentielle du romarin s'est avérée un agent ovicide contre trois espèces de moustique (*Anophelesstephensi*, *Aedesaegypti* et *Culexquinquefasciatus*) (Gillij et al. 2007), de même Gillij et al. ont trouvé que cette huile présente une activité répulsive contre les moustiques (*Aedesaegypti*) (Prajapati et al., 2005).

- **Activité anti-oxydante**

En raison de ses propriétés anti-oxydantes, le romarin est largement accepté en tant qu'épices ayant une activité antioxydante très élevée (Wang et al, 2008). Divers modèles d'essai expérimentaux ont été employé pour la caractérisation des propriétés anti oxydantes des extraits aqueux, de quatre herbes appartenant à la famille de *Lamiacée* : *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* et *Thymus vulgaris*. Les extraits ont montré des degrés variables d'activité dans tous les essais utilisés (Dorman et al., 2003).

Plusieurs auteurs ont étudié l'utilisation des extraits du romarin comme antioxydant pour conserver les produits à base de viande (Nassu et al., 2003; Balentine et al., 2006; Fernandez-lopez et al., 2005; Sebranek et al., 2005).

Dans une étude d'Atsumi et al., 2007; 22 volontaires ont inhalé l'arôme des huiles essentielles de la lavande et du romarin pendant 5 minutes, par la suite les salives ont été rassemblées pour mesurer l'activité antiradicalaire salivaire en utilisant le test au DPPH, ainsi que les variations dans les taux des substances actifs salivaires (cortisol, immunoglobuline A sécrétoire (IgAs), et l' α -amylase).

Les valeurs de l'activité anti-radicalaire salivaire ont été augmentées, tandis que les taux de cortisol se sont diminués et aucun changement crucial n'a été noté pour les IgAs et l' α -amylase. Les résultats ont montré une corrélation inverse significative entre les valeurs de l'activité anti-radicalaire et les taux de cortisol pour chaque concentration de stimulation du romarin (Atsumi et al., 2007).

Dans une autre étude les propriétés anti-oxydantes et anti-radicalaires de 11 huiles essentielles, ont été examinées au moyen du test de blanchissement du β -carotène, le test au DPPH et l'analyse photochimiluminescence (PCL). Les résultats ont montré que l'huile essentielle du romarin était parmi les huiles qui ont une activité importante (Sacchetti et al., 2005).

La comparaison *in vitro* de l'activité anti-oxydante d'huile essentielle du romarin avec celles de ses principaux composants (1,8-cinéole, α - pinène et β - pinène) au moyen de l'essai au DPPH et l'essai de blanchissement du β - carotène, a montré que l'huile essentielle était plus active que ses composants dans les deux modèles d'essai (Wang et al., 2008). Sur la base des observations d'une expérience réalisée par Gladine et ses collaborateurs; les auteurs ont conclu que les extraits des plantes riches en polyphénols choisis pour l'expérience, en particulier le romarin pourraient être des nouvelles sources d'antioxydants chez les animaux rendus extrêmement sensibles à la lipoperoxydation, par le biais d'un régime alimentaire riche en acides gras n-3 polyinsaturés et qu'aucune corrélation entre la capacité anti-oxydante *in vitro* et *in vivo* de ces extraits (Gladine et al., 2007).

- Effet anti-cancérogène

Grace à certains composants (Carnosol, Rosmaridiphénol, Rosmanol et l'acide rosmarinique), le romarin est considéré comme une thérapie contre le cancer (Quezel,

1963). L'étude élaborée par Singletary en 1996 ; a démontré que l'extrait commercial du romarin et le carnosol sont des inhibiteurs des tumeurs mammaires, provoquées par le dimethylbenz (a) anthracene (DMBA) chez les rats.

Slamenova *et al.*, (2002) ont mentionné que l'exposition des cellules traitées par deux types d'oxydants (le bleu de Méthylène excité par la lumière visible, et le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), aux différentes concentrations de l'extrait éthanolique du romarin dilué dans le milieu de culture, a comme résultat une réduction de l'activité génotoxique de ces oxydants.

De même l'effet anti-carcinogène était étudié par Visanji et ses collaborateurs (2006). Ces auteurs ont constaté que le traitement des cellules de Caco-2 (des cellules issues d'un cancer du colon), par le carnosol et l'acide carnosique a empêché l'incorporation de la thymidine-H3 d'une manière dépendante de la dose. Cet effet a été associé par l'accumulation des cellules traitées dans la phase G2 / M du cycle cellulaire.

Le carnosol s'est avéré exercer son effet après pro-métaphase, tandis que l'acide carnosique a arrêté la multiplication des cellules avant la pro-métaphase.

- **Effet hypoglycémiant**

Les observations après l'administration orale de différentes doses de l'extrait éthanolique du romarin à trois groupes de lapins (lapins ayant une glycémie normal, lapins ayant une hyperglycémie provoquée par l'administration oral du glucose, lapins diabétiques d'alloxane) ont clairement montré que cet extrait exerce une activité hypoglycémiant remarquable à une dose de 200 mg /kg (Bakirel *et al.*, 2008).

- **Effet anti-acétylcholinestérase**

Des extraits aqueux et méthanoliques de 11 plantes utilisés dans la médecine traditionnelle chinoise pour l'amélioration de la mémoire ont été examinés pour évaluer leurs activités inhibitrices d'acétylcholinestérase en utilisant la méthode colorimétrique d'Ellman. L'extrait méthanolique du romarin a montré une inhibition modérée (17%) de l'enzyme à une concentration de 0.1% (Adsersen *et al.*, 2006).

- **Effet anti-hépatotoxique**

De nombreuses études ont été réalisées pour étudier l'effet anti hépatotoxique du romarin, les travaux ont été concentré pour l'évaluation de l'efficacité de l'extrait méthanolique du romarin pour normaliser certains paramètres histologiques et biochimiques du foie, après l'ingestion d'un hépatotoxine le tétrachlorure de

carbone(CCL4). Les résultats ont indiqué que cet extrait a empêché la peroxydation lipidique, (l'information, la nécrose, il a normalisé les taux de la bilirubine, la glycogène et l'activité du l'alanine aminotransférase). Enfin il a augmenté l'activité du glutathion-S-transférase (GST) (Marie et *al.*, 2004).

➤ **Intérêt nutritionnel**

L'intérêt nutritionnel du romarin se manifeste à l'industrie agro-alimentaire et à l'alimentation

- **Industrie agro-alimentaire**

La présence des acides poly phénoliques (rosmarinique, caféique) (albert et *al.*, 1996, Muzon 1999) donne aux extraits végétaux de romarin un pouvoir antioxydant important, ceci rend le romarin un conservateur des aliments et des huiles lipidiques (piozzi, 1996).

- **Alimentation**

L'épice et l'huile de romarin sont largement utilisées en alimentation. L'épice est utilisée dans les aliments cuits, viande, condiment assaisonnement, les aliments industriels, casse-croûtes, sauces et autres, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0.41% (4.098 ppm) dans les aliments cuits.

L'huile est utilisée dans les desserts glacés, confiseries, aliments cuits, gélatines et pouding, viande, condiments et assaisonnement, entre autres, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0,003% (26.2 ppm), en alimentation diététique et tisanes (Arslan, 2007).

➤ **Intérêt Commercial**

Le romarin entre dans la composition de parfums surtout masculins, hespéridés aromatiques (eaux de cologne), boisés et fougères aromatiques, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques (Bousbia 2011).Grâce à la capacité de stimulation des terminaisons nerveuses cutanées, le romarin est employé comme tonique dans des bains moussants, et comme liniment pour muscles fatigués à une dose de 1 à 2%.Il a des propriétés dermo-purifiantes permettant ainsi son utilisation dans la préparation de déodorants. En lotion et shampooing, à une dose de 0.5 à 1%, l'extrait de romarin stimule le cuir chevelu (Martini, 2011).

Partie II : Les métabolites secondaires, le stress oxydatif et l'activité antioxydante

II.1. Composés phénoliques

Les composants phénoliques sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides.

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) ; et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits.

Les principales classes des composants phénoliques sont les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxycinnamique, acide ferulique, acide chlorogénique...), les flavonoïdes, les coumarines et est tanins.

Les composants phénoliques sont des molécules biologiquement actives, ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et antiradicalaires, antimicrobiens (Djemai, 2008).

II.1.1. Flavonoïdes

Les flavonoïdes désignent une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols.

Ces molécules sont considérées comme des pigments quasiment universels des végétaux ; ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Ils existent le plus souvent à l'état naturel sous forme d'hétérosides.

Les flavonoïdes sont des dérivés benzo- γ -pyran. Leur structure de base est celle d'un diphenylpropane à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6), constitué de deux noyaux aromatiques (ou anneaux) que désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygénés, qui désigne la lettre C (Figure 6).

La classe des flavonoïdes comporte à elle seule plus de 4000 substances qui ont été isolées et identifiées à partir des milliers des plantes (Forkmann et Martens, 2001), qui peuvent être divisées en plusieurs catégories : Les flavones, les flavonols et les dihydroflavonols, les isoflavonoïdes, les biflavonoïdes, les flavanones, les flavanols, les flavanediols (leucocyanidines), les anthocyanidines, les chalcones et les dihydrochalcones, les auronnes (Djemai, 2008).

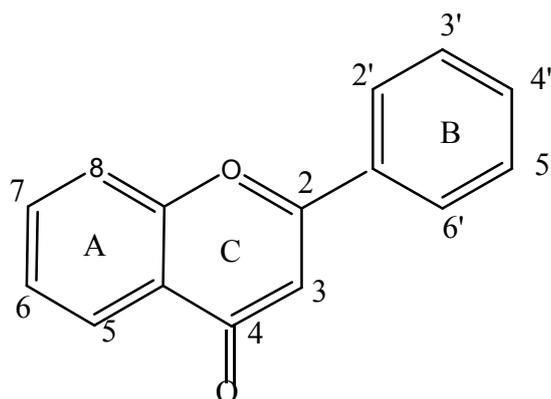


Figure 6 : Structure de Flavonoïde.

➤ **Voies de biosynthèse des flavonoïdes**

La structure en C6-C3-C6 des flavonoïdes est le produit des deux voies de synthèse des composés phénoliques, le noyau B et le pont carboné constituant une unité phénylpropanoïde synthétisée à partir de la phénylalanine provenant de la voie de l'acide shikimique, alors que le noyau A vient de la condensation de 3 motifs acétates via la voie de l'acide malonique. La fusion de ces deux parties implique la condensation d'un phénylpropanoïde, le 4-coumaryl, avec 3 malonyl CoA donnant chacun 2 atomes de carbone. La réaction est catalysée par la chalcone synthase, donnant ainsi le tétrahydroxy chalcone, qui va à son tour donner tous les flavonoïdes (Crozier, 2003). La structure de base des flavonoïdes peut subir de nombreuses substitutions, les groupements hydroxyles étant généralement en positions 4,5,7. La plupart des flavonoïdes existent sous forme de glycosides, la nature du sucre variant grandement selon les espèces. Les substitutions modifient la solubilité des flavonoïdes, les hydroxylations et les glycosylations rendent les composés généralement plus hydrophiles, alors que d'autres substitutions, telles que la méthylation, les rendent plus lipophiles (Rahman, 2005) (Figure 7).

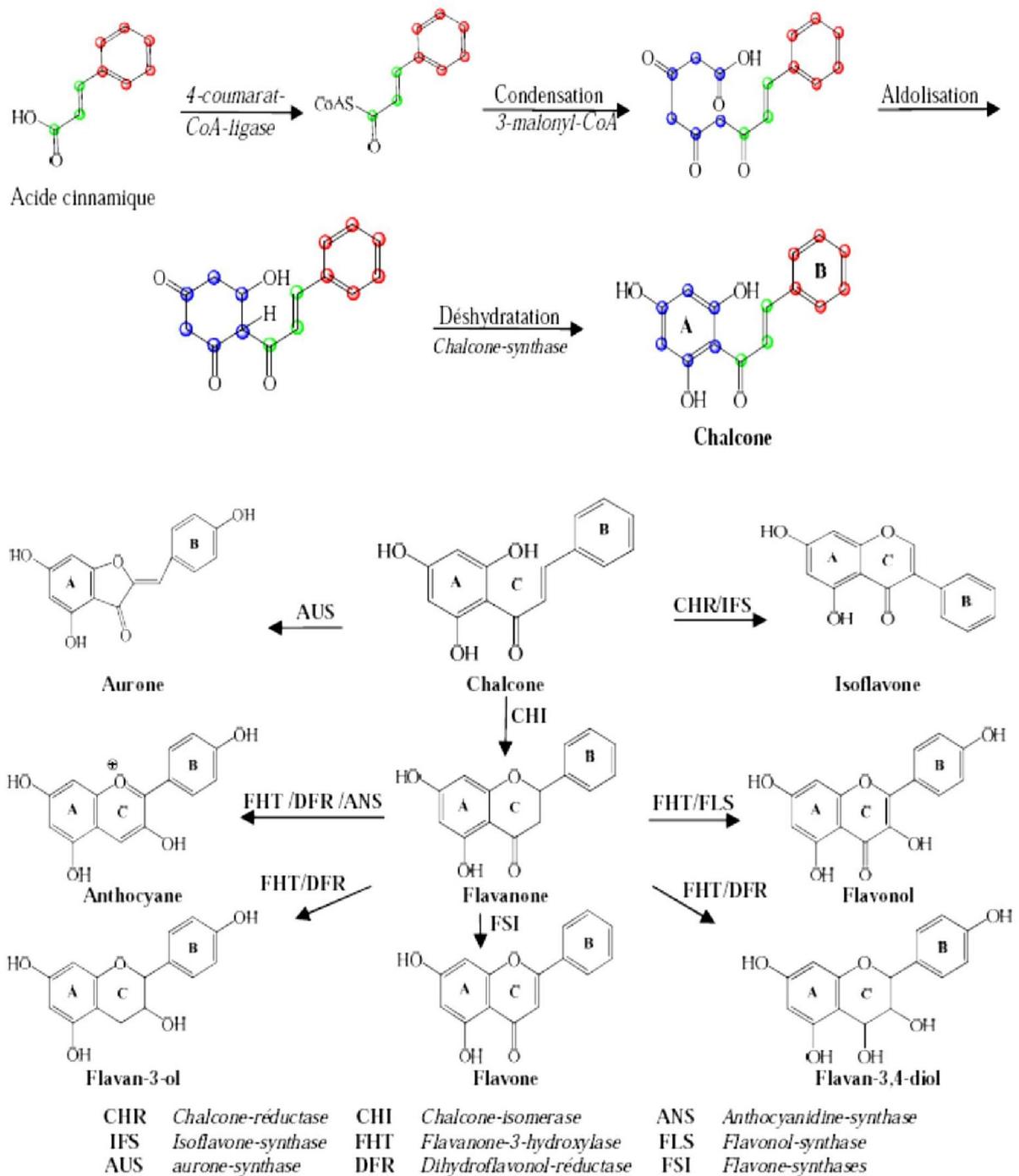


Figure 7 : Voie de biosynthèse des flavonoïdes (Rahman, 2005).

➤ Intérêt biologique des flavonoïdes

Les flavonoïdes ont suscité l'intérêt scientifique depuis plusieurs décennies. D'abord à cause de leur importance dans la physiologie des plantes et de leurs rôles dans la pigmentation, mais aussi parce qu'ils sont impliqués dans la croissance et la reproduction

des plantes (Manach et *al.*, 2004). Ils ont également pour fonction de protéger ces dernières contre les pathogènes d'origine virale ou bactérienne, les prédateurs comme les insectes (Bravo, 1998).

Plus particulièrement, les flavonoïdes sont impliqués, chez les plantes, dans le transport d'électrons lors de la photosynthèse et ils jouent un rôle de protection contre les effets néfastes des rayons ultraviolets en agissant comme antioxydant (Havsteen, 2002). Les flavonoïdes parviennent à capturer les espèces réactives de l'oxygène associées au stress oxydatif, les empêchant ainsi de créer des dommages cellulaires. En effet, ils sont capables d'inactiver et de stabiliser les radicaux libres grâce à leur groupement hydroxyle fortement réactif. Ils inhibent aussi l'oxydation des LDL (low density lipoprotein) et, de ce fait, peuvent prévenir l'athérosclérose et diminuer les risques de maladies cardiovasculaires (Tu et *al.*, 2007). Les flavonoïdes sont capables d'exercer en plus des propriétés antioxydantes, des propriétés anti-inflammatoires, antiallergiques et antiulcérogènes (Di Carlo et *al.*, 1999).

Certains flavonoïdes ont également démontré un potentiel d'agent vasodilatateur (Woodman et Chan, 2004). Ils ont été surnommés les « modificateurs naturels des réponses biologiques » (Middleton et *al.*, 2000).

Une panoplie d'études *in vitro* ont ensuite montré que les flavonoïdes peuvent moduler l'activité d'une grande variété d'enzymes impliquées dans des voies importantes qui régulent la division et la prolifération cellulaire, l'agrégation des plaquettes, la détoxification, l'inflammation et la réponse immunitaire (Middleton et *al.*, 2000), ils sont donc capables de modifier le comportement de plusieurs systèmes cellulaires. Récemment, plusieurs études épidémiologiques ainsi que des études réalisées dans différentes lignées cellulaires ont démontré le potentiel antitumoral et anticancéreux des flavonoïdes (Birt et *al.*, 2001; Yang et *al.*, 2001 ; Ramos, 2007).

II.1.2 Coumarines

La coumarine est une substance naturelle organique aromatique hétérosidique oxygénée de formule brute $C_9H_6O_2$, connue dans la nomenclature internationale comme 1-benzopyrane-2-one ou 1,2-benzopyrone.

La coumarine est présente dans divers végétaux, elle dégage une agréable odeur, rappelant la vanilline et contribue à l'odeur de foin coupé. La coumarine est également présente dans la cannelle, principalement la cannelle de Chine (Bensouici, 2015).

II.1.3. Tanins

Le terme tanin dérive de la capacité de tannage de la peau animale en la transformant en cuir par le dit composé. Les tanins sont un groupe des polyphénols à haut poids moléculaire.

Les tanins sont des molécules fortement hydroxylés et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, aux protéines et aux enzymes digestives, réduisant ainsi la digestibilité des aliments. Ils peuvent être liés à la cellulose et aux nombreux éléments minéraux (Alkurd *et al.*, 2008).

II.2. Stress oxydatif

Le stress oxydant est de plus en plus reconnu par la société scientifique comme un facteur important intervenant dans la genèse de maladies chroniques et inflammatoires. (Young *et al.*, 2001).

II.2.1. Définition

L'oxygène est un gaz fondamental à la vie, il est normalement transformé en molécules d'eau au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale et impliqué dans la majorité des réactions chimiques de l'organisme (Figure 8). Ce processus mitochondrial n'est toutefois pas parfait car 2 à 5% de l'oxygène sont transformés en espèces réactives oxygénées (ERO). (Pincemmail *et al.*, 2001).

Le stress oxydant se définit comme étant un déséquilibre entre la balance des pro-oxydants ERO ou ROS et les systèmes de défense (antioxydants), en faveur des premiers avec comme conséquence l'apparition de dégâts irréversibles pour la cellule. (Favier., 1997). A concentrations plus élevées, les ROS (dont font partie les radicaux libres) peuvent en effet engendrer des dommages importants sur la structure et le métabolisme cellulaire qui se traduisent par diverses altérations biochimiques intracellulaires telles que l'oxydation de l'ADN et de protéines, la peroxydation des lipides. Cette situation de surproduction d'espèces radicalaires est également associée à de nombreuses pathologies comme le diabète, les cancers, les maladies cardiovasculaires, ou des troubles neurologiques comme la maladie d'Alzheimer ou la maladie de Parkinson (Valko *et al.*, 2007).

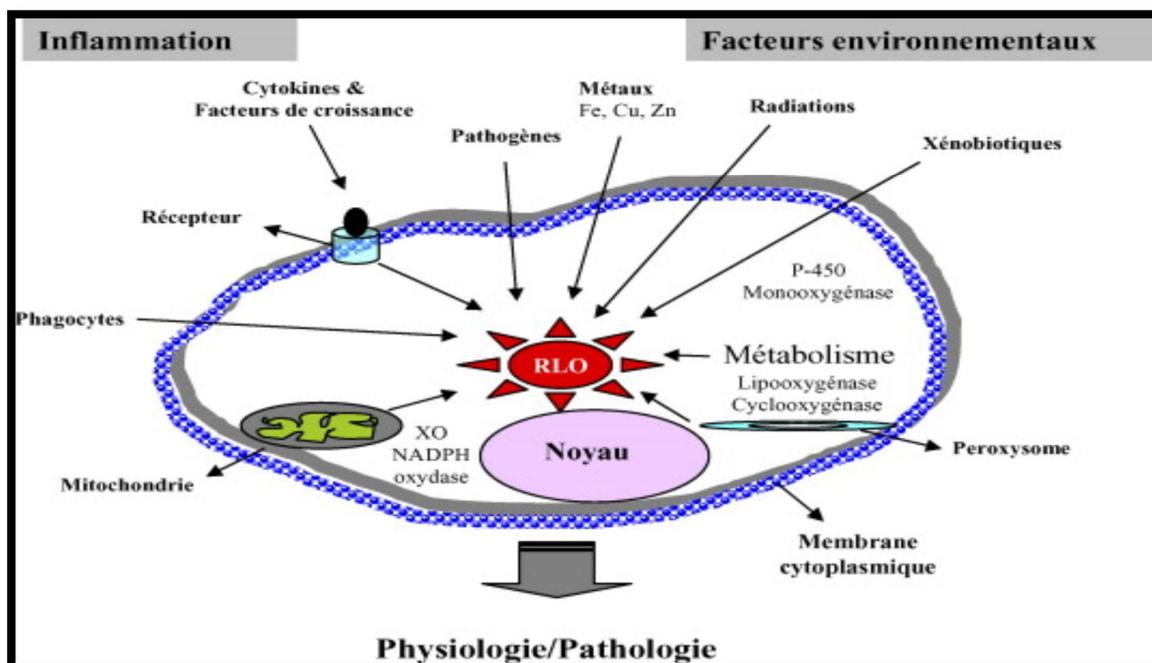


Figure 8 : Origine extra- et intracellulaire des radicaux libres dérivés de l'oxygène.

(Afonso *et al.*, 2007)

II.2.2. Espèces réactives de l'oxygène

L'oxygène est un radical libre peu réactif, présent le plus souvent sous forme de dioxygène. Physiologiquement et dans certaines circonstances, il est à l'origine de la formation de dérivés plus réactifs appelés espèces réactives oxygénées (ERO). Ces molécules sont très nombreuses, de forme radicalaire (contenant un électron non apparié) ou non. Il existe de très nombreuses ERO parmi lesquels :

- Ion superoxyde est formé spontanément ou par certaines enzymes comme les oxydases ou les complexes de la chaîne respiratoire mitochondriale.
- Peroxyde d'hydrogène par l'enzyme superoxyde dismutase. Cette molécule est plus stable que l'ion superoxyde. Elle est dégradée en eau et oxygène par la catalase et la glutathion peroxydase. En présence de métaux de transition sous forme libre (fer et cuivre), elle peut donner naissance au radical hydroxyle qui est la plus réactive et donc la plus toxique des ERO (Ichai *et al.*, 2011).
- Oxygène singulet: O_2 : lorsque de l'énergie est apportée à l'oxygène, celui-ci passe à l'état singulet qui représente la forme activée. C'est une forme très énergétique de grande réactivité qui peut oxyder de nombreuses molécules (Bouhadjra, 2011).

II.3. Antioxydants

II.3.1. Définition

Les antioxydants sont des composés chimiques capables de retarder la peroxydation lipidique, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire. Ils permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit.

En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, et non toxique, n'entraînant ni coloration, ni d'odeur, ni saveur indésirable, résistant aux processus technologiques, et stable dans le produit fini.

Les épices en générale, sont très riches en métabolites antioxydants, une revue scientifique reconnue a classé le *Curcuma* au quatrième rang parmi les 50 aliments renfermant le plus d'antioxydants (Halvorsen et *al.*, 2006).

II.3.2. Classification des antioxydants

➤ Antioxydants enzymatiques

Trois enzymes ont un rôle essentiel dans la détoxification des espèces réactives de l'oxygène. Le superoxyde dismutase (SOD) catalyse la conversion de deux ions superoxydes et deux protons en peroxyde d'hydrogène et oxygène (Fridovich, 1995). On la retrouve dans un grand nombre d'organismes vivants soulignant ainsi son importance (Richier et *al.*, 2003).

La catalase transforme le peroxyde d'hydrogène en oxygène et eau, diminuant ainsi sa demi-vie et atténuant de ce fait la génération de radicaux hydroxyles. C'est un complexe tétramérique contenant un hème, localisé essentiellement dans les peroxysomes. La catalase est liée au NADPH qui la protège et améliore son activité (Ichai et *al.*, 2011).

La glutathion peroxydase catalyse l'oxydation du glutathion aux dépens du peroxyde d'hydrogène (Levrant et *al.*, 2003). Elle peut aussi réagir avec d'autres substrats comme les lipides expliquant son rôle protecteur vis-à-vis de la peroxydation lipidique. Son site actif contient du sélénium et elle a besoin de glutathion réduit pour fonctionner. C'est une enzyme ubiquitaire. Dans la cellule, on la trouve essentiellement dans le cytosol et les mitochondries. C'est une des défenses antioxydantes les plus importantes de l'organisme (Ichai et *al.*, 2011).

➤ **Antioxydants non enzymatiques**

Le glutathion est un tripeptide composé de cystéine, glutamine et glycine. C'est la plus importante des défenses antioxydantes en quantité et probablement en qualité. Il possède une activité antioxydante propre mais surtout en tant que cofacteur de la glutathion peroxydase. Une fois oxydé en glutathion disulfure, il est réduit par la glutathion réductase en présence de NADPH. Le couple glutathion disulfure/glutathion est le principal responsable thiol de la balance redox intracellulaire (Ichai et *al.*, 2011).

II.4. Quelques activités biologiques antioxydantes

II.4.1. Définition

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol, la quercétine, la rutine et le Picnogénol. La plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et superoxydes ($\text{O}_2\cdot$) (Antolovich et *al.*, 2002 ; Bartosz, 2003 ; Burda et Oleszek, 2001 ; Rice-Evans et *al.*, 1995).

II.4.2. Les méthodes les plus utilisés dans l'étude de l'activité antioxydante

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer, *in vitro* et *in vivo*, l'activité antioxydante par piégeage de radicaux différents, comme les peroxydes $\text{ROO}\cdot$ par les méthodes ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) et TRAP (Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter) (Ricardo et *al.*, 1991) ; les ions ferriques par la méthode FRAP (Ferric ion Reducing Antioxidant Parameter) (Benzie, Strain 1996) ; ou les radicaux $\text{ABTS}\cdot$ (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique) (Re et *al.*, 1999) ainsi que la méthode utilisant le radical libre $\text{DPPH}\cdot$ (diphényl-picrylhydrazyle) (Sharma, Bhat 2009).

➤ **Test du 2,2-Di-Phényl-1-Picryl-Hydrazyl (DPPH) :**

Le radical DPPH (2,2'-diphényl-1-picryl-hydrazyl) est stable à température ordinaire et présente une couleur rose-violacée bien caractéristique. Les antioxydants présents dans l'extrait préparé le réduisent, ce qui entraîne une décoloration jaune, facilement mesurable par spectrophotométrie à 517 nm, et par conséquent une diminution de l'absorbance

(Figure 9). La méthode est généralement standardisée par rapport à un contrôle positif réalisé avec un antioxydant standard, qui peut être l'acide ascorbique (Vit C) (Brand-Williams *et al.*, 1995).

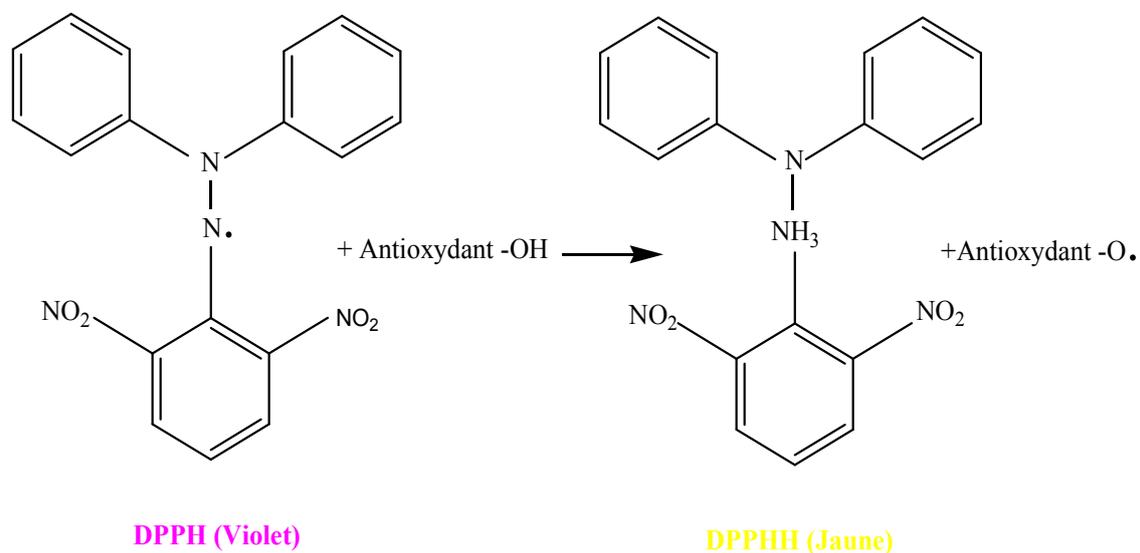


Figure 9 : Transformation du radical DPPH• en DPPHH.

➤ **Piégeage de l'ABTS (2,2'-azinobis-[3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonic acid])**

L'activité antioxydante totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical ABTS•+, obtenu à partir de l'ABTS : sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis- (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) (Figure 10).

L'obtention du radical cation résulte du contact de l'ABTS avec une enzyme de peroxydation (peroxydase metmyoglobine) (Miller et Rice-Evans., 1997) ou (horseradishperoxidase)

(Arnao *et al.*, 2001) en présence de H₂O₂ ou d'un oxydant (dioxyde de manganèse) (Benavente-Garcia *et al.*, 2000 ; Miller *et al.*, 1997) ou persulfate de potassium (Re *et al.*, 1999). Le radical ABTS•+, en contact avec un donneur de H• conduit à l'ABTS+ et à la décoloration à 734 nm de la solution (Lien *et al.*, 1999). La formation et le piégeage du radical ABTS•+ par un antioxydant donneur de H•. Le radical ABTS•+ (absorbant à 734 nm) est formé par arrachement d'un électron e- à un atome d'azote de l'ABTS. En présence de Trolox (ou d'antioxydant donneur de H•), l'atome d'azote concerné piège un H•, conduisant à l'ABTS+, ce qui entraîne la décoloration de la solution (Lien *et al.*, 1999).

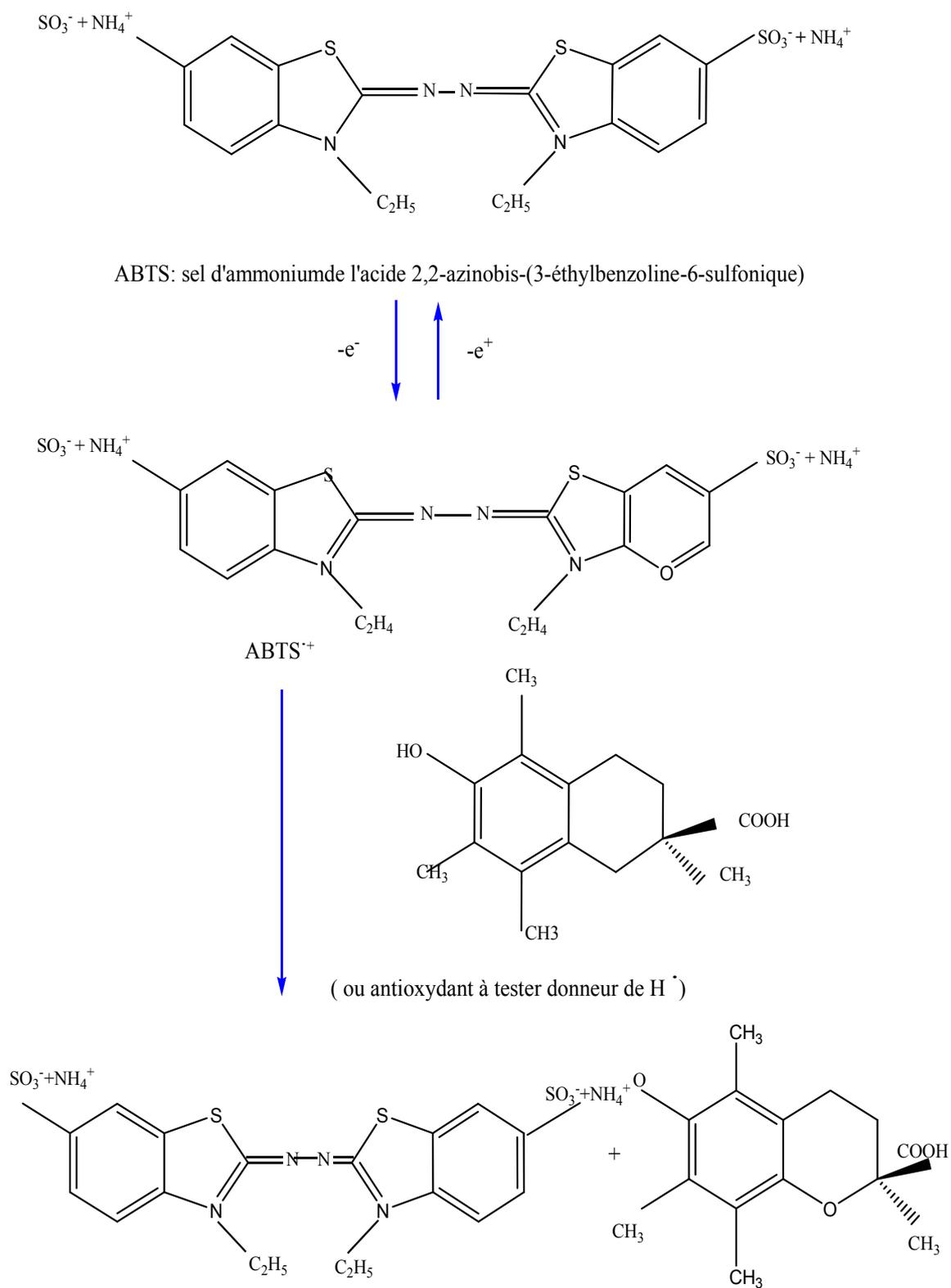


Figure 10 : Formation et piégeage du radical ABTS $^{\bullet+}$ par un antioxydant donneur de H

➤ **Test de la capacité antioxydante par réduction du cuivre (CUPRAC)**

La méthode CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) est basée sur le suivi de la diminution de l'absorbance accrue du complexe néocuproéne (NC), cuivre (Cu^{2+}) $\text{Nc}_2\text{-Cu}^{2+}$. En effet, en présence d'un agent antioxydant, le complexe cuivre-néocuproéne est réduit et cette réaction est quantifiée spectrophotométriquement à une longueur d'onde de 450 nm) (Apak et al., 2004). Le principe de ce test se base sur la conversion des hydroxyles phénoliques en quinones à travers la réduction du complexe $\text{Cu}^{2+}\text{-Nc}$, produisant ainsi un complexe chromogène de $\text{Cu}^{2+}\text{-Nc}$ qui absorbe à 450 nm (Figure 11).

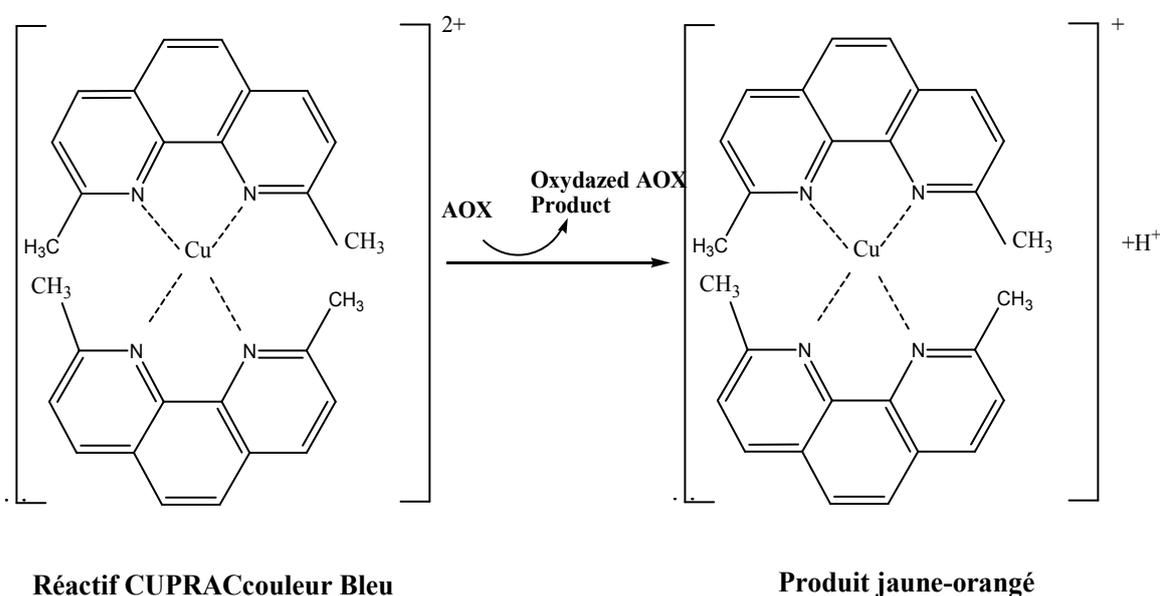


Figure 11 : Réduction du complexe chromogène de $\text{Cu}^{2+}\text{-Nc}$.

➤ **Superoxyde DMSO Alcalin**

Cette activité permet de tester par spectrophotométrie la capacité de l'extrait antioxydant à capturer l'anion superoxyde ($\text{O}_2^{\bullet-}$), ce qui empêchera la réduction du nitro blue tetrazolium (NBT) en bleu de formazan. Le test est positif si la solution est colorée en jaune. En effet, la génération de ce radical anionique stable est favorisée par l'alcalinisation du DMSO.

Les absorbances obtenues permettent de calculer un pourcentage de réduction du NBT^{2+} par rapport à un témoin constitué d'un milieu réactionnel dépourvu de composé antioxydant (Parejo et al., 2002).

*Matériel et
méthodes*

1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des parties aériennes (feuilles et tige) des deux plantes *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa*. Les deux plantes ont été achetées au marché local de Constantine en Mars 2018. L'identification botanique des deux espèces a été faite par Dr. Bensouici Chawki du CRBT.

2. Macération et extraction

Une quantité de 10 g du matériel végétal de chaque plante a été broyée et est mise dans deux erlenmeyers séparés. Une quantité déterminée d'éthanol et d'acétate d'éthyle est alors ajoutée jusqu'à l'émergence de la poudre végétale. Les deux mélanges solvant matériel végétal sont laissés macérer pendant 24 heures à la température ambiante. Les deux extraits obtenus sont ensuite évaporés à l'aide d'un rotavapeur jusqu'à l'obtention d'un résidu sec (Figure 12) établies par le laboratoire de CRBT.

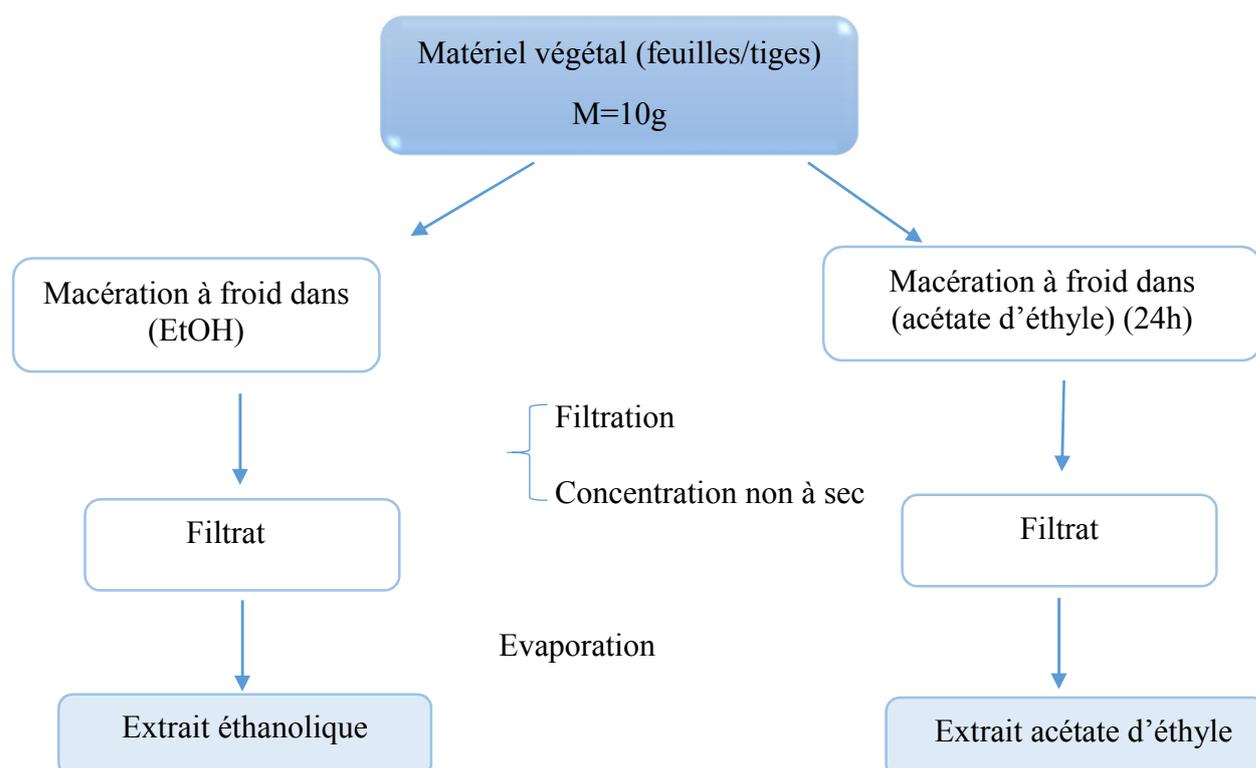


Figure 12 : Différentes étapes d'extraction de *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa*.

3. Analyse quantitative des composés phénoliques

Cette analyse permet d'avoir une notion de la teneur en polyphénols de la plante. Le dosage des phénols totaux a été effectué par la méthode décrite par (Singleton et Ross 1965) avec l'utilisation du Folin-Ciocalteu, tandis que les flavonoïdes ont été quantifiés par le dosage direct par le tri-chlorure d'aluminium (Özkan et al. 2007).

3.1 Dosage des composés phénoliques totaux

3.1.1 Principe

Les composés phénoliques réagissent avec le réactif de Folin-Ciocalteu, ce dernier est composé d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) qui se réduit, lors de l'oxydation des polyphénols, en oxyde bleu de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) qui absorbe fortement à une longueur d'onde de 765 nm. Le phénol standard utilisé dans cette méthode est l'acide gallique (Figure 13).

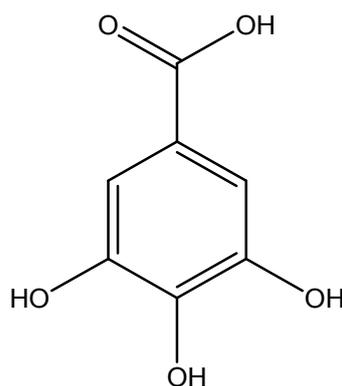


Figure13 : Structure de l'acide gallique

La quantification des composés phénoliques a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ($y=a x + b$) réalisée par une solution étalon (l'acide gallique) à différentes concentrations (Figure 14).

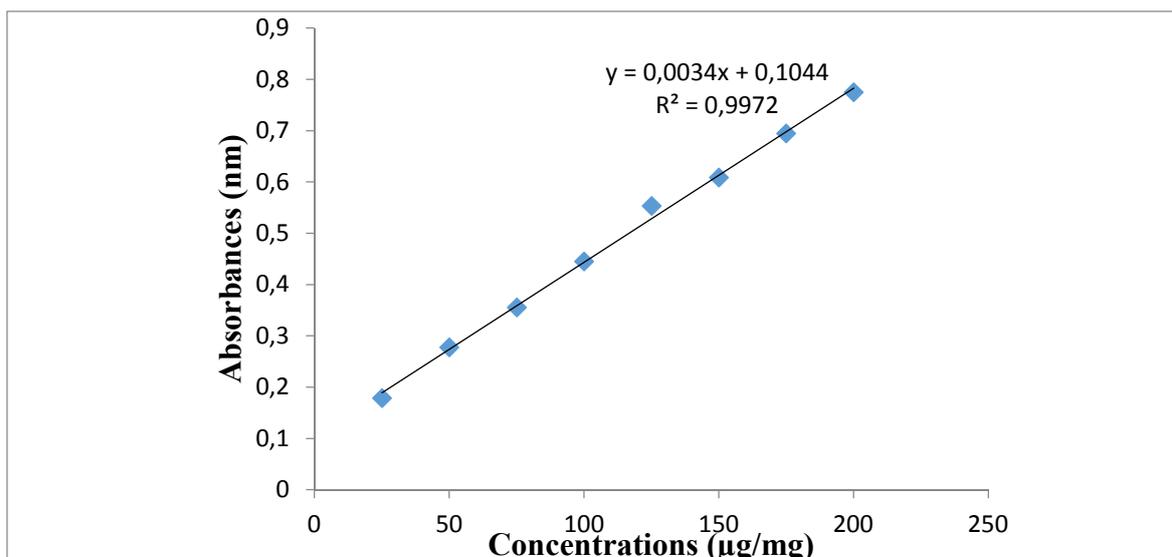


Figure 14 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

3.1.2 Mode opératoire

Un volume de 100 µl du FCR préparé à 10% dans de l'eau distillée est ajouté à 20 µl d'extrait de plante d'une concentration de 1000 ppm ; suivi par l'addition de 75 µl de carbonate de sodium (7,5%). Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 2h à température ambiante puis l'absorbance est mesurée à 765 nm. Un blanc est préparé en parallèle en remplaçant l'extrait par du méthanol.

3.1.3 Préparation de la gamme d'étalon de l'acide gallique

Une masse de 0,5 mg de l'étalon l'acide gallique a été dissoute dans 5 ml de méthanol pour obtenir une solution mère de concentration égale à 200 ppm (Sm), une gamme de dilutions a été faite à partir cette dernière (Tableau 1). Ensuite, un volume de 20 µl de chaque dilution ont été transférés dans une microplaque contenant dans chaque puits un volume de 100 µl du réactif Folin-Ciocalteu à 10% et 75µl de Na₂CO₃ à 7,5%. Enfin, la plaque a été incubée pendant 02 heures et une lecture a été faite à la longueur d'onde 765 nm.

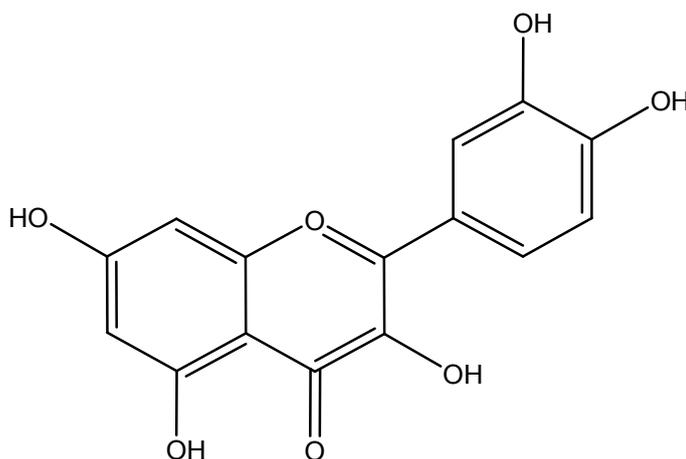
Tableau 3 : Gamme d'étalon de l'acide gallique.

Concentrations de la solution étalon (l'acide gallique)	Dilutions de la solution S1
25µg/ml	25µl de S1+ 175µl de MeOH
50µg /ml	50µl de S1+ 150µl de MeOH
75µg/ml	75µl de S1+ 125µl de MeOH
100µg/ml	100µl de S1+ 100µl de MeOH
125µg /ml	125µl de S1+ 75µl de MeOH
150µg /ml	150µl de S1+ 50µl de MeOH
175 µg /ml	175µl de S1+ 25µl de MeOH
200µg /ml	200µl de S1

3.2. Dosage des flavonoïdes

3.2.1 Principe

Le chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) forme un complexe très stable avec les groupements hydroxydes OH des phénols. Ce complexe jaune absorbe la lumière visible à la longueur d'onde $\lambda = 415$ nm. Les phénols sont estimés par une spectroscopie UV-visible, dont la Quercétine est utilisé comme un standard (Figure 15).

**Figure 15** : Structure de la quercétine.

La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ($y=ax$) réalisée par une solution étalon (quercétine) à différentes concentrations (Figure 16).

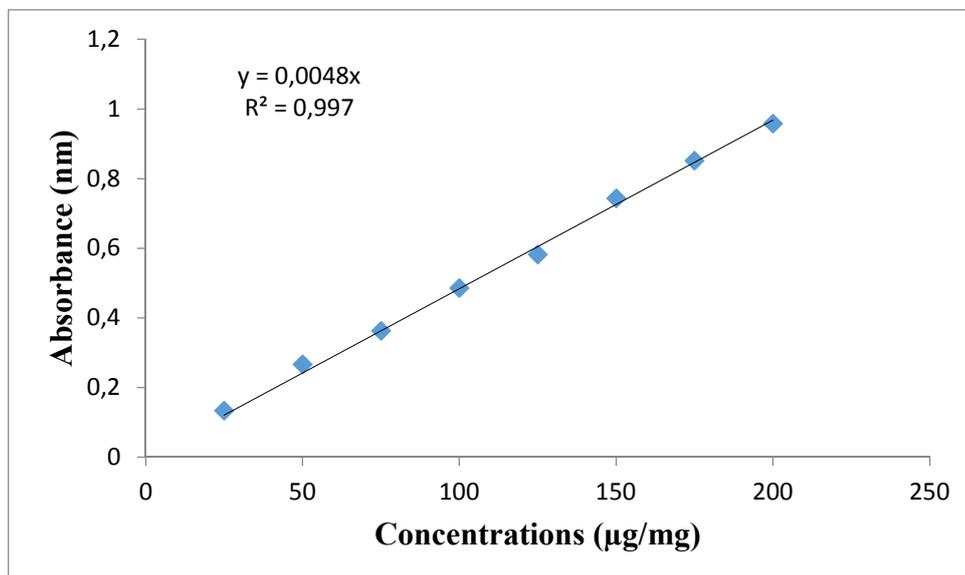


Figure 16 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

3.2.2 Mode opératoire

Dans une microplaque à 96 puits 50 µl de la solution d'extrait de 1000 ppm a été ajoutée à 130 µl de méthanol suivi par l'addition de 10 µl d'acétate de potassium (1M) (CH_3COOK) et 10 µl de nitrate d'ammonium à 10% et après 40 min d'incubation à l'abri de la lumière et à température ambiante l'absorbance a été déterminée à 415 nm. La quercétine a été utilisée comme standard. Un blanc échantillon est préparé en remplaçant les réactifs par du méthanol.

3.2.3 Préparation de la gamme d'étalon de la quercétine

On prend 1 mg de la quercétine et on le dissout dans 5 ml de méthanol pour obtenir la solution 0,2 mg/ml (Sm). Les dilutions sont préparées dans des eppendorfs comme indiqué au tableau 2.

Tableau 4 : Gamme d'étalon de la quercétine

Concentrations de la solution étalon (Quercétine)	Dilutions de la solution (Sm)
25µg/ml	25 µl Sm + 175 µl MeOH
50µg /ml	50 µl Sm+ 150µl MeOH
75µg/ml	75 µl Sm + 125µ MeOH
100µg/ml	100 µl Sm + 100µl MeOH
125µg /ml	125 µl Sm + 75µl MeOH
150µg /ml	150 µl Sm + 50µl MeOH
175 µg /ml	175µl Sm + 25µl MeOH
200µg /ml	200µl Sm + 0 MeOH

4. Activités biologiques

4.1 Test du piégeage du radical DPPH

4.1.1 Principe

L'activité anti-radicalaire est mesurée selon le protocole décrit par (Blois, 1958).

4.1.2 Mode opératoire

Une quantité de 4 mg du radical DPPH est dissoute dans un volume de 100 ml de méthanol, la solution est gardée à +4 °C à l'abri de la lumière.

Un volume de 40 µl des différentes concentrations de chaque échantillon est déposé dans chaque puits, 160 µl de la solution méthanolique de DPPH (0,1 mM) est ajouté par la suite. Parallèlement, un contrôle négatif est préparé en ajoutant 40 µl du méthanol à 160 µl de la solution méthanolique de DPPH. Après incubation à température ambiante à l'obscurité pendant 30 min, l'absorbance est mesurée à 517 nm.

L'α-Tocophérol, BHA et le BHT sont utilisés comme standards antioxydants. Le pourcentage de l'activité antiradicalaire de DPPH a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{\text{Contrôle}} - A_{\text{Extrait}}}{A_{\text{Contrôle}}} \times 100$$

4.2 Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC)

4.2.1 Principe

La méthode CUPRAC (Cupric ion Reducing Antioxidant Capacity) est basée sur le suivi de la diminution de l'absorbance accrue du complexe Néocuproïne (NC), cuivre (Cu^{+2}) $\text{NC}_2\text{-Cu}^{+2}$. En effet, en présence d'un agent antioxydant, le complexe cuivre néocuproïne est réduit et cette réaction est quantifiée par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 450 nm (Apak et al., 2004).

4.2.2 Mode opératoire

Dans une microplaque à 96 puits, 60 μl d'acétate d'ammonium (1 M, pH 7,0), 50 μl de néocuproïne et 50 μl de ($\text{Cu Cl}_2, 2\text{H}_2\text{O}$) ont été ajoutées à 40 μl de l'extrait à différentes concentrations. Après 1h, l'absorbance a été enregistrée à 450 nm en utilisant un lecteur de microplaques. Les résultats ont été donnés comme absorbance et comparés avec ceux de BHA et d' α -Tocophérol utilisés comme antioxydants normes.

4.3 Superoxide DMSO alcalin

4.3.1 Principe

L'activité superoxide DMSO alcalin est déterminée par la méthode de (Rao and Kunchandy 1990).

4.3.2 Mode opératoire

Une quantité de 40 μl d'une solution de 1000 ppm avec 06 dilutions a été déposée dans chaque puits ; suivi de l'addition de 130 μl de DMSO et de 30 μl de NBT. L'absorbance a été mesurée à 560 nm.

4.4 ABTS scavenging activity

4.4.1 Principe

L'analyse spectrophotométrique de l'activité de piégeage de l'ABTS $\bullet+$ a été déterminée selon le procédé décrit par Re et al (1999).

4.4.2 Mode opératoire

La solution ABTS été préparée en mélangeant l'ABTS avec du persulfate de potassium $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (solution aqueuse conservée durant 16 h dans l'obscurité à une température

ambiante). L'absorbance de la solution ainsi obtenue est ajustée à 7.00 ± 0.20 par l'éthanol à 734 nm.

Une quantité de 1 mg de l'extrait a été dissoute dans 1 ml du méthanol ; c'est à partir de cette dilution de $\frac{1}{2}$ a été préparé avec des concentrations de 200/100/50/25/12.5/6.25/3.125 $\mu\text{g/ml}$. Un volume de 40 μl de chaque concentration est déposé dans chaque puits en ajoutant 160 μl de l'ABTS. En même temps le blanc est préparé en ajoutant 40 μl de méthanol à 160 μl de l'ABTS⁺. Après 10 min, l'absorbance est mesurée à 734 nm en utilisant un lecteur de microplaques à 96 puits.

*Résultats et
discussion*

1. Dosage des polyphénols et des flavonoïdes

La majorité des effets pharmacologiques des plantes est dû à des composés phénoliques (acides phénoliques et flavonoïdes), un dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes des extraits a été effectué pour en estimer les teneurs.

1.1 Dosage des flavonoïdes :

La teneur en flavonoïdes de chaque extrait a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en microgrammes équivalent en quercitine par milligramme d'extrait, la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 415 nm. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 5.

Tableau 5 : Teneur des flavonoïdes dans les extraits des deux plantes.

Plantes	Extraits	Teneurs ($\mu\text{g}/\text{mg}$)
<i>Curcuma longa L</i>	Acétate d'éthyle	7,98 \pm 0,96
	Ethanol	16,31 \pm 1,32
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Acétate d'éthyle	9,99 \pm 0,35
	Ethanol	8,74 \pm 0,74

On remarque d'après les résultats du tableau ci-dessus que la quantité des flavonoïdes varie entre 7.98 et 16.31 $\mu\text{g}/\text{mg}$ du *Curcuma longa L*. Le taux des flavonoïdes le plus élevé a été détecté dans l'extrait éthanolique (16.31 $\mu\text{g}/\text{mg}$), cependant il est 2 fois supérieur à celui rapporté par l'acétate d'éthyle (7.98 $\mu\text{g}/\text{mg}$).

La teneur en flavonoïdes de la plante *Curcuma longa L* des deux extraits éthanolique et acétate d'éthyle est inférieure à celle obtenue par (Il et *al.*,2011) ayant effectué une extraction à l'eau chaude avec un contenu égale à 324.08 \pm 4.34 $\mu\text{g}/\text{g}$.

D'après les données du tableau 1 on constate aussi que la quantité des flavonoïdes est presque la même dans l'extrait éthanolique (8.74 $\mu\text{g}/\text{mg}$) et l'extrait acétate d'éthyle (9.99 $\mu\text{g}/\text{mg}$) de la plante *Rosmarinus officinalis*. Ces valeurs sont inférieures à celle obtenue par (Il et *al.*,2011).

Etant donné que la teneur en flavonoïdes d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs tels que, les conditions climatiques, le moment de la récolte et le solvant d'extraction. La

différence de la nature du solvant utilisée dans notre étude et celle d' (Il et *al.*,2011) peut expliquer la divergence des résultats obtenus. Ainsi ; on peut conclure que l'eau chaude est un bon solvant d'extraction.

1.2. Dosage des composés phénoliques totaux :

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en microgrammes équivalent en acide gallique par milligramme d'extrait, la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 765 nm. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 6.

Tableau 6 : Teneur des composés phénoliques totaux dans les extraits des deux plantes.

Plantes	Extraits	Teneurs ($\mu\text{g}/\text{mg}$)
<i>Curcuma longa L</i>	Acétate d'éthyle	11,71 \pm 4,70
	Ethanol	10,64 \pm 2,92
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Acétate d'éthyle	12,62 \pm 1,54
	Ethanol	25,70 \pm 1,83

On remarque d'après les résultats du tableau 2 que la quantité des composés phénoliques totaux est presque la même dans les deux extraits éthanolique (10.64 $\mu\text{g}/\text{mg}$) et l'extrait acétate d'éthyle (11.71 $\mu\text{g}/\text{mg}$) pour la plante *Curcuma longa L*.

La teneur en polyphénols totaux de la plante *Curcuma longa L*. de l'extrait éthanolique est inférieure à celle obtenue par (Aneta et *al.*,2007) avec une valeur de 1.72 \pm 0.12 mg /g.

Dans une étude comparative entre les deux espèces *Curcuma longa L* et *Curcuma aromatica* réalisée par (Gayatri et Rajani 2011) ; les auteurs ont trouvé une valeur supérieure à celle obtenue dans notre étude , elle est estimée à 215 mg /g. Aussi les auteurs de l'étude d'intérêt ont prouvé que le *curcuma longa L* est très riche en polyphénols par rapport à d'autres genres de la famille des zingiberaceae.

La quantité des composés phénoliques totaux dans *Rosmarinus officinalis* varie entre 12.62 et 25.70 $\mu\text{g}/\text{mg}$. Le taux le plus élevé a été détecté dans l'extrait éthanolique (25.70

µg/mg), cependant il est 2 fois supérieur à celle rapportée par l'acétate d'éthyle (12.62 µg/mg).

La teneur en polyphénols totaux de notre plante *Rosmarinus officinalis* de l'extrait éthanolique (25.70 µg/mg) est inférieure à celle obtenue par (Aneta et al.,2007) avec une valeur de 1.71 ± 0.02 mg/g. De même la fraction acétate d'éthyle (12.62 µg/mg) renferme des concentrations moins élevées en polyphénols par rapport à celle obtenue par (Fadili et al.,2015) qui est de l'ordre de 185 mg/g.

Ces différences de résultats peuvent être dues à la faible spécificité du réactif de « Folin-Ciocalteu » qui est l'inconvénient principal de ce dosage colorimétrique. Il a été montré que le réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes d'hydroxyles non seulement celles des composés phénoliques, mais également de certains sucres et protéine (Vuorela, 2005 ; Gomez-Caravaca et al., 2006).

2. Etude de l'activité antioxydante

Les extraits sont des mélanges de plusieurs composés, avec différents groupements fonctionnels, polarités et comportements chimiques. Cette complexité chimique des extraits pourrait mener à des résultats dispersés selon l'essai utilisé. Par conséquent, une approche avec des analyses multiples pour évaluer le potentiel antioxydant des extraits serait plus instructif et même nécessaire (Ozturk et al., 2007).

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer l'activité antioxydante. Dans cette étude les propriétés antioxydantes des extraits de l'éthanol et d'acétate d'éthyle des deux plantes *Rosmarinus officinalis* et du *Curcuma longa* ont été déterminées par quatre méthodes : le balayage du radical libre DPPH, l'ABTS scavenging activity, le Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC) et le superoxide DMSO alcalin. Les capacités antioxydantes des extraits des deux plantes étudiées ont été comparées avec ceux des normes (BHA et BHT).

2.1. Effet scavenger du radical DPPH :

Pour détecter l'activité antiradicalaire des différents extraits de *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa* L. ; nous avons utilisé le 2,2-diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH), un radical stable, violet en solution et présentant un maximum d'absorption caractéristique à 517 nm. Le protocole appliqué en routine repose sur la disparition de ce maximum lorsque le DPPH

est réduit par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration. Le profil de la microplaque obtenue est représenté à la figure 17.

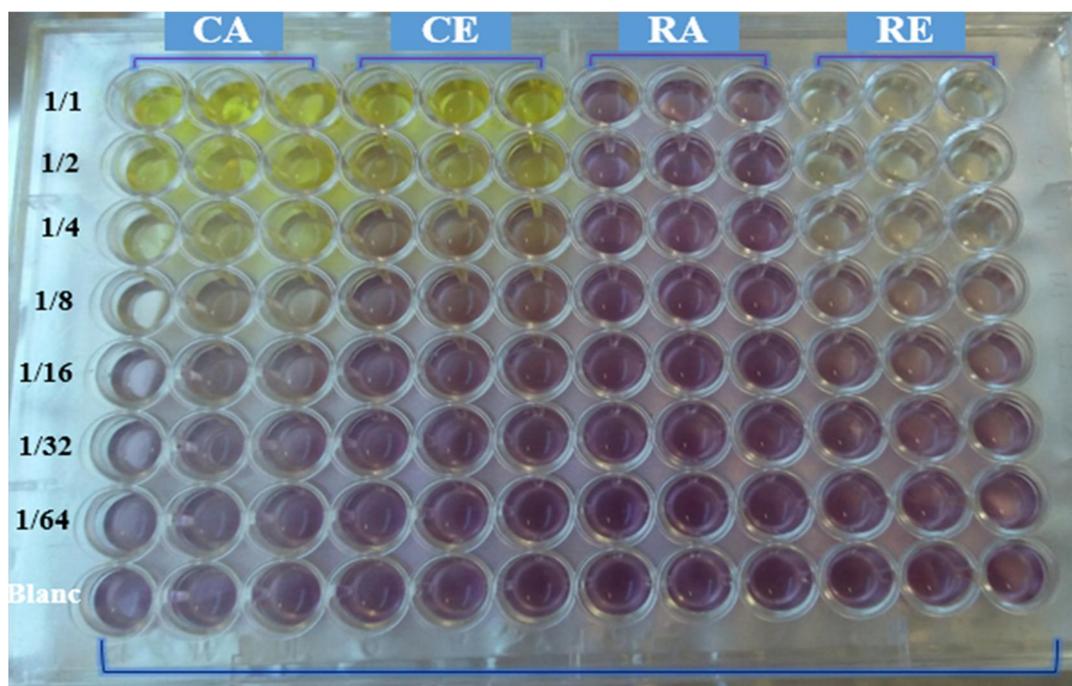


Figure 17 : Profil de la microplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire (DPPH).

Les profils d'activité antiradicalaire obtenus révèlent que les extraits de *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa L* possèdent une activité antiradicalaire dose dépendante, ci-dessous des histogrammes représentant le pouvoir d'inhibition en fonction des concentrations des différents extraits des deux plantes en comparaison avec les deux standards (Figure 18,19).

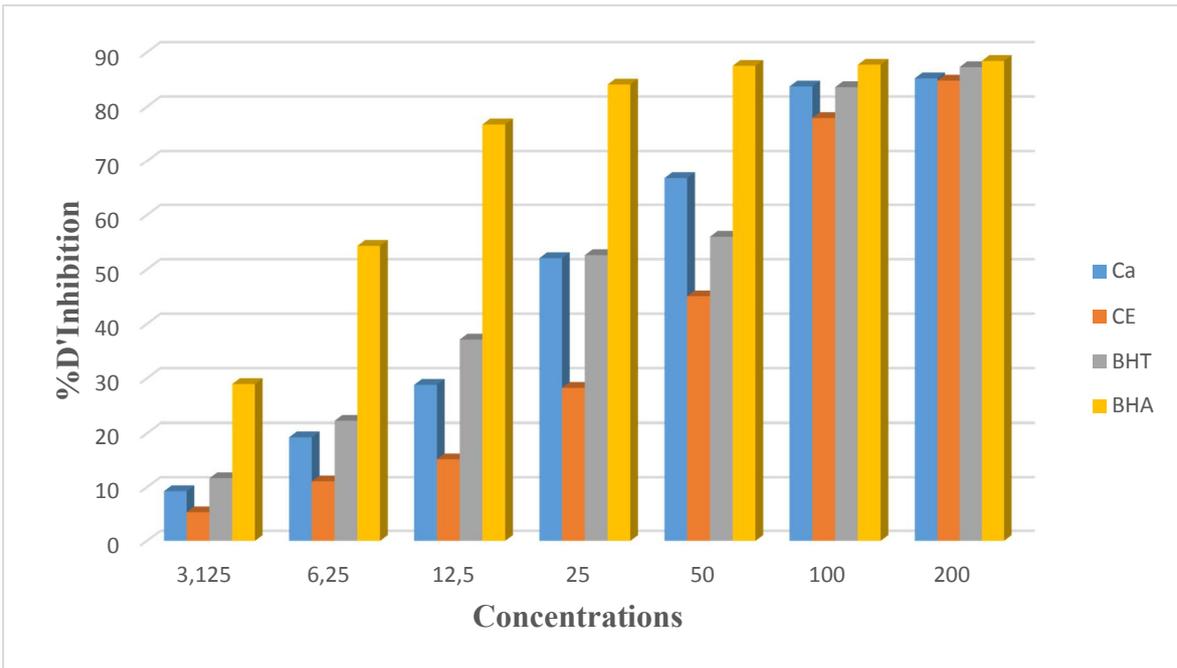


Figure 18 : Histogramme représentant le pouvoir d’inhibition des différents extraits du *Curcuma longa L* (DPPH).

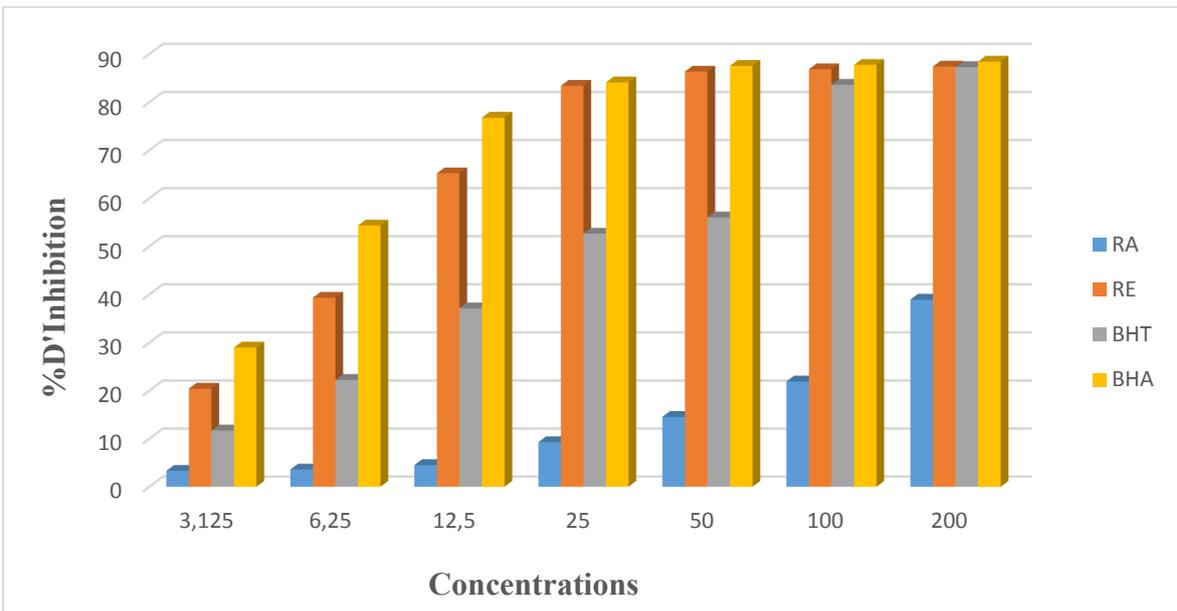


Figure 19 : Histogramme représentant le pouvoir d’inhibition des différents extraits de *Rosmarinus officinalis* (DPPH).

Les CI_{50} de chacun des différents extraits des deux plantes ont été déterminées au tableau 7.

Tableau 7 : Valeurs d'IC₅₀ du test DPPH pour les extraits des deux plantes.

Plantes/Standards	Extraits/Standards	CI ₅₀ (µg/ml)
<i>Curcuma longa L</i>	Acétate d'éthyle	24.95 ± 1.71
	Ethanol	57.66 ± 4.05
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Acétate d'éthyle	>200
	Ethanol	9.16 ± 0.89
Standards	BHT	22.32 ± 1.19
	BHA	5.73 ± 0.41

A des fins comparatives, deux antioxydants standards sont utilisés, le BHT et BHA, ils ont montrés une activité antiradicalaire puissante avec des CI₅₀ de l'ordre de 22.32 et 5.73 respectivement.

Parmi les deux extraits de notre plante *Curcuma longa L*, l'extrait acétate d'éthyle représente l'extrait le plus actif avec une CI₅₀ de l'ordre de 24.95 µg/ml suivi par l'extrait éthanolique avec une CI₅₀ de 57.66 µg/ml. En comparaison avec les antioxydants standards, l'extrait acétate d'éthyle est plus actif.

L'activité antioxydante de notre extrait éthanolique est supérieure à celle obtenue par (Aneta et al., 2007) pour leur étude de la plante *Curcuma longa L* avec une IC₅₀ égale à 100 µg/ml.

Parmi les deux extraits de notre plante du *Rosmarinus officinalis* l'extrait éthanolique représente l'extrait le plus actif avec une CI₅₀ égale à 9.16µg/ml suivi par l'extrait acétate d'éthyle avec une CI₅₀>200. En comparaison avec les antioxydants standards, l'extrait acétate d'éthyle est moins actif.

L'activité antioxydante de notre extrait éthanolique est supérieure à celle obtenue par (Naciye et al.,2008) pour leur étude de la plante *Rosmarinus officinalis L* et (Aneta et al.,2007) avec des IC₅₀ de l'ordre de 54µg/ml et 513 µg/ml respectivement.

Cependant une autre étude a trouvé des valeurs inférieures d'IC ($103,86 \pm 3,5 \mu\text{g/ml}$) en comparaison à nos résultats (>200) pour la fraction acétate d'éthyle de *Rosmarinus officinalis* (Fadili et al., 2015).

Au final on peut conclure que les pourcentages d'inhibition de l'activité antioxydante révèlent que les extraits éthanolique et méthanolique de la plante *Curcuma longa* possèdent une activité anti-radicalaire. Cependant pour la plante *Rosmarinus officinalis* l'activité anti-radicalaire est restreinte à l'extrait éthanolique.

2.2 Test CUPRAC (Cupric Reducing Antioxidant Capacity):

Le test CUPRAC est basé sur la mesure de l'absorbance à 450 nm, après la formation d'un complexe stable entre la néocuproïne et les ions cuivreux. Les ions cuivreux dans les médias sont produits par la réduction des ions cupriques par des antioxydants. Une absorbance plus élevée indique une capacité réductrice supérieure de l'antioxydant. Donc, $A_{0,50}$ valeurs correspondant à la concentration de 0,50 absorbance ont été calculés à partir du graphique d'absorbance en fonction de la concentration de chaque échantillon pour comparer les données d'activité. Le profil de la microplaque obtenue est représenté à la figure 20.

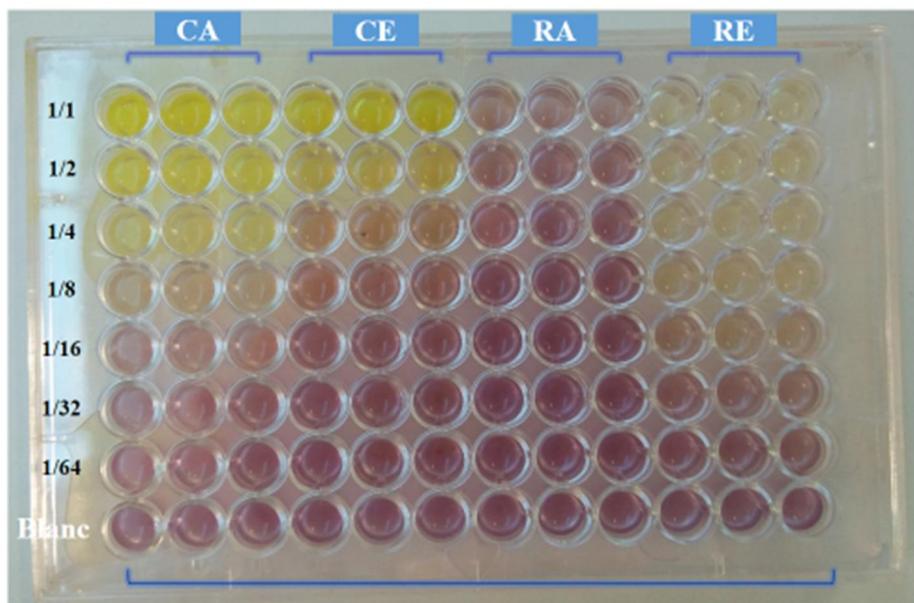


Figure 20 : Profil de la microplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire (CUPRAC).

Les figures (21) et (22) représentent les histogrammes des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations de chaque extrait obtenus à partir des valeurs expérimentales.

Nous observons que le taux d'inhibition augmente en fonction de l'augmentation de la concentration utilisée. Le BHA et le BHT utilisés comme standards présentent les pourcentages d'inhibition les plus élevés.

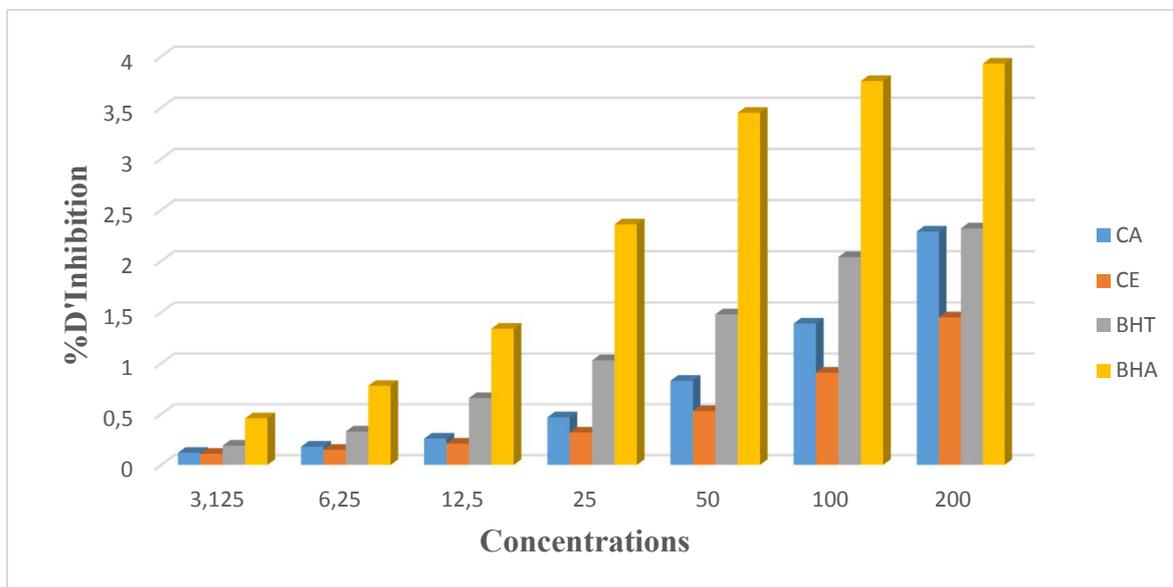


Figure 21 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du *Curcuma longa L* (CUPRAC).

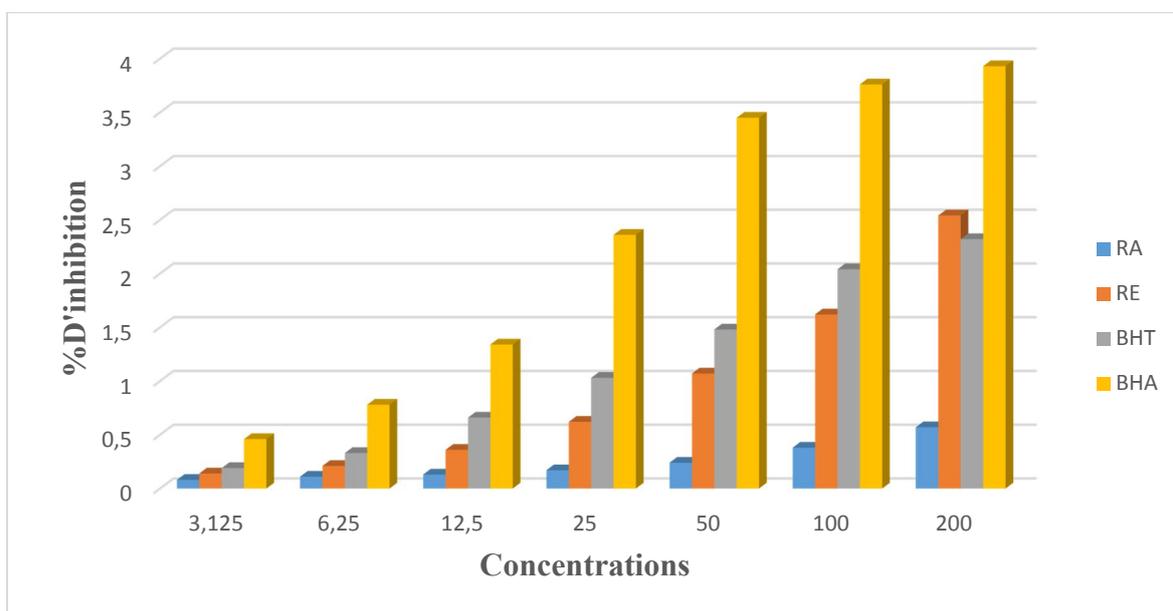


Figure 22 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du *Rosmarinus officinalis* (CUPRAC).

Le tableau 8 montre la capacité antioxydante réductrice cuprique lorsque l'absorbance dans cette méthode est mesurée à 450nm, les résultats obtenus sont comparés aux normes BHT et BHA.

Tableau 8 : Valeurs d'IC₅₀ du test CUPRAC pour les extraits des deux plantes.

Plantes/Standards	Extraits/Standards	A _{0.50} (µg/ml)
<i>Curcuma longa L</i>	Acétate d'éthyle	28.06 ± 2.87
	Ethanol	46.98 ± 4.49
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Acétate d'éthyle	170.45 ± 2.03
	Ethanol	19.24 ± 0.21
Standards	BHT	9.62 ± 0.87
	BHA	3.64 ± 0.19

Nos résultats révèlent que la fraction acétate d'éthyle du *Curcuma longa* représente l'extrait le plus actif avec une A_{0.50} de l'ordre de 28.06± 2.87 µg/ml suivi par l'extrait éthanolique avec une A_{0.50} de 46.98 ±4.49 µg/ml.

En comparaison avec les antioxydants standards l'extrait éthanolique est moins actif.

L'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* représente l'extrait le plus actif avec une A_{0.50} de l'ordre de 19.24 ±0.21 µg/ml suivi par l'extrait d'acétate d'éthyle avec une A_{0.50} de 170.45± 2.03µg/ml.

En comparaison avec les antioxydants standards (BHT et BHA) l'extrait d'acétate d'éthyle du *Rosmarinus officinalis* est moins actif.

Notre étude est la seule qui a réalisé le test CUPRAC sur les deux plantes *Curcuma longa* et *Rosmarinus officinalis*, par conséquent nos résultats ne peuvent être comparés avec ceux d'autres études.

2.3. Test ABTS

Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS, l'absorbance est mesurée à 734 nm.

Le profil de la microplaque obtenue est représenté à la figure 23.

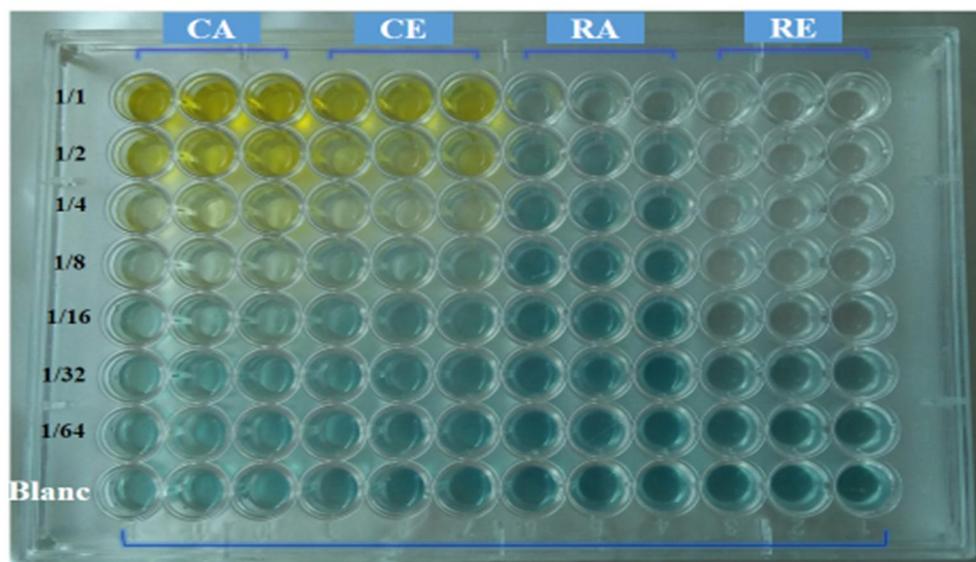


Figure 23 : Profil de la microplaque de dosage de l'activité antiradicalaire (ABTS).

Les figures (24) et (25) représentent les histogrammes des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations de chaque extrait obtenus à partir des valeurs expérimentales. Nous observons que le taux d'inhibition augmente en fonction de l'augmentation de la concentration utilisée. Le BHA et le BHT utilisés comme standards présentent les pourcentages d'inhibition les plus élevés.

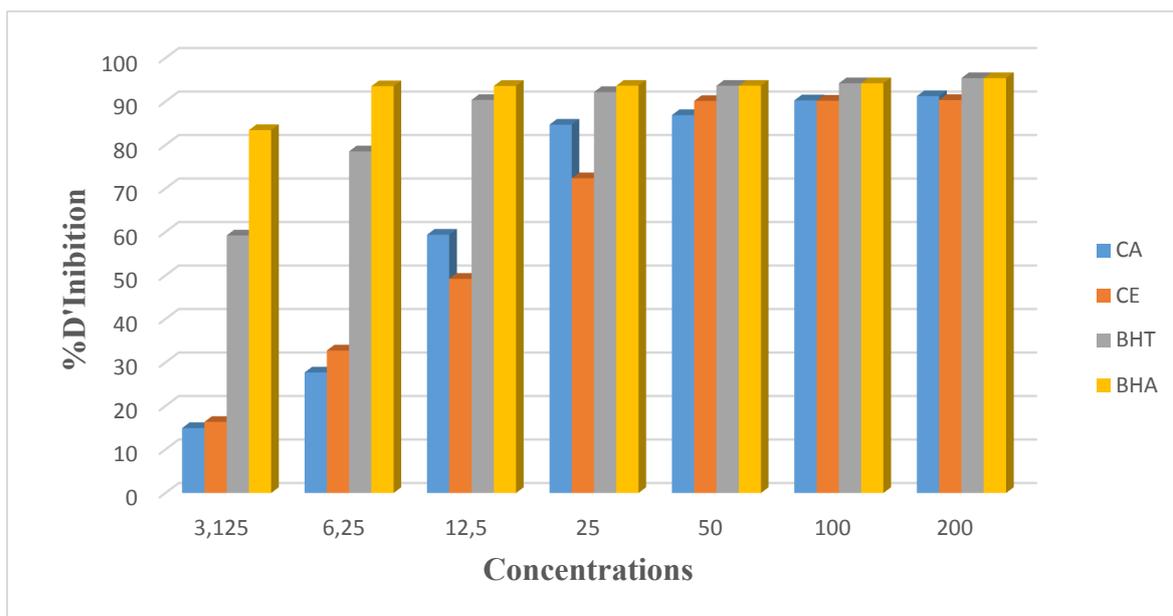


Figure 24 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du *Curcuma longa* (ABTS).

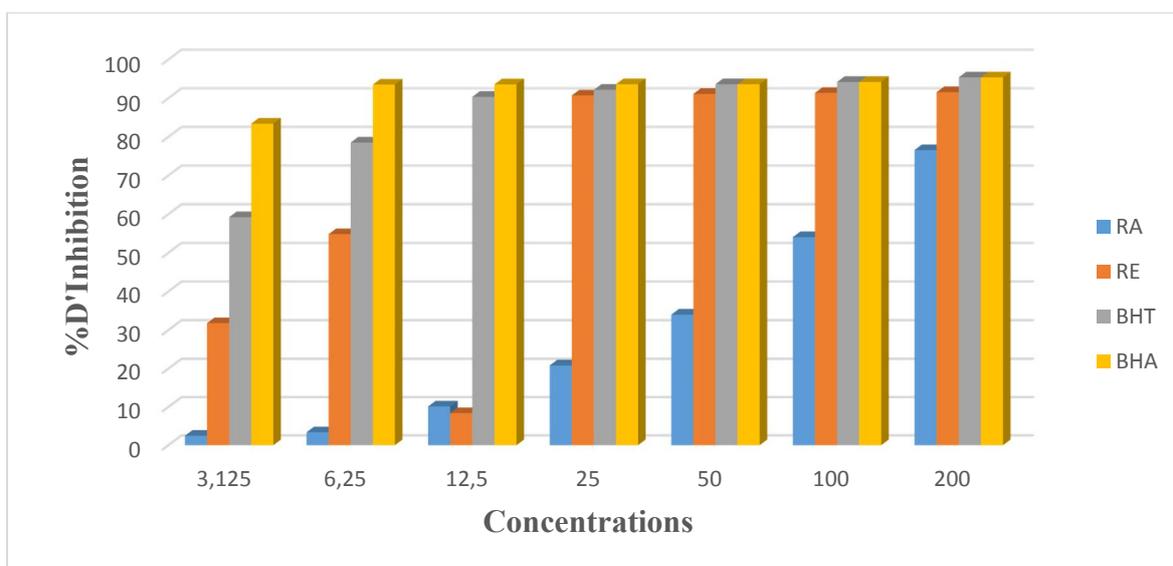


Figure 25 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du *Rosmarinus officinalis* (ABTS).

Le tableau 9 montre l'activité antioxydante des extraits des deux plantes comparés aux BHA et BHT.

Tableau 9 : Valeurs d'IC₅₀ du test ABTS pour les extraits des deux plantes.

Plantes/Standards	Extraits/Standards	CI ₅₀ (µg/ml)
<i>Curcuma longa L</i>	Acétate d'éthyle	9.18 ± 2.11
	Ethanol	13.88 ± 0.73
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Acétate d'éthyle	94.19 ± 8.74
	Ethanol	5.96 ± 0.27
Standards	BHT	1.29 ± 0.30
	BHA	1.81 ± 0.10

Les résultats obtenus montrent que l'extrait éthanolique du *Curcuma longa* a présenté une activité faible par rapport à celle d'acétate d'éthyle avec des CI₅₀ de 13.88± 0.73 et 9.18±2.11 respectivement.

Les deux extraits ne présentent pas une différence importante entre eux mais les valeurs sont plus élevées par rapport à celle du BHT et BHA.

L'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* a présenté l'activité anti-radicalaire la plus élevée avec une CI₅₀ de 5.96±0.27 µg/ml suivi par l'extrait d'acétate d'éthyle avec une CI₅₀ 94.19± 8.74 µg/ml

En comparaison avec les antioxydants standard l'extrait d'acétate d'éthyle du *Rosmarinus officinalis* est le plus faible.

Le taux estimé de l'activité antiradicalaire pour l'extrait éthanolique du *Curcuma longa* dans notre étude se rapproche légèrement de celui de deux autres études (Wojdyło et al., 2007, Tuba et Ilhami 2008) avec des CI₅₀ de 19.5 ± 0.45 µg/ml et 18.07µg/ml respectivement.

L'activité antioxydante de notre extrait éthanolique de la plante *R.officinalis* est supérieure à celle obtenu par Wojdyło et al. (2007) avec une CI₅₀ éthanolique de 38.7 ± 0.11 µg/ml ainsi que Dorman et al. (2003) qui ont trouvé une activité anti-radicalaire de 14.1 ±3.8 µg/ml au cours d'une étude réalisée pour la caractérisation des propriétés antioxydantes d'herbes sélectionnées de Lamiaceae.

2.4 Activité superoxyde DMSO alcalin

Le profil de la microplaque obtenue pour l'estimation de l'activité superoxyde DMSO alcalin est représenté à la figure 26.

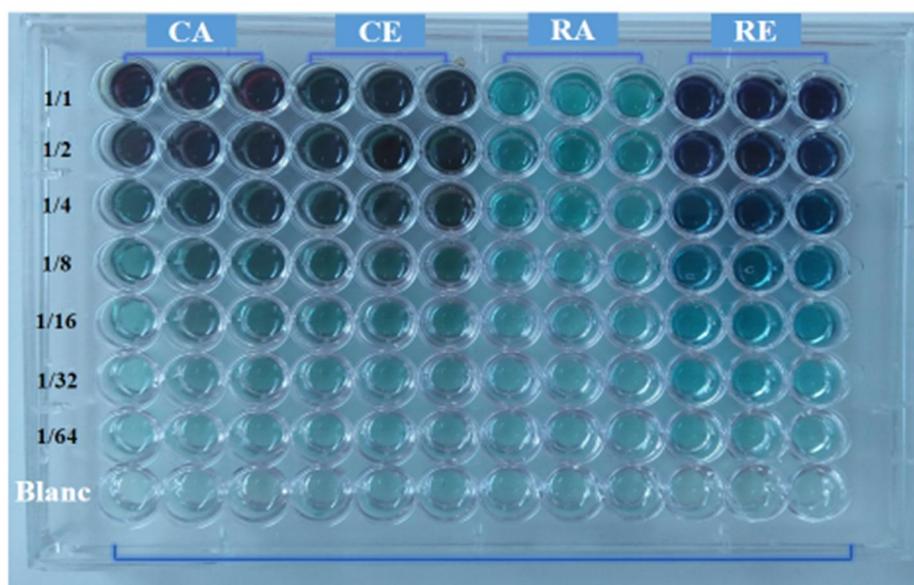


Figure 26 : Profil de la microplaque de dosage de l'activité antiradicalaire (DMSO).

Les figures (27) et (28) représentent les histogrammes des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations de chaque extrait obtenus à partir des valeurs expérimentales. Nous observons que le taux d'inhibition augmente en fonction de l'augmentation de la concentration utilisée. Le BHA et le BHT utilisés comme standards présentent les pourcentages d'inhibition les plus élevés.

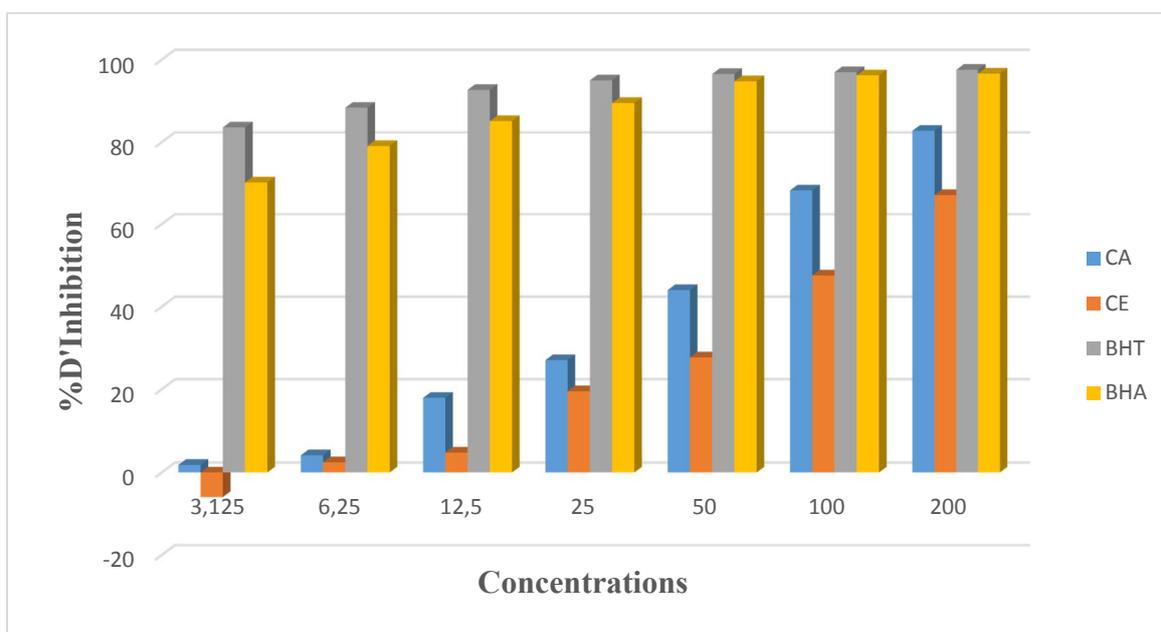


Figure 27 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du *curcuma longa* (DMSO).

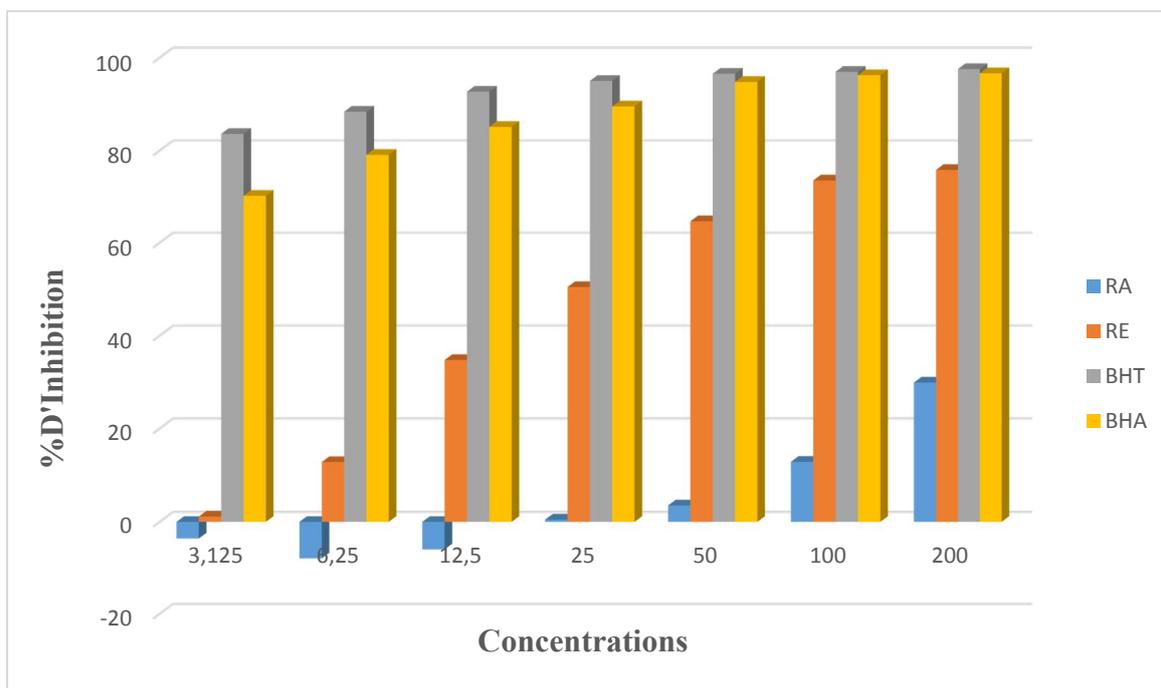


Figure 28 : Histogramme représentant le pouvoir d'inhibition des différents extraits du *Rosmarinus officinalis* (DMSO).

Le tableau 10 montre l'activité superoxyde DMSO alcalin lorsque l'absorbance dans cette méthode est mesurée à 560 nm, les résultats obtenus sont comparés aux normes BHA et BHT.

Tableau 10 : Valeurs d'IC₅₀ de l'activité superoxyde DMSO alcalin pour les extraits des deux plantes.

Plantes/Standards	Extraits/Standards	CI ₅₀ (µg/ml)
<i>Curcuma longa L</i>	CA	61.00 ± 2.29
	CE	126.80 ± 3.98
<i>Rosmarinus officinalis</i>	RA	NA
	RE	29.12 ± 1.58
Standards	BHT	< 3,125
	BHA	< 3,125

Nous constatons que la fraction acétate d'éthyle du *Curcuma longa* révèle une capacité antioxydante plus élevée que celle de la fraction éthanolique avec des CI₅₀ égale à 61.00 ± 2.29 µg/ml et 126.80 ± 3.98 µg/ml respectivement. Les deux activités présentent une différence significative entre eux et avec les standards

Pour l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* la CI₅₀ est de l'ordre de 29.12 ± 1.58 µg/ml. Cette valeur est plus élevée par rapport à celle de BHT et BHA.

Notre étude est la seule qui a réalisé le test de l'activité superoxyde DMSO alcalin sur les deux plantes *Curcuma longa* et *Rosmarinus officinalis*, par conséquent nos résultats ne peuvent être comparés avec ceux d'autres études.

Conclusion

Conclusion et perspectives

Les plantes aromatiques et médicinales sont la source de la majorité des antioxydants naturels et elles restent encore sous exploitées dans le domaine médicale. Dans l'industrie pharmaceutique, sachant que les antioxydants contribuent de manière significative à la prévention des maladies, le développement de nouveaux médicaments à base d'antioxydants d'origine naturelle doit être à l'ordre du jour.

Notre investigation est portée sur le dosage des antioxydants présents dans les deux plantes sélectionnées et l'évaluation de leurs activités antioxydantes par le biais de quatre méthodes DPPH, CUPRAC, ABTS, DMSO.

Les teneurs en composés phénoliques totaux révèlent que la teneur la plus élevée des polyphénols est constatée dans la fraction éthanolique du *Rosmarinus officinalis* $25,70 \pm 1,83 \mu\text{g}/\text{mg}$. Le dosage des flavonoïdes montre que l'extrait éthanolique du *Curcuma longa* présente la valeur la plus élevée $16,31 \pm 1,32 \mu\text{g}/\text{mg}$.

L'activité antioxydante des deux extraits (éthanolique, acétate d'éthyle) montre que l'activité antiradicalaire (DPPH) est supérieure dans l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* avec une CI_{50} de $9.16 \pm 0.89 \mu\text{g}/\text{mg}$. Aussi nous avons constaté pour l'activité antioxydante par la méthode CUPRAC que l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* avait l'activité la plus élevée ($\text{CI}_{50} = 19.24 \pm 0.21 \mu\text{g}/\text{mg}$). Pour l'effet scavenger à l'ABTS la fraction éthanolique du *Rosmarinus officinalis* présente l'activité la plus élevée ($\text{CI}_{50} = 5.96 \pm 0.27 \mu\text{g}/\text{mg}$). L'activité Superoxyde DMSO alcalin est élevée dans l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* $29.12 \pm 1.58 \mu\text{g}/\text{mg}$.

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons dire que *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa* sont riches en phénols totaux et flavonoïdes ; les extraits donne une bonne activité antioxydante dans la capacité de piégeage de radicaux libres (DPPH) et l'effet scavenger à l'ABTS.

Nos résultats sont basés sur l'exploration de l'activité antioxydante des deux plantes d'étude, aux perspectives il reste à compléter ce travail par l'investigation de :

- L'étude des possibles activités biologiques de ces extraits afin de mettre en évidence d'éventuelles activités : anti-inflammatoire, antimicrobienne.

- L'inclusion d'autres paramètres pour l'optimisation de l'extraction des antioxydants.
- La caractérisation des composés actifs dans les différents extraits en vue d'identifier les différentes molécules responsables des différentes activités biologiques de ces deux plantes.

L'ensemble de ces résultats obtenus *in vitro* ne constitue qu'une première étape dans l'investigation du pouvoir antioxydant de ces deux plantes ; une étude *in vivo* est souhaitable, pour obtenir une vue plus approfondie sur leurs effets.

*Références
bibliographiques*

Adersen A., Gauguin B., Gudiksen L., Jäger A K. (2006). Screening of plants used in Danish folk medicine to treat memory dysfunction for acetylcholinesterase inhibitory activity. *J Ethnopharmacol.* 104:418-422.

Afonso V., Champy R., Mitrovic D., Collin P., Lomri A .(2007). *Revue du Rhumatisme.* Rhumatisme.Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases. Rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue médicale.* 74 ; 636-643.

Akram., shahab-uddin ., Afzal Ahmed ., khan usmanghani., Abul Hannan., E Mohiuddin ., M Asif. (2010). review article: curcuma longa and curcumin.

Albert ., Leung., Steven Foster. (1996). *Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used In Foods, Drugs, And Cosmetics,* 2ème édition, Awrley- interscience publication, 445.

Alkurd A., Hamed T., R Al-Sayyed H. (2008).Tannin Contents of Selected Plants Used in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 4: 265 – 274.

Aneta Wojdyło a., Jan Oszmian 'ski a., Renata Czemerys b .(2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs.

Antolovich M., Prenzler D., Patsalides E ., McDonald ., S Robards .(2002). Methods for testing antioxidant activity. *Analyst,* 127, 183-198.

Apak R ., Guclu K., Ozyurek M., Karademir.S.E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, Using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method. *J. Agric. Food. Chem.,* 52, 7970–7981.

Arnao M ., Cano A., Acosta M. (2001).The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem ,* 73, 239-244.

Arslan D., Musa Ozcan M. (2007). Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy Conversion and Management.*

Aruoma I., Spencer, J P E., Rossi, R., Aeschbach, R., Khan, A., Mahmood, N., Munoz, A., Murcia, A., Butler, J., Halliwell, B. (1996). An Evaluation of the Antioxidant and Antiviral Action of Extracts of Rosemary and Provençal Herbs. *Food and Chemical Toxicology.* 34: 449-456.

Atik bekkara F., Bousmaha, L., Taleb bendiab S A ., Boti J B., Casanova J. (2007). Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie & Santé.* 7: 6-11.

Bakirel T .,Bakirel U., Keleş O U., Güneş Ü S., Yardibi H .(2008). In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *J Ethnopharmacol.* 116:64-73.

Balentine C ., W Crandall P G., O'Bryan C A .(2006) .The pre-and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and during storage of ground beef. *Meat Science.*73, 413-421.

- Bartosz, G.** (2003). Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comments on Toxicol.*, 9, 5-21.
- Basnet P., Tho I., Skalko B.** (2010). Curcumin, A Wonder Drug of 21st Century: Liposomal Delivery System Targeting Vaginal Inflammation. 5th International Congress on Complementary Medicine Research. Troms. Norway. Abstract Number A9M2K9C.
- Belakhdar J.** (1997). pharmacopée marocaine traditionnelle. Idis PRESS (Ed). Paris, 764.
- Bellakhdar Jamal.** (2006). Précis de phytothérapie moderne ; plantes médicinales au Maghreb et soin de base / Ed le Fennec. 294-295.
- Beloued A .** (1998). Plantes médicinales d'Algérie. 2^{ème} Edition .Office des publications.
- Benavente-García O., Castillo J., Lorente J.** (2000). Antioxidant activity of phenolics extracted from *olea europaea* L leaves. *Food Chem.*. 68, 457-462.
- Beniston Ws ., Nt .** (1983). Fleurs d'Algérie, Zighoud youcef Alger.
- Bensouici chawki .** (2015). Etude phytochimique et évaluation des activités biologiques de deux plantes du genre *Sedum* (Crassulaceae).
- Benzie I F., Strain J.** (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239, 70-76.
- Birt DF., Hendrich S., Wang W.** (2001). Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids, 90(2-3):157-77.
- Bouhadjra .** (2011). étude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge, thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
- Bourgaud F., Gravot A., Milesi S., Gontier E.** (2001). Production of plant secondary metabolites: a historical perspective, *Plant Science*. 161; 839-851.
- Brand-Williams W., Cuvelier ME., Berset C.** (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol*. 28 ; 25–30.
- Bravo Laura.** (1998). Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance, *Lead Review Article*, 317-333.
- Bousbia N.** (2011). « Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires » ; thèse de doctorat ; université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- Burda S., Oleszek W.** (2001). Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *J. Agric. Food Chem.*, 49 (6), 2774-2779.

Cavin .(1999). Investigation phytochimique de trois plantes Indonésiennes aux propriétés antioxydante et antiradicalaire : *Tinospora crispa* (Ménispermacées), *Merremia emarginata* (Convolvulacées) et *Oropea enneandra* (annonacées). Thèse de Doctorat, Lausanne, 241.

Chignell C F., Bilski P., Reszka K J., Motten AG., Sik RH., Dahl T A.(1994). Spectral and photochemical properties of curcumin. *Photochemistry and Photobiology*. Vol. 59, No. 3, ISSN 1751-1097 : 295-302.

Christelle H.(2010). le curcuma de l'épice au médicament. Thèse doctorat université Henri Poincare Nancy: 17.18.

Crozier .(2003). Classification and biosynthesis of secondary plant products: An overview. In:Goldberg G (ed) *Plants: Diet and Health*. British Nutrition Foundation, Chapman Hall, Londres . 27-48.

David B., Haytowitz Joanne .,M. Holden .(2011). USDA National Nutrient Database for standard reference.

Defraigne J .(2001). Stress oxydant,antioxydants et exercice physique. *Vaisseaux Coeur Poumons*. 6; 1-3.

Delaveau .(1987). Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments. Paris. Albin Michel. 130-136.

Diallo. (2005) . Etude de la phytochimie et des activites biologiques de *Syzygium guineense* willd. (myrtaceae). Diplôme d'état pour le grade de docteur en pharmacie. 16.

Di Carlo Giulia ., Mascolo Nicola., Izzo Angelo A., Capasso Francesco. (1999). Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs, *Life Sciences*, 65(4): 337–353.

Djemai Zoughlache. (2008). Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L, mémoire magister, Université -El Hadj Lakhder –Batna.

Dorman H J D., Peltoketo A., Hiltunen R., Tikkanen M J. (2003). Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. Elizabeth Kunchandy, Rao MNA. Oxygen radical scavenging activity of curcumin. *Int J Pharm*. 1990 ; 58: 237-240.

Escuder O. (2007). Plantes médicinales mode d'emploi. Paris : Ulmer, 255. *d Chem*. 83: 255-262.

Favier. (2003). Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*. 108-11.

Favier A. (2006). Stress oxydant et pathologies humaines. *Ann. Pharm. Fr . Mémoire des Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus L.* 64: 390-396.

Fernandez-lopez J., Zihni, N., Aleson-carbonel L., Pérez-Alvarez J., Kuri V. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat science* .69:371-380.

Fridovich. (1995). Superoxide radical and superoxide dismutases. *Ann Rev Biochem* 64: 97-112.

Gayatri Nahak., Rajani Kanta Sahu. (2011). Evaluation in comparative antioxidant activity of *Curcuma longa* & *Curcuma aromatic* (INDIA).

Gillij Y G., Gleiser R M., Zygodlo J A. (2008). Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina 2507-2515.

Gladine C., Morand C., Rock E., Bauchart D., Durand D. (2007). Plant extracts rich in polyphenols (PERP) are efficient antioxidants to prevent lipoperoxidation in plasma lipids from animals fed n-3 PUFA supplemented diets. *Animal Feed Science and Technology*. 136: 281-296.

Grugeau. (1995). *Curcuma longa* L. Thèse de doctorante en pharmacie. Université limoge.

Hambaba K., Boudjellal M., Abdeddaim M C., Aberkane K., Boudiaf. (2012). Étude in vitro des activités antimicrobienne et antioxydante des extraits du fruit d' *Elaeagnus angustifolia* L. *Phytochemistry*, 350–356.

Halvorsen B L., Carlsen M.H., Philip K M., Bohlen S K., Holte K., Jacobs D R., BLOMHOFF J.R. (2006). Content of redox-active compounds (antioxidants) in foods consumed in the United States *Am J Clin Nutr*. 84; 95-135.

Havsteen. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol, Therapeutics*, 96, 67-202.

Ibañez E., Kubátová A., Señoráns F J., Cavero S., Reglero G., Hawthorne S B Subcritical (2003). water extraction of antioxidant compounds from rosemary Plants. *Journal of Agricultural and Food Chem.*, 51 (2): 375-382.

Ichai Carole., Quintard Hervé., Orban Jean-Christophe. (2011). *Désordres métaboliques et reanimation*. Springer . 427-439.

Igor Passi L B. (2002). Etude des activités biologiques de *Fagara zanthoxyloides* Lam. (Rutaceae). Thèse Pharmacie, Bamako; 133 .

Il-Suk Kim 1., Mi-Ra Yang 1., Ok-Hwan Lee., Suk-Nam Kang. (2011). Department of Animal Resources Technology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Gyeongnam, 660–758.

Itokawa H., Shi Q., Akiyama T., Morris-Natschke S., Lee K.H. (2008). Recent advances in the investigation of curcuminoids.

Jansen P C M., Grubben G J H., Cardon D. (2005). Ressources végétales de l'Afrique tropicale 3. Colorants et tanins. Wageningen. Pays-Bas : PROTA : 238.

Jayaprakasha G K L., Jagan M R. (2005). Chemistry and biological activities of *C. longa*. Trends in Food Science & Technology. 533-548.

Jean-Pierre Jourdan. (2016). Thèse pour le diplôme d'état de docteur en France, universités de caen.

Kamal Fadilil., Smail Amalichi ., Soro K. N'DEDIANHOUA1., Mohammed Bouachrine ., Malika MAHJOUBI1., Fatima EL HILALI1., Touria ZAIR1. (2015) Polyphenols content and antioxidant activity of two species from Moroccan HighAtlas: *Rosmarinus officinalis* and *Thymus satureioides*.

Lee J H ., Chung M G. (2011). Determination of Curcuminoid Colouring Principles in Commercial Foods by HPLC. Food Chemistry, 124 (3), 1217–1222.

Levrant J., Iwase H., Shao ZH., Vanden Hoek TL., Schumacker PT. (2003). Cell death during ischemia: relationship to mitochondrial depolarization and ROS generation. Am J Physiol Heart Circ Physiol 284: 549-58.

Lien E J., Ren S., Bui H H., Wang R. (1999). Quantitative structure-activity relationship analysis of phenolic antioxidants. Free Radic. Biol. Med., 26, 285-294.

Lucchesi M E., Chemate F., Smadja J .(2004). Flavour And Fragrance Journal Flavour Fragr. J. ; 19: 134–138.

Manach Claudine., Augustin Scalbert., Christine Morand., Christian Rémésy., Liliana Jiménez. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability, American journal for Clinical Nutrition, 79:727– 747.

Martini M C. (2011). « Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie » ; Edition Lavoisier . 358.

Med-Chclist. (1986) .Edition W.Greuter.H.M.Burdet-volume : 3; 2316.

Mekhloufi A. (2013). 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.

Middleton E Jr., Kandaswami C., Theoharides TC. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer, pharmacological reviews, 52:673–751

Miller N J., Rice-Evans C A. (1997).The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. Food. Chem., 60, 331-337.

Mohammedi Z. (2005). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et falvonoides de quelques plantes de la région du Tlemcen , Thèse de magistère , Université-Abou Bakr Belkaid-Telemcen.

Muzon Ozcan. (1999). Antioxydant Activity of Rosmary, 50(50), 355.

Naciye Erkan., Guler Ayranci., Erol Ayranci .(2008). Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol Turkey.

Nassu R T., Guaraldo Goncalves L A., Azevedo Pereira da Silva M A., Beserra F J.(2003). Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science*. 63: 43-49.

Okamura N., Haraguchi H., Hashimoto K ET Yaghi A. (1994). Flavonoids in *Rosmarinus officinalis* leaves. *Phytochemistry*, 37 (5): 1463-1466.

Özkan G., Kuleaoan H., Çelik S., Gokturk R S., Ünal O. (2007). Screening of Turkish endemic *Teucrium montbretii* subsp. *pamphylicum* extracts for antioxidant and antibacterial activities. *Food Control*, 18: 509–512.

Parejo I., Viladomat F .,Bastida J., Rosas-Romero A., Flerlarge N., Burillo J., Codina C. (2002). comparaison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herb and aromatic plante.

Penso G. (1986). *Les plantes médicinales dans l'art et l'histoire*. Paris. Roger Da Costa.

Perry M C. (2008). Evaluation de la curcumine comme agent anti-cancéreux dans le traitement des tumeurs cérébrales. Thèse doctorat université Montréal.

Pincemail J., Meurisse M., Limet R., Defraigne JO. (1999). L'évaluation du stress oxydatif d'un individu : une réalité pour le médecin. *Vaisseaux, Coeur, Poumons*, 4, (5).

Pincemmail J., Lecomte J., Collart E., Castiaux J.P., Defraigne J. (2001). Stress oxydant,antioxydants et exercice physique. *Vaisseaux Coeur Poumons*. 6; 1-3.

Prajapati V., Tripathi A K., Aggarwal K K., Khanuja S P S .(2005) .Insecticide, repellent 1749-1757.

Prasad N S., Sarasija S. (1997). Spectrophotometric estimation of curcumin. *Indian Drugs*. vol. 34, ISSN 0019-462X: 227-228.

Preetha A ., Chitra S., Sonia J., Ajaikumar B K., Bharat B Aggarwal. (2008). Curcumin and cancer: An “old-age” disease with an “age-old” solution *Revue Elsevier. Cancer Letters* 267:133.

Piozzi F .(1996). composition and antioiidant and antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *stachys inflata* benth from iran Vol : 6, 146.

QUEZEL P., SANTA S .(1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, CNRS, Paris. 600(1963).

Rahman A U. (2005). Studies in natural products chemistry: Bioactive natural products. Part K, Elsevier, USA.

Ramos Sonia. (2007). Effects of dietary flavonoids on apoptotic pathways related to cancer chemoprevention, nutritional biochemistry. 18: 427–442.

Rasooli I., Fakoor M H., Yadegarinia D., Gachkar L., Allameh A., Rezaei M B. (2008) Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *International J of Food Microbiology*.122:135-139.

Ricardo J M da Silva., N Darmon., Y Fernandez., S Mitjavila .(1991). Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds. *J. Agric. & Food Chem.*, 39, 549-1552.

Rice-Evans C A., Miller N J., Bolwell P G., Bramley P M., Pridham J B.(1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic. Res.*, 22, 375-383.

Richier S., Merle PL., Furla P., Pigozzi D., Sola F., Allemand. D. (2003). Characterization of superoxide dismutases in anoxia- and hyperoxia-tolerant symbiotic cnidarians. *Biochim Biophys Acta* 1621: 84-91.

R Pellegrini N., Proteggente A., Pannala M., Yang C., Rice- Evans .(1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol & Med.*, 26, 1231-1237.

Romero M., Arraez-Roman D., Segura-Carretero A., Fernandez-Gutierrez A. (2006). Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41; 1220-1234.

Sacchetti G., Maietti S., Muzzoli M., Scaglianti M., Manfredini S., Radice M., Bruni R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chem*. 91: 621-632.

Sebranek J G., Sewalt V J H., Robbins K L., Houser TA. (2005). Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*.69: 289-296.

Shahide N. (2016). Valeurs thérapeutique de curcuma. Laboratoire phytomisan France.

Sharma Om P., Bhat T K .(2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food chem.*, 113 (4), 1202.

Shen L., Ji H F. (2007).Theoretical study on physicochemical properties of curcumin. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*: 619–23.

Singleton V L., Ross J.A. (1965). - Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagent, *Am. J. Enol. Vitic*, 16: 144- 158.

Singletary K W. (1996). Rosemary extract and carnosol stimulate rat liver glutathione-S-transferase and quinone reductase activities. *Cancer Letters*. 100: 139-144.

Slamenova D., Kuboskova K., Horvathova E., Robichova, S. (2002). Rosemary-stimulated reduction of DNA strand breaks and FPG-sensitive sites in mammalian cells treated with H₂O₂ or visible light-excited Methylene Blue. *Cancer Letters*. 177: 145-153.

SVOBODA K. SVOBODA T. (2000). Secretory structures of aromatic and medicinal plants. Ed: MICROSCOPIX PUBLICATIONS. 7-12.

Tsai P G., Tsai T H., Ho S C. (2007). In vitro inhibitory effects of rosemary extracts on growth and glucosyltransferase activity of streptococcus sodrinus. *Food chem.*

Tu Y C, Lian T W., Yen J H., Chen Z T., Wu M J. (2007). Antiatherogenic effects of kaempferol and rhamnocitrin. *J. Agric. Food Chem.*, 55(24), 9969-9976.

Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M.T., Mazur M., Telser J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int. J. Biochem. Cell. Biol.* 39 ; 44-84.

Visanji J M., Thompson D G., Padfield P J. (2006). Induction of G2/M phase cell cycle arrest by carnosol and carnosic acid is associated with alteration of cyclin A and cyclin B1 levels. *Cancer Letters*. 237: 130-136.

Vuorela S. (2005). Analysis, isolation, and bioactivities of rapeseed phenolics. université Helsinki.

Wang W., Wu N., Zu Y G., Fu Y J. (2008). Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. *Food Chem.* 108: 1019-1022.

Weckesser S., Engel K., Simon-Haarhaus B., Wittmer A., Pelz K., Schempp C M. (2007). Screening of plant extracts for antimicrobial activity against bacteria and yeast with dermatological relevance. *Phytomedicine* 7-8.

Woodman Owen L., Chan Elsa CH. (2004). Vascular and anti-oxidant actions of flavonols and flavones, *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 31: 786-790.

Wojdilo A., Jan O., Czemerys R (2007). Antioxidant activity and the phenolic compounds in 32 selected herbs 940-949.

Wun C. (2003). Safty and antiinflammatory activity of curcumin. *Compoment Med Res.* 131; 682-91.

Yang R Y., Lin S., Kuo G. (2008). Content and distribution of flavonoids among 91 edibles plant species. *Asia of pacific journal of clinical nutrition.* 17 (S1): 275-279.

Young I.S., Woodside J.V. (2001). Antioxidant in health. *Science.* 54 (3); 176-186.

Résumé

Rosmarinus officinalis et *Curcuma longa* sont deux plantes aromatiques utilisées depuis l'antiquité en médecine traditionnelle. Elles possèdent de multiples effets thérapeutiques et une variété d'activités biologiques ; sur cette base nous nous sommes intéressés à l'évaluation de leur activité antioxydante.

Les extraits organiques ont été obtenus par macération en utilisant deux solvants : le méthanol et l'acétate d'éthyle. Notre travail a porté sur l'étude des extraits des deux plantes en évaluant la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante. En effet la teneur totale en composés phénoliques a été déterminée en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu à l'aide de l'acide gallique utilisé comme phénol standards tandis que les flavonoïdes ont été quantifiés par le dosage direct par le tri-chlorure d'aluminium dont la quercétine est utilisée comme standards. Les teneurs en composés phénoliques totaux révèlent que la teneur la plus élevée des polyphénols est constatée dans la fraction éthanolique du *Rosmarinus officinalis* ($25,70 \pm 1,83 \mu\text{g} / \text{mg}$) de même le dosage des flavonoïdes montre que l'extrait éthanolique du *Curcuma longa* présente la valeur la plus élevée ($16,31 \pm 1,32 \mu\text{g} / \text{mg}$).

Ensuite l'activité antioxydante in vitro des différents extraits a été évaluée par quatre méthodes : le piégeage du radical libre DPPH, le CUPRAC, l'ABTS et le superoxyde DMSO alcalin. L'activité antioxydante de nos extraits montre que l'activité antiradicalaire (DPPH) est supérieure dans l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* avec une CI_{50} de $9.16 \pm 0.89 \mu\text{g} / \text{ml}$. Nous avons constaté pour l'activité antioxydante par la méthode CUPRAC que l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* avait l'activité la plus élevée $19.24 \pm 0.21 \mu\text{g} / \text{mg}$. Pour l'effet scavenger à l'ABTS la fraction éthanolique du *Rosmarinus officinalis* présente l'activité la plus élevée $5.96 \pm 0.27 \mu\text{g} / \text{mg}$. L'activité superoxyde DMSO alcalin est élevée dans l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* $29.12 \pm 1.58 \mu\text{g} / \text{mg}$.

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons dire que *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa* sont riches en phénols totaux et flavonoïdes ; les extraits donne une bonne activité antioxydante dans la capacité de piégeage de radicaux libres (DPPH) et l'effet scavenger à l'ABTS.

Mots clés : *Rosmarinus officinalis*, *Curcuma longa*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, DPPH, CUPRAC, ABTS, DMSO.

Abstract

Rosmarinus officinalis and *Curcuma longa* are two aromatic plants used since ancient times in traditional medicine. They have multiple therapeutic effects and a variety of biological activities; on this basis we are interested in the evaluation of their antioxidant activity.

The organic extracts were obtained by maceration using two solvents: methanol and ethyl acetate. Our work focused on the study of the extracts of both plants by evaluating the content of phenolic compounds and the antioxidant activity. In fact, the total content of phenolic compounds was determined using the Folin-Ciocalteu reagent using standard gallic acid used as phenol while the flavonoids were quantified by the direct measurement by tri-aluminum chloride. whose quercetin is used as standards. The levels of total phenolic compounds reveal that the highest content of polyphenols is found in the ethanolic fraction of *Rosmarinus officinalis* ($25.70 \pm 1.83 \mu\text{g} / \text{mg}$) and the flavonoid assay shows that the ethanolic extract of *Curcuma longa* has the highest value ($16.31 \pm 1.32 \mu\text{g} / \text{mg}$).

Then, the in vitro antioxidant activity of the various extracts was evaluated by four methods: free radical scavenging DPPH, CUPRAC, ABTS and alkaline DMSO superoxide. The antioxidant activity of our extracts shows that the antiradical activity (DPPH) is superior in the ethanolic extract of *Rosmarinus officinalis* with an IC₅₀ of $9.16 \pm 0.89 \mu\text{g} / \text{ml}$. We found for the antioxidant activity by the CUPRAC method that the ethanolic extract of *Rosmarinus officinalis* had the highest activity $19.24 \pm 0.21 \mu\text{g} / \text{mg}$. For the scavenger effect at ABTS the ethanolic fraction of *Rosmarinus officinalis* has the highest activity $5.96 \pm 0.27 \mu\text{g} / \text{mg}$. Alkaline DMSO superoxide activity is high in the eolic extract of *Rosmarinus officinalis* $29.12 \pm 1.58 \mu\text{g} / \text{mg}$.

According to the results obtained in this study, we can say that *Rosmarinus officinalis* and *Curcuma longa* are rich in total phenols and flavonoids, the extracts gives a good antioxidant activity in the free radical scavenging capacity (DPPH) and the scavenger effect at the same time. ABTS.

Key words: *Rosmarinus officinalis*, *Curcuma longa*, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, DPPH, CUPRAC, ABTS, DMSO.

ملخص

لديهم العديد من الآثار العلاجية ومجموعة متنوعة من الأنشطة البيولوجية. على هذا الأساس نحن مهتمون في تقييم نشاطهم المضاد للأكسدة.

تم الحصول على المستخلصات العضوية عن طريق النقع باستخدام مذيبين: الميثانول وأسيئات الإيثيل. ركز عملنا على دراسة مستخلصات كلا النباتين من خلال تقييم محتوى المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة. وبالفعل تم تحديد المحتوى الكلي من المركبات الفينولية باستخدام كاشف Folin-ciocalteu باستخدام حمض الغال تستخدم الفينول القياسية في حين كانت كمية مركبات الفلافونويد التي كتبها مباشر فحص الألومنيوم ثلاثي كلوريد يستخدم كيرسيتين كمعايير. عرض المحتويات من إجمالي الفينول التي يتم العثور على محتوى أعلى من البوليفينول في جزء الإيثانول من المخزنية إكليل الجبل (1.83 ± 25.70 ميكروغرام / ملغ) من نفس الجرعة من الفلافونويد يدل على أن استخراج الإيثانول من كركم لونغا لديها أعلى قيمة (16.31 ± 1.32 ميكروغرام / ملغ).

بعد ذلك، تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة في المختبر من خلال المستخلصات المختلفة من خلال أربع طرق: الكسح الجذور الحر DPPH، CUPRAC، ABTS و superoxide DMSO. ويبين نشاط مضادات الأكسدة لمقتطفاتنا أن النشاط المضاد (DPPH) متفوق في المستخلص الإيثانولي لـ *Rosmarinus officinalis* مع IC50 من 0.89 ± 9.16 ميكروغرام / مل. وجدنا لنشاط مضادات الأكسدة من خلال طريقة CUPRAC أن المستخلص الإيثانولي لـ *Rosmarinus officinalis* كان أعلى نشاط 0.21 ± 19.24 ميكروغرام / ملغ. لتأثير زبال في ABTS فإن الجزء الإيثانولي من *Rosmarinus officinalis* له أعلى نشاط 0.27 ± 5.96 ميكروغرام / ملغ. إن نشاط الأكسيد الفائق DMSO عالي في المستخلص الأيوليكي لـ *Rosmarinus officinalis* 1.58 ± 29.12 ميكروغرام / ملغ.

وفقا للنتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة، يمكننا أن نقول أن *Rosmarinus officinalis* و *Curcuma longa* غنية في مجموع الفينولات وفلافونويدس. المستخلصات يعطي نشاط مضادات الأكسدة جيدة في قدرة الكسح الجذور الحرة (DPPH) وتأثير زبال إلى ABTS.

الكلمات المفتاحية: *Rosmarinus officinalis*، *Curcuma Longa*، flavonoids، polyphenols، نشاط مضادات الأكسدة، DPPH، CUPRAC، ABTS، DMSO.

Nom et prénom :

- BRAHIMI Ikram
- TERRAI Rayene

Date de soutenance : 1/07/2018

**Thème Evaluation de l'activité antioxydante des deux plantes
Rosmarinus officinalis et *Curcuma longa***

Résumé

Rosmarinus officinalis et *Curcuma longa* sont deux plantes aromatiques utilisées depuis l'antiquité en médecine traditionnelle. Elles possèdent de multiples effets thérapeutiques et une variété d'activités biologiques ; sur cette base nous nous sommes intéressés à l'évaluation de leur activité antioxydante.

Les extraits organiques ont été obtenus par macération en utilisant deux solvants : le méthanol et l'acétate d'éthyle. Notre travail a porté sur l'étude des extraits des deux plantes en évaluant la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante. En effet la teneur totale en composés phénoliques a été déterminée en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu à l'aide de l'acide gallique utilisé comme phénol standards tandis que les flavonoïdes ont été quantifiés par le dosage direct par le tri-chlorure d'aluminium dont la quercétine est utilisée comme standards. Les teneurs en composés phénoliques totaux révèlent que la teneur la plus élevée des polyphénols est constatée dans la fraction éthanolique du *Rosmarinus officinalis* ($25,70 \pm 1,83 \mu\text{g} / \text{mg}$) de même le dosage des flavonoïdes montre que l'extrait éthanolique du *Curcuma longa* présente la valeur la plus élevée ($16,31 \pm 1,32 \mu\text{g} / \text{mg}$).

Ensuite l'activité antioxydante in vitro des différents extraits a été évaluée par quatre méthodes : le piégeage du radical libre DPPH, le CUPRAC, l'ABTS et le superoxyde DMSO alcalin. L'activité antioxydante de nos extraits montre que l'activité antiradicalaire (DPPH) est supérieure dans l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* avec une CI_{50} de $9.16 \pm 0.89 \mu\text{g} / \text{ml}$. Nous avons constaté pour l'activité antioxydante par la méthode CUPRAC que l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* avait l'activité la plus élevée $19.24 \pm 0.21 \mu\text{g} / \text{mg}$. Pour l'effet scavenger à l'ABTS la fraction éthanolique du *Rosmarinus officinalis* présente l'activité la plus élevée $5.96 \pm 0.27 \mu\text{g} / \text{mg}$. L'activité superoxyde DMSO alcalin est élevée dans l'extrait éthanolique du *Rosmarinus officinalis* $29.12 \pm 1.58 \mu\text{g} / \text{mg}$.

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons dire que *Rosmarinus officinalis* et *Curcuma longa* sont riches en phénols totaux et flavonoïdes ; les extraits donne une bonne activité antioxydante dans la capacité de piégeage de radicaux libres (DPPH) et l'effet scavenger à l'ABTS.

Mots clés : *Rosmarinus officinalis*, *Curcuma longa*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, DPPH, CUPRAC, ABTS, DMSO.

Laboratoire : Centre de Recherche en Biotechnologie

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : BENNAMOUN L.

Maitre de conférences « B » - UFM Constantine1.

Encadrant : MOUSSAOUI S.

Maitre de conférences « B » - UFM Constantine1.

Co-encadrant : BENSOUICI C.

Maitre de conférences « B » - CRBt

Examinatrice : BENCHIHEUB M.

Maitre de conférences « B » - UFM Constantine1.