الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 2406

جامعة محمد الصديق بن يحي - جيجل

Université Med-Seddik Benyahia –Jijel-

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences de l'environnement et des sciences agronomiques

كلية عـــلوم الطـــبيعة و الحـــياة

قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Biologie**

Option : Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes

Thème

Molécules bioactives et recherche de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de *Lantana camara* et *Schinus molle*

Présenté par :

*BOUMIMEZ Noura

* ROUIBAH Abla

Jury de soutenance :

- **Présidente :** Mme CHEBAB S.
- **Encadrante :** Mme ROULA M.
- **Examinatrice :** Mme LEMZERI R.

Session : .... Juillet 2016

Numéro d'ordre :.../...

Laboratoire de l'écotoxicologie.

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre DIEU le tout puissant, de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté et la force pour l'accomplissement de ce travail

Nous adressons nos remerciements à notre promotrice « Mme Roula Massika» pour ses précieux conseils, ses encouragements, sa patience, sa compréhension et sa gentillesse pendant le suivi de ce travail,

Nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail : la présidente Mme Chebbab S. et l'examinatrice Mme Lemzeri R.

Nos remerciements vont à nos enseignantes Lemzeri R. et Benterrouche I. pour leurs conseils, leur patience et gentillesse, Merci beaucoup.

Nos remerciements vont à l'équipe du laboratoire de la biologie notamment Madjda et Nassiha

Nos derniers remerciements et ce ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont participé de près ou de loin de ce travail.

Abla + Noura

Liste des abréviations..... viii

Liste des figures.....x

Introduction 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Molécules bioactives

I.1. Les composées phénoliques.....3

I.1.1. Définition 3

I.1.2. Les différents types des composés phénoliques 4

I.1.2.1. Les acides phénoliques 4

A. Définition 4

B. Propriétés physico-chimiques 4

I.1.2.2. Les flavonoïdes.....4

A. Définition 4

B. Structure, localisation et fonction.....4

I.1.2.3. Les tanins 6

A. Définition 6

B. Propriétés des tanins 6

C. Les différents types des tanins 6

I.2. Les alcaloïdes.....7

I.2.1. Définition 7

I.2.2. Les différents types d'alcaloïdes 7

I.2.3. Propriétés physico-chimiques.....8

I.3. Les terpenoides 8

I.3.1. Définition 8

1.3.2. Les type de terpènes 9

1.3.3. Propriétés des terpenoides 9

Chapitre II : activités biologiques

II.1.Activité antioxydante.....10

II.1.1.Stress oxydant.....10

II.1.1.1. Les radicaux libres.....10

II.1.1. 2.Les principaux types des radicaux libres.....11

II.1.1.2.1. Espèces libres non oxygénées.....11

II.1.1.2.2. Espèces réactives dérivées de l'oxygène.....11

A. Les principaux types des radicaux libres oxygénés.....11

II.1.2. Les sources de production des radicaux libres dans l'organisme.....12

II.1.3.Oxydation des molécules biologiques.....13

II.1.3.1. Oxydation des protéines.....13

II.1.3.2. Oxydation des lipides membranaires.....13

II.1.3.3. Altération de l'ADN.....14

II.1.2.Les systèmes antioxydants.....15

II.1.2.1.Classification des antioxydants.....15

II.1.2.1.1. Les antioxydants naturels.....15

A. Systèmes antioxydants enzymatiques 15

B. Systèmes antioxydants non enzymatiques.....16

II.1.2.1.2.Les antioxydants de synthèse.....18

II.1.3.Maladies liées au stress.....18

II. 2.Activité antibactérienne 18

II.2.1.Définitions.....18

II.2.2.Classification des antibiotiques.....19

II.2.3. Les différentes familles des antibiotiques.....19

II.2.4. Modes d'action des antibiotiques 19

II.2.5. Mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques.....20

II.2.6. L'antibiogramme 20

II.2.7. La concentration minimale inhibitrice ou CMI.....20

Matériel et méthodes

III.1. Matériel.....21

III.1.1.Matériel végétal.....21

III.1.1.1.Lantana camara 21

III.1.1.2.Schinus molle 23

III.1.2.L'échantillonnage et préparation des échantillons 24

III.1.2.1.La récolte 24

III.1.2.2.Le séchage 24

III.1.2.3.Broyage 24

III.2. Méthode d'analyse 24

III.2.1.Préparation des extraits 24

III.2.1.1.Préparation des extraits aqueux.....24

III.2.1.2.Préparation des extraits méthanolique.....24

III.2.2. Analyses quantitatives des extraits.....25

III.2.2.1. Le rendement d'extraction.....25

III.2.2.2.Dosages des polyphénols totaux 25

III.2.2.3.Dosage des flavonoïdes totaux 26

III.2.2.4.Dosage des tanins.....27

III.3. Tests des activités biologiques.....27

III.3.1.Tests antioxydants.....27

III.3.1.1. Pouvoir réducteur.....28

III.1.1.2. Effet scavenger du radical DPPH.....28

III.3.2.Tests de l'activité antimicrobienne.....30

III.3.2.1. Le choix des bactéries 30

III.3.2.2.Milieux de culture 30

III.3.2.3.Conservation des souches.....31

III.3.2.4.Préparation de l'inoculum.....31

III.3.2.5.Antibiogramme.....31

III.4. Analyse des résultats 32

Résultats et discussion

VI.1.Extraction et dosage des polyphénols.....33

VI.1.1.Rendement d'extraction.....33

VI.1.2. Quantification des composées phénoliques 34

VI.1.2.1. Quantification des composées phénoliques 34

VI.1.2.2.Quantification des flavonoïdes 35

VI.1.2.3. Quantification des tanins 36

VI.2.Evaluation de l'activité biologique.....37

VI.2.1.Evaluation de l'activité antioxydante 37

VI.2.1.1.Evaluation de l'activité antiradicalaire contre le radical libre DPPH.....37

VI.2.1.2.Evaluation de pouvoir réducteur 40

VI.2.2.Evaluation de l'activité antibactérienne 43

Conclusion 48

Références bibliographiques.....50

Résumés

$^1O_2$: l'Oxygène singulet

ADN : Acide Désoxyribonucléique

$AlCl_3$: Trichlorure d'aluminium

ATCC : Américain type culture collection

BSA : Dodécylsulfade de sodium

$C_{40}H_{56}$: Structure linéaire des caroténoïdes

CAT : Catalase

CMI : Concentration minimale inhibitrice

CPC-SM : Chromatographie en phase gazeuse

$CR_{0.5}$: Capacité réductrice qui donne une absorbance 0.5

DO : Densité optique

DPPH• : Di-Phényl-Picryl-Hydrazyl

ES: Extrait sec

EOA : Espice Oxygény réactive

Eq AT : Equivalent Acide Tannique

Eq Q : Equivalent Quercétine

EqAG : Equivalent acide gallique

ERO : Espèce réactive d'oxygène

Fe^{2+} : ion ferrique

Fe^{3+} : ion ferreux

$FeCl_3$: Chlorure ferrique

FRAP : Ferric reducing antioxidant power

GSH : Glutathion

GSH-peroxydase : Glutathion peroxydase

GSH-réductase : Glutathion réductase

H_2O_2 : Eau oxygéné ou Peroxyde d'Hydrogène

IC_{50} : Concentration inhibitrice de 50% de radical DPPH•

O_2^- : L'ion superoxyde

OH^- : radical hydroxyle

RL : Radical libre

ROOH : Peroxydes lipidiques

ROS : Réactive oxygen spièce

SDS : Bovine Serum Albumin

SOD : Superoxyde dismutase

TCA : Trichloroacétique

TEA : Triéthanolamine

tpm: tours par minute

Figure 1. Structure de l'enchainement benzo-y-pyrone.....5

Figure 2. Les différents types de flavonoïdes 6

Figure 3. La structure des tanins hydrolysables 7

Figure 4. La structure des tanins condensés.....7

Figure 5. La structure des pseudo-alcaloïdes.....8

Figure 6. La structure des proto-alcaloïdes.....8

Figure 7. La structure des alcaloïdes vrais 8

Figure 8. Unité de base des terpènes 9

Figure 9. Le stress oxydant 10

Figure 10. Origine des différents radicaux libres oxygénées impliquées en.....13

Figure 11. biologie Effet de l'attaque du radicale libre OH^- sur la guanine.....14

Figure 12. Acide ascorbique.....17

Figure 13. *Lantana camara*.....22

Figure 14. *Schinus molle*.....23

Figure 15. Dosage des polyphénols 25

Figure 16. Dosage des flavonoïdes 26

Figure 17. Dosage des tanins.....27

Figure 18 . Structure chimique de radical DPPH.....28

Figure 19. Dosage de DPPH.....29

Figure 20. Les boites de pétri gélosées.....31

Figure 21. Teneur en rendement des extraits bruts des deux espèces.....33

Figure 22. Teneur en polyphénols des extraits bruts des deux espèces.....34

Figure 23. Teneur en flavonoïdes des extraits bruts des deux espèces.....35

Figure 24. Teneur en tanins des extraits bruts des deux espèces.....36

Figure 25. Activité anti-oxydante de l'extrait aqueux des plantes étudiées contre le radical DPPH•. 38

Figure 26. Concentration inhibitrice de 50%du radical DPPH• de l'extrait aqueux des deux plantes et de l'acide ascorbique.....39

Figure 27. Activité anti-oxydante de l'extrait méthanolique des plantes étudiées contre le radical DPPH•.....39

Figure 28. Concentration inhibitrice de 50%du radical DPPH• de l'extrait méthanolique des deux plantes et de l'acide ascorbique.....40

Figure 29. Pouvoir réducteur de l'extrait aqueux des deux plantes étudiées en comparaison avec l'acide ascorbique.....41

Figure 30. Concentration nécessaires pour la réduction de 50 % du fer de l'extrait aqueux des deux plantes et de l'acide ascorbique.....42

Figure 31. Pouvoir réducteur de l'extrait méthanolique des deux plantes en comparaison avec l'acide ascorbique.....43

Figure 32. Concentration nécessaires pour la réduction de 50 % du fer de l'extrait méthanolique des deux plantes et l'acide ascorbique.....43

Figure 33. Les diamètres des zones d'inhibitions des extraits aqueux et méthanolique des plantes étudiées vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus*.....44

Figure 34. Les diamètres des zones d'inhibitions des extraits aqueux et méthanolique des plantes étudiées vis-à-vis de la souche *E coli* 45

Figure 35. Les diamètres des zones d'inhibitions des extraits aqueux et méthanolique des plantes étudiées vis-à-vis de la souche *Pseudomonas aeruginosa*.....47

Introduction

De tout les temps, les plantes ont occupé une place prépondérante dans la vie de l'homme. Toutes les civilisations ont utilisé les plantes soit sauvages soit cultivées pour se nourrir, se défendre ou se soigner **(Messai, 2011).** En effet, la médecine traditionnelle demeure le recours principal d'une grande majorité des populations par l'utilisation des plantes aromatiques et médicinales à des fins thérapeutiques **(El meskaoui** *et al.,* **2008 ; Ladoh** *et al.,* **2014).** La phytothérapie est rapportée dans les littératures antiques arabe, chinoise, égyptienne, hindou, grecque et romaine **(Guessan** *et al.,* **2009).**

Les plantes aromatiques et médicinales constituent une richesse naturelle très importante dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur **(Benyagoub** *et al.,* **2014)**. En effet, elles ont la capacité de synthétiser de nombreux composés qu'elles utilisent pour diverses fonctions adaptatives notamment en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'elles peuvent subir. Les plantes renferment donc une large variété de molécules chimiques (terpènes, polyphénols, alcaloïdes...) de propriétés physico-chimiques très différentes et qui présentent une large variété d'activités biologiques : anti-oxydante, antimicrobienne…etc. **(Michel, 2011).**

Aujourd'hui, il a été estimé que les principes actifs provenant des végétaux représentent 25% des médicaments prescrits soit un total de 120 composés d'origine naturelle provenant de 90 plantes différentes **(Diallo, 2005)**.

L'oxygène, indispensable à la vie, est capable sous forme d'espèces oxygénées activées de réagir avec de nombreuses molécules et de provoquer des dégâts cellulaires (altération des lipides, des protéines et des acides nucléiques **(Pincemail** *et al.,* **2009).**

Par ailleurs, le stress oxydatif est du a un apport insuffisant d'antioxydants dans l'alimentation et semblerait jouer un rôle prépondérant dans les phénomènes du vieillissement et engendrerait des pathologies telles que des cancers, des maladies cardiovasculaires et des troubles neurodegeneratifs : les maladies d'Alzheimer ou de Parkinson **(Maloueki** *et al.,* **2013)** .

Les infections bactériennes sont causées par différents micro-organismes et sont la cause des maladies les plus fatales et des épidémies les plus répandues. De nombreux antibiotiques sont développés pour les traiter. Cependant, leur utilisation abusive est à l'origine de l'apparition de la multirésistance bactérienne **(Benbrinis, 2012)**.

Les plantes possèdent un système de défense naturel très efficace, basé sur la biodiversité de leurs molécules bioactives. Cette diversité permet de se protéger efficacement contre de nombreux pathogènes y compris les bactéries. Les plantes synthétisent des molécules antimicrobiennes comme les huiles essentielles et les extraits qui sont utilisées depuis longtemps pour traiter des pathogènes et pour améliorer la santé et le bien être **(Seladji, 2015).**

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la recherche et la valorisation des substances bioactives douées d'activité antioxydante et antibactérienne qui présentent un intérêt dans le domaine de la bio-pharmacologie. L'objectif principal de cet étude est d'évaluer l'activité anti-oxydante et antibactérienne de deux plantes : *Lantana camara* et *Schinus molle*.

La partie bibliographique comprend deux chapitres :

Le premier détaille les molécules bioactives des plantes ainsi que les différentes classes de ces molécules ; le deuxième chapitre traite les activités biologiques étudiées à savoir l'activité anti-oxydante et l'activité antimicrobienne.

La deuxième partie se focalise sur le côté pratique du travail à savoir : la préparation des extrait aqueux et méthanolique ainsi que la recherche de l'activité anti-oxydante et antibactérienne des extraits de plantes étudiées.

La troisième partie est consacrée à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus au cours de l'expérimentation.

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Molécules bioactives

Introduction :

Les plantes ont une importance capitale pour la survie de l'homme et des différents écosystèmes **(Muanda, 2010).** Elles constituent le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de divers principes actifs **(Khireddine, 2013).**

On distingue deux groupes de métabolites :

Les métabolites primaires sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour y assurer sa survie ; on peut donc citer les glucides, les protéines, les lipides et les acides nucléiques.

Les plantes produisent aussi un grand nombre de composés qui ne sont pas issus directement de la photosynthèse, mais résultent des réactions chimiques ultérieures, ces composés sont appelés métabolites secondaires **(Mohammedi, 2013).**

Les métabolites secondaires sont, soit des produits terminaux ou des déchets du métabolisme, soit des substances de réserves manifestant une mobilisation réorientée **(Richter, 1993).** Ils ont une répartition limitée dans la plante elle-même comme parmi les différentes espèces de végétaux **(Raven *et al.*, 2000).**

On distingue trois types de métabolites secondaires :

I.1. Les composées phénoliques

I.1.1. Définition

Les composés phénoliques constituent un groupe important de métabolites secondaires chez les végétaux et se reconnaissent à la présence d'un ou de plusieurs groupes hydroxyles attachés à une structure aromatique **(Richter, 1993).**

Ces composés interviennent dans différents aspects de la vie de la plante ; ils sont ainsi impliqués dans la physiologie de la plante, dans les mécanismes de défenses de la plante ou encore dans la coloration des fleurs. Par ailleurs, ils sont bénéfiques pour l'homme vis-à-vis de certaines maladies de part leur action sur le métabolisme humain et leur propriétés antioxydantes **(Michel, 2011).**

I.1.2. Les différents types des composés phénoliques

I.1.2.1. Les acides phénoliques

A. Définition

Le terme acide phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédants au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique **(Bruneton, 2009)**. Les acides phénoliques possèdants un caractère antioxydant sont des dérivés cinamiques ou benzoiques. Ils sont largement répandus dans les végétaux et différents par le nombre de fonction OH et par la nature des autres substituants de les molécules. Parmi les plus actives on trouve les acides rosmariniques, galliques, cafeiques…etc **(Berset , 2006).**

B. Propriétés physico-chimiques

Les phénols sont en principe solubles dans les solvants organiques polaires (méthanol, acétone, acétate d'éthyle…etc). Ils sont solubilisés par les hydrogénocarbonates ; extractibles par les solvants organiques en milieu acide. Les formes hétérosidiques de ces composés phénoliques sont solubles dans l'eau **(Bruneton, 2009).**

I.1.2.2. Les flavonoïdes

A. Définition

Présentes dans la plupart des plantes, les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal **(Muanda, 2010).** Ce sont des pigments polyphénoliques qui ont une grande importance biologiques et technologiques et qui sont responsable dans la plupart des colorations des fleurs et des fruits **(Descamps** *et al.,* **2006 ; Macheix** *et al.,* **2006).** On les trouve dans les vacuoles à l'état d'hétérosides ou constituants des chloroplastes **(Merghem, 2009).**

B. Structure, localisation et fonction

Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune, par conséquent ils possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbones, constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C_6 (A et B) reliés par un hétérocycle en C_{35} **(Bruneton, 1999; Pietta, 2000 ; Meziti, 2009).**

Tous les flavonoïdes dérivent de l'enchainement benzo-y-pyrone et peuvent être classés selon la nature des différents substituant présents sur les cycles de la molécule et du degré de saturation du squelette benzo-y-pyrone **(Ghedira, 2005).**

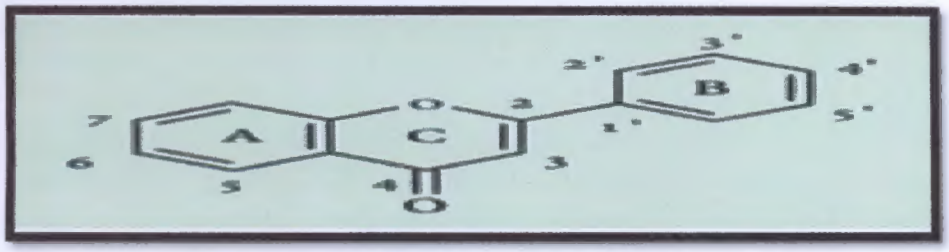
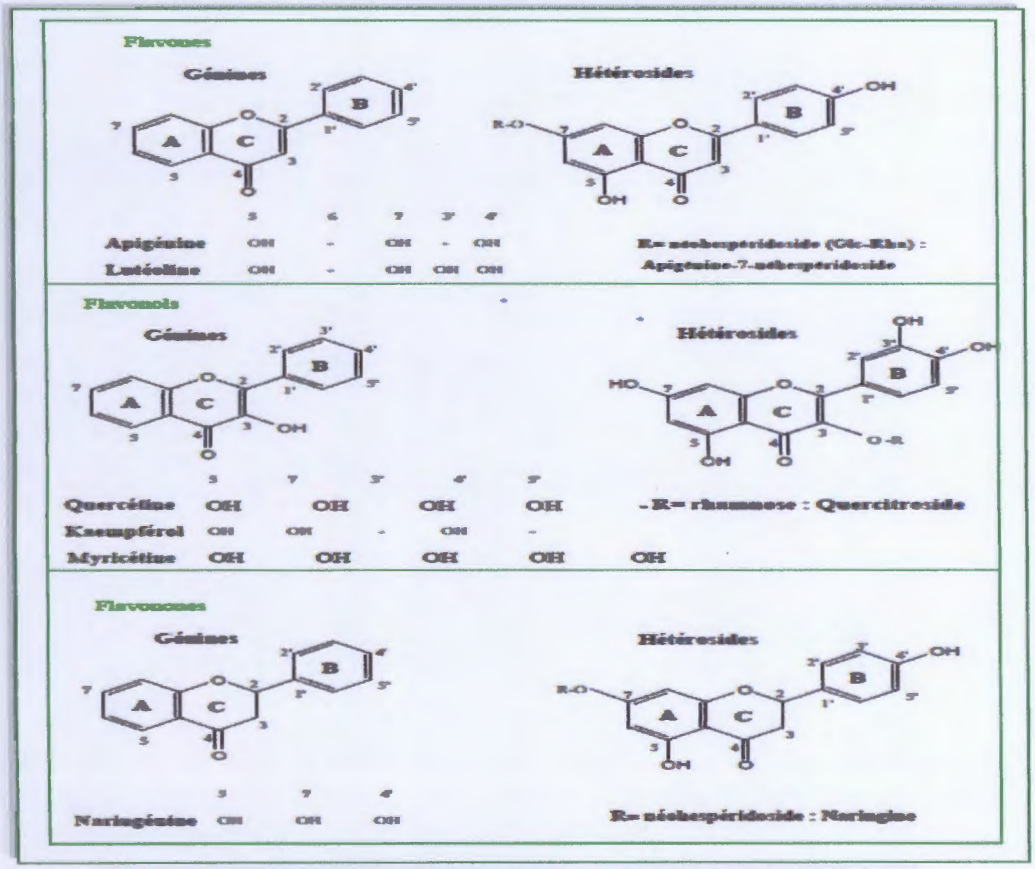


Figure 1 : Structure de l'enchainement benzo-y-pyrone **(Ghedira, 2005).**

Les flavonoïdes sont présent dans de nombreuses espèces végétales, dans les fleurs les feuilles et les fruits. Leur concentration augmente avec l'exposition au soleil **(Berset, 2006).**

Ils sont consommés régulièrement par l'alimentation qui nous apporte environ 75 mg de flavonoïdes par jour. Ils sont présents dans le thé, les agrumes, les pommes, l'huile d'olive…etc. **(Meziti, 2009).** En effet, les flavonoïdes peuvent désactiver les espèces oxygène réactives comme l'ion superoxyde, le radicale OH, ou l'oxygène singulier et inhiber la peroxydation lipidique **(Berset, 2006 ; Descamps *et al.*, 2006).**

La figure 2 récapitule les différents types de flavonoïdes :



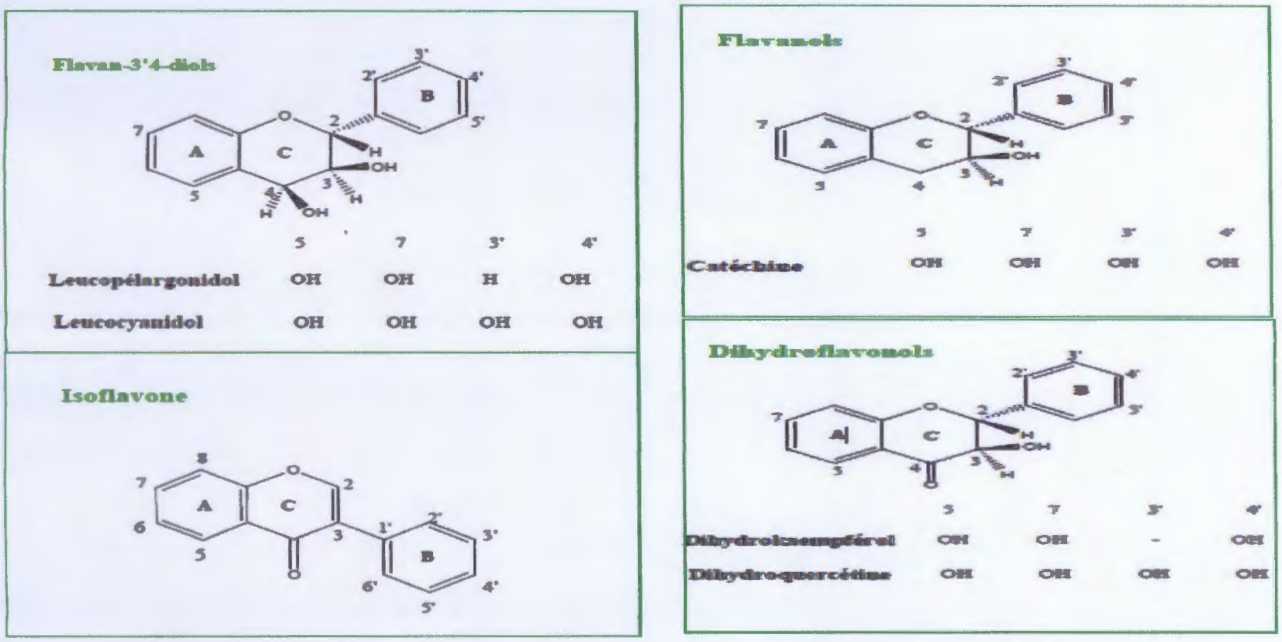


Figure 2 : Les différents types de flavonoïdes **(Bentabet, 2008)**

I.1.2.3. Les tanins

A. Définition

Le terme tanin provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux, autrement pour transformer une peau en cuir **(Hopkins, 2003).**

B. Propriétés des tanins

Les tanins végétaux sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et ayant les poids moléculaires varient entre 500 et 3000 **(Berset , 2006).** Ce sont des molécules fortement hydroxylés et qui peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux protéines et aux enzymes digestives réduisant ainsi la digestibilité des aliments **(Muanda, 2010).**

Comme pour les autres composés phénoliques, le rôle des tanins n'est pas clairement établi. Leur présence semble dissuader les animaux de les consommer lorsqu'ils ont à leur disposition des aliments qui en sont dépourvus **(Hopkins, 2003)**. En effet, l'intérêt principal des tanins pour les plantes se trouve avant tout dans leur action protectrice **(Nultsch, 1998).**

C. Les différents types des tanins

On peut distinguer deux grands groupes de tanins, différents par leurs réactivités chimiques, par leurs compositions et leurs structures : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (figure 3 et 4) **(Sarni-manchado et Cheynier, 2006).** Les tanins condensés ont des polymères d'unités flavonoïdes reliées par de fortes liaisons carbone-carbone. Ces liaisons ne sont pas hydrolysables mais peuvent être oxydées par les acides forts libérant des anthocyanidines. La structure de base des

tanins hydrolysables est constituée d'un glucide, le glucose, dont un radical hydroxyle forme une liaison ester avec l'acide gallique. Les résidus d'acide gallique se lient entre eux pour former un grand polymère réticulé **(Hopkins, 2003).**

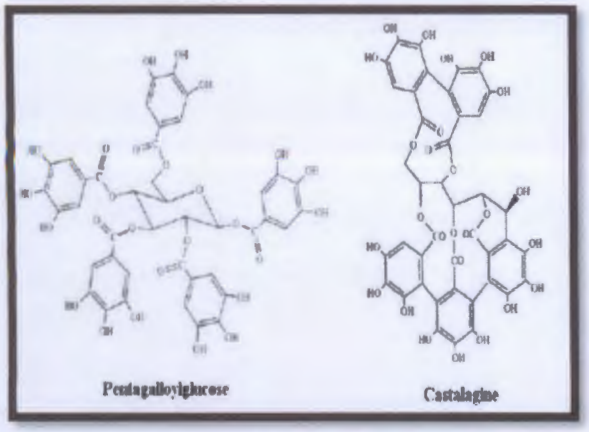


Figure 3 : La structure des tanins hydrolysables **(Sereme *et al* ., 2010).**

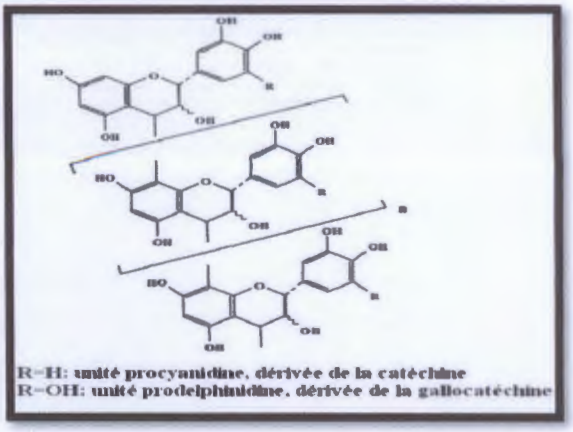


Figure 4 : La structure des tanins condensés **(Sereme *et al* ., 2010)**

I.2. Les alcaloïdes

I.2.1. Définition

Les alcaloïdes sont des substances azotées, basiques, d'origine naturelle; leur atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique **(Bruneton, 2009).**

Ils se rencontrent chez 20% des plantes à fleures, mais leur répartition est irrégulière. Ils peuvent protéger les plantes de la consommation par les animaux. On connait aujourd'hui 3000 alcaloïdes repartis dans 4000 espèces. La synthèse de ces alcaloïdes s'effectue au niveau de sites précis tels que les racines en croissance ou les chloroplastes **(Guignard, 2000).**

I.2.2. Les différents types d'alcaloïdes

On distingue généralement :

-Les pseudo-alcaloïdes présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas des dérivés des acides aminés comme la caféine **(Bruneton, 2009 ; Djaman, 2013).** Il s'agit dans la majorité des cas connus d'isoprénoides et l'on parle alors d'alcaloïdes terpéniques **(Bruneton, 2009).**

-Les proto-alcaloïdes qui dérivent d'acides aminés mais pour lesquels l'azote est en dehors des structures cycliques tel que la colchicine .

-les alcaloïdes vrais, qui sont d'un point de vue de la biosynthèse dérivés d'acides aminés, et qui présentent au moins un hétérocycle la strychnine dérivée du tryptophane **(Djaman, 2013).**

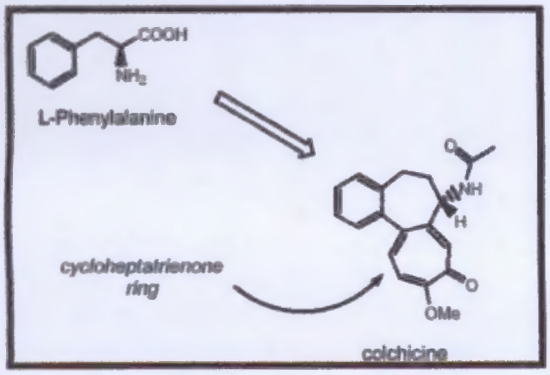


Figure 5 : La structure des pseudo-alcaloïdes **(Djaman, 2013).**

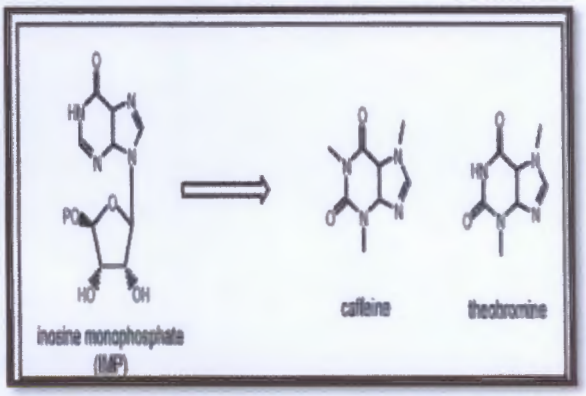


Figure 6 : La structure des proto-alcaloïdes **(Djaman, 2013).**

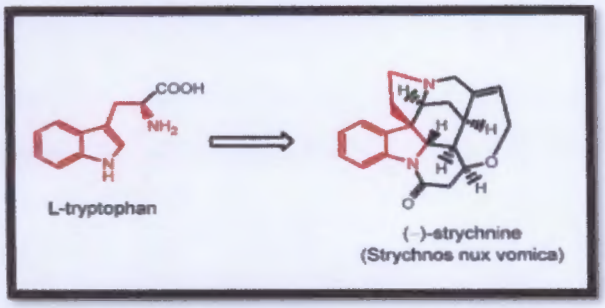


Figure 7 : La structure des alcaloïdes vrais **(Djaman, 2013).**

I.2.3. Propriétés physico-chimiques

Ils sont peu solubles dans l'eau et presque toujours capables de dévier la lumière **(Djaman, 2013).** Certains sont employés dans la médecine pour leurs propriétés analgésiques comme la morphine **(Bruneton, 2009 ; Muanda, 2010).** Ils provoquent chez l'homme, diverses réponses physiologiques et psychologiques parce qu'ils interfèrent avec les neurotransmetteurs. A forte dose la plupart des alcaloïdes sont très toxiques, mais à faible dose, ils peuvent avoir une valeur thérapeutique **(Hopkins, 2003).**

I.3. Les terpenoides

I.3.1. Définition

Les terpènes sont les principaux constituants des inclusions huileuses rencontrées dans les tissus sécréteurs des plantes. Ils sont souvent volatils et se vaporisent donnant des essences auxquelles beaucoup de plantes doivent leur parfum. On leur donne souvent le nom d'huiles essentielles **(Morot-Gaudry et Prat, 2009).** Ce sont des dérivés de l'isoprène C_5H_8 qui est considéré comme l'un des éléments de construction préféré de la nature **(Muanda, 2010).**

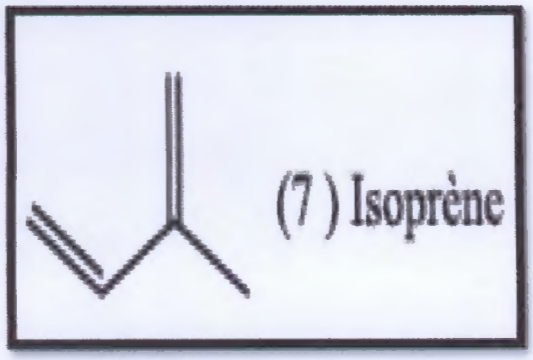


Figure 8 : Unité de base des terpènes **(Morot-Gaudry et Prat, 2009).**

Tous les terpènes possèdent une voie de biosynthèse appelée voie de l'acide mévalonique **(Hopkins, 2003).** Une même plante peut synthétiser beaucoup de terpenoides à différents endroits de l'organisme comme le cytosol, la mitochondrie et chloroplaste **(Raven** *et al.,* **2000; Morot-Gaudry et Prat, 2009).**

1.3.2. Les type de terpènes

Les différentes classes de molécules terpéniques sont nommées selon le nombre de motifs isoprènes constituant leur squelette **(Dehak, 2013).**

- Les monoterpènes C_{10} sont dérivés du géranyle diphosphate. On trouve le géraniol dans la citronnelle, le menthol dans la menthe. Ce sont des alcools ou des aldéhydes.
- Les sesquiterpènes en C_{15} qui sont des dérivés du farnésylediphosphates ; ils sont représentés par le farnysol et par l'acide abscissiques.
- Les diterpénes en C_{20} sont représentés en particulier par les gibbérellines, la vitamine A
- Les triterpénes en C_{30} sont à l' origine de la B-amyrine et des brassinostéroides.
- Les tétraterpénes en C_{40} sont représentés par les caroténoïdes **(Morot-Gaudry et Prat, 2012).**

1.3.3. Propriétés des terpenoides

Les terpènes sont des substances généralement lipophiles et très sensibles à la lumière **(Muanda, 2010).** Leur grande densité trouve son origine dans le nombre d'unités de base qui composent la chaine ainsi que dans les divers modes d'assemblage ; la formation de structures cycliques, la conjugaison avec des sucres ou d'autres molécules peuvent rendre leurs structures complexes **(Hopkins, 2003).**

Chapitre II

Activités biologiques

II.1.Activité antioxydante

II.1.1.Stress oxydant

D'une manière générale, le stress oxydant peut être défini comme un déséquilibre de la balance des espèces pro-oxydantes et des systèmes de défense dits antioxydants avec comme conséquence l'apparition de dégâts souvent irréversibles pour la cellule **(Daum-Badouard, 2006)**.

Deux phénomènes semblent alors être impliqués dans l'apparition d'un stress oxydant :

- d'une part, des espèces radicalaires et leurs dérivés secondaires qui se multiplient.
- d'autre part, des mécanismes anti-radicalaires qui s'essoufflent c'est à dire baisse de l'activité anti-oxydante **(Wilson et Salamatian, 2003)**.

Figure 9. Le stress oxydatif **(Wilson et Salamatian, 2003)**.

II.1.1.1. Les radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique possédant un électron célibataire **(Gardès-Albert, 2003)**. Cet électron confère aux RL une certaine instabilité **(Corinne, 2010)**. Il réactif et sa durée de vie très courte de l'ordre de micro au nano-seconde. Les radicaux libres peuvent réagir avec les molécules les plus stables pour apparier ses électrons **(Vansant, 2004)**.

Les radicaux libres constituent des espèces extrêmement dangereuses, susceptibles d'engendrer un nombre considérable de maladies, et participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires et à la défense immunitaire contre les agents pathogènes **(Favier, 2003)**.

II.1.1. 2.Les principaux types des radicaux libres

II.1.1.2.1. Espèces libres non oxygénées

Les espèces libres non oxygénées sont les produits des réactions de certaines molécules avec les espèces réactives dérivées de l'oxygène. Ils peuvent à leur tour réagir avec d'autres molécules et être à l'origine de la multiplication des réactions d'oxydation et de la propagation de dommages

oxydatifs. Nous citerons, par exemple, les acides gras peroxydés, résultats de l'action des espèces oxygénées sur les membranes biologiques **(Bouhadjra, 2011).**

II.1.1.2.2. Espèces réactives dérivées de l'oxygène

L'oxygène, molécule indispensable à la vie, est susceptible d'entraîner des effets dommageables dans l'organisme via la formation de radicaux libres et d'espèces oxygénées activées **(Haleng *et al.*, 2007).**

La pollution, le tabagisme, une consommation excessive d'alcool, l'exposition immodérée au soleil et la pratique du sport de haut niveau sont des sources de production d'EOA **(Defraigne et Pincemail, 2007).**

A. Les principaux types des radicaux libres oxygénés

- **L'ion superoxyde O_2^-**

L'anion superoxyde est le résultat de la réduction monovalente de l'oxygène moléculaire c'est-à-dire l'addition d'un électron à l'oxygène moléculaire : $O_2 + e^- \rightarrow O_2^-$ **(Wilson et Salamatian, 2003).**

Les radicaux superoxyde sont peu réactifs par eux mêmes, mais dans la toxicité provient du fait qu'ils peuvent donnes naissances à des composés plus réactifs **(Delattre *et al.*, 2003)** .

- **Le radical libre hydroxyle OH^-**

Le radical libre hydroxyle (OH^-) est très réactif. Il peut réagir avec de nombreuses molécules comme l'ADN, les glucides, les nucléotides, les protéines et être à l'origine de lésions et de nécrose **(Delattre *et al.*, 2003).** Il est généré dans les cellules soit par :

- clivage réducteur du peroxyde d'hydrogène $H_2O_2 + H^+ + e^- \rightarrow H_2O + OH^-$:
- coupure homolytique du peroxyde d'hydrogène, sous l'influence de rayons ionisants par exemple :

$$H_2O_2 \rightarrow OH^- + OH^-$$

- décomposition du peroxyde d'hydrogène, catalysée par des métaux, en particulier le fer ou le cuivre (réaction de Fenton) : $H_2O_2 + Fe^{2+} (Cu^+) \rightarrow {}^{\bullet}OH + OH^- + Fe^{3+} (Cu^{2+})$

(Wilson et Salamatian, 2003).

- **L'oxygène singulet $^1O_2$**

L'oxygène singulet n'est qu'une forme activée de l'oxygène, résultant d'une inversion de spin d'un des électrons de l'orbite externe **(Delattre *et al.*, 2003).** Il peut se former lors de quelque processus physiopathologique comme la phagocytose **(Reichl, 2010).** Il est très instable et

extrêmement réactif et sa duré de vie est très limitée. Il se désactive au contact des molécules de son environnement, notamment l'eau en libérant de l'énergie **(Wilson et Salamatian, 2003).**

➢ **Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2**

c'est un composé relativement peu réactif en l'absence de métaux de transition, capable de diffuser rapidement à travers les membranes cellulaires **(Delattre *et al.*, 2003)**. Il résulte de la réduction à deux électrons de l'oxygène et peut être généré soit par :

- dismutation de l'anion superoxyde : $O_2^- + O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$,
- réduction univalente de l'anion superoxyde : $O_2^- + e^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2$

ou

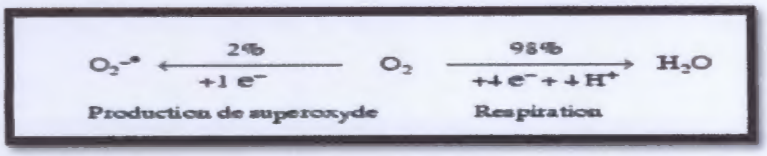
- réduction bi-électronique de l'oxygène : $O_2 + 2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2$,

réaction catalysée par des enzymes comme le glucose oxydase **(Wilson et Salamatian, 2003).**

II.1.2. Les sources de production des radicaux libres dans l'organisme

Les radicaux étant très réactifs ont une durée de vie extrêmement courte. Il est donc difficile d'étudier leur métabolisme, si bien que les connaissances concernant leur production dans des conditions physiologiques et pathologiques sont encore limitées. La formation de radicaux libres s'effectue au niveau de divers organites cellulaires :

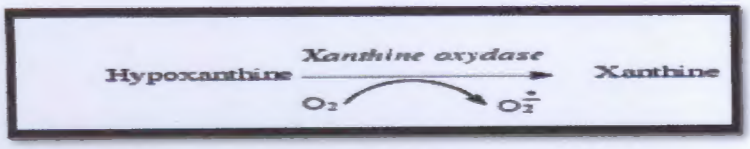
➢ **Les mitochondries** : la réduction de l'oxygène moléculaire par les cytochromes respiratoires cellulaires s'accompagne d'une formation parallèle d'environ 2% d'ions superoxyde, d'eau oxygénée et éventuellement de radicaux OH.



-**Le cytosol** où diverses réactions enzymatiques peuvent produire des radicaux superoxydes et de l'eau oxygénée.

- **La xanthine oxydase** qui est responsable de la transformation de l'hypoxanthine en xanthine,

- L'aldélyde oxydase, le galactose oxydase sont à l'origine de la formation de radical superoxyde $O_2^{\cdot}$



-**D'autres enzymes** interviennent dans la production de radicaux libres *via* les cellules immunitaires comme les monocytes-macrophages et les polynucléaires neutrophiles pour détruire les microorganismes, les macromolécules étrangères ou les cellules en décomposition des tissus nécrotiques qu'ils ont captés par endocytose **(Wilson et Salamatian, 2003)**

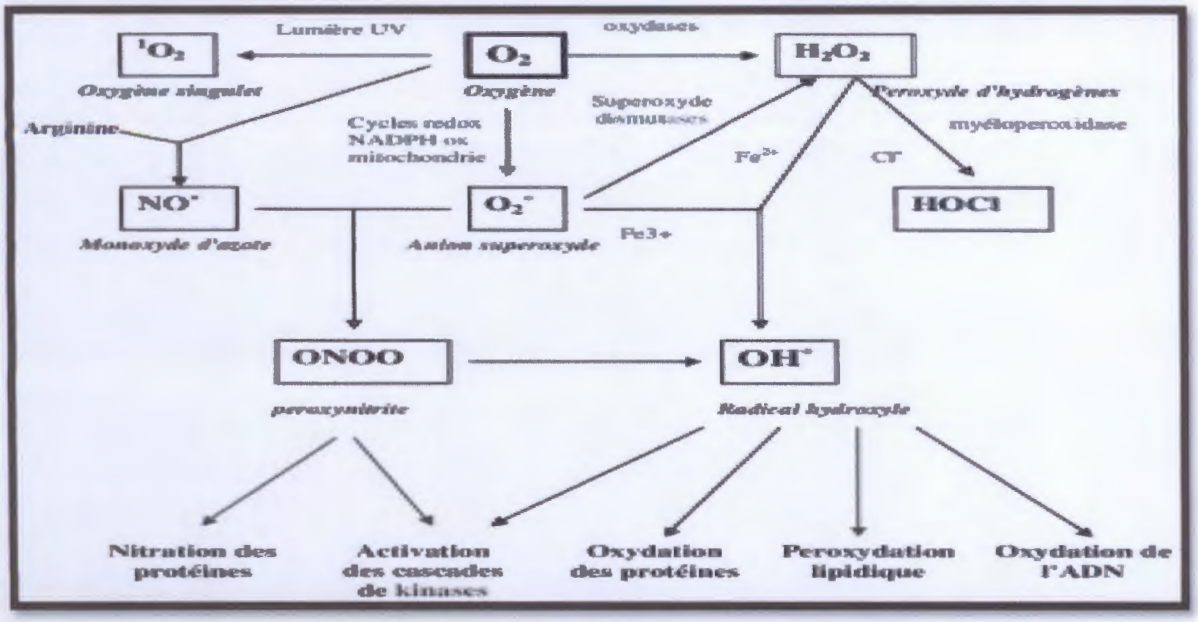


Figure 10: Origine des différents radicaux libres oxygénés impliqué en biologie **(Favier, 2003).**

II.1.3.Oxydation des molécules biologiques

Les scientifiques élaborent de multiples expériences in vitro qui démontrent la toxicité des radicaux libres et d'autres espèces oxygénées activées comme le peroxyde d'hydrogène ou l'oxygène singulet. Ceux-ci sont en effet responsables de dégâts cellulaires importants à l'origine du développement potentiel de diverses pathologies : cassures et mutations au sein de l'ADN, modification des structures protéiques et induction de la peroxydation lipidique **(Collard, 2014).**

II.1.3.1. Oxydation des protéines

L'attaque des protéines par le radical hydroxyle (OH^-) ou par l'oxygène singulet ($^1O_2^-$) peut générer des produits finaux très variés. Par contre, le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et l'anion superoxyde (O_2^-) ne semblent oxyder que des protéines présentant des groupements thiols(-SH) facilement oxydables. En effet, les acides amines les plus sensibles sont le tryptophane, la tyrosine, la phénylalanine, la méthionine et la cystéine **(Haleng *et al.*, 2007).**

Les protéines oxydées se révèlent très hydrophobes soit par suppression de groupements amines ionisables ou bien par extériorisation de zones hydrophobes centrales **(Chabaud, 2007).**

Certaines protéines oxydées sont peu dégradées et forment des agrégats qui s'accumulent dans les cellules et dans le compartiment extracellulaire. La plupart des dommages sont irréparables et peuvent entraîner des modifications fonctionnelles importantes **(Haleng *et al.*, 2007).**

II.1.3.2. Oxydation des lipides membranaires

Les membranes des cellules sont riches en acides gras polyinsaturés présents dans les phospholipides et les sphingolipides **(Cillard et Cillard, 2006).** Ces phospholipides sont la cible privilégiée de l'attaque par les radicaux libres, surtout par le radical hydroxyle (OH^-) ; cette attaque est appelée peroxydation lipidique. En effet, la lipoperoxydation des membranes va altérer leur perméabilité et leur fluidité **(Grandjean, 2001 ; Favier, 2003).**

La peroxydation lipidique peut induire des liaisons de l'ADN avec dénaturation, entraînant des cassures chromosomiques avec de graves conséquences sur la multiplication, la transmission ou la réplication du message génétique et donc sur la synthèse des protéines **(Corinne, 2010).**

II.1.3.3. Altération de l'ADN

L'ADN est la mémoire de toute la composition biochimique des êtres vivants, il s'agit d'une molécule très sensible à l'attaque par les radicaux de l'oxygène **(Favier, 2003).**

Les EOA ont une grande affinité de réaction avec certaines bases constitutives de l'ADN. La guanine est facilement transformée en 8-hydroxy-2-deoxyguanosine (8-OH-dG), cette dernière est éliminée par les enzymes de réparation de l'ADN mais si ces systèmes sont défaillants la 8-OH-dG s'accumulera au sein de l'ADN causant ainsi des mutations **(Collard, 2014)**.

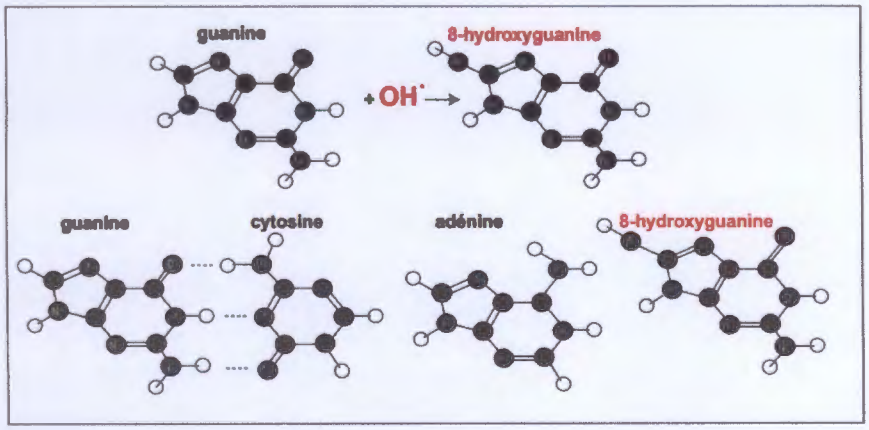


Figure11. Effet de l'attaque du radicale libre OH^- sur la guanine
(Pincemail *et al.*, 1999)

En effet, les mutations d'ADN peuvent avoir lieu au niveau nucléaire mais aussi au niveau mitochondrial. L'ADN mitochondrial semble encore plus sensible que l'ADN nucléaire car il ne

possède pas de transcriptase reverse et n'est pas complexe avec des histones. Il peut donc subir des mutations suite aux attaques des radicaux libres **(Favier, 2003 ; Grandjean, 2005).**

II.1.2.Les systèmes antioxydants

Un antioxydant peut être défini comme toute substance capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et ainsi retarder ou empêcher l'oxydation de ces substrats **(Berger, 2006).**

Les antioxydants se composent de plusieurs lignes de protection. La plupart des antioxydants dans le corps sont synthétisés au moyen de processus physiologiques naturels, tandis que les autres proviennent de l'alimentation **(Charles et Benbrook, 2005).**

En effet, Chaque individu ne possède pas le même potentiel pour se défendre contre les radicaux libres. Cette différence est principalement due au mode de vie qui diffère selon chacun mais également à des raisons génétiques **(Bouchard** *et al.*, **2007).**

II.1.2.1.Classification des antioxydants

II.1.2.1.1. Les antioxydants naturels

A. Systèmes antioxydants enzymatiques

Pour contrôler la production permanente des ROS, les organismes vivants possèdent des systèmes de défense qui les protègent contre les dommages des ROS. Ces défenses permettent de maintenir la concentration en espèces radicalaires à un taux basal **(Bouguern, 2012).**

Trois enzymes forment la clé de voûte de ce système antioxydant. Il s'agit du superoxyde dismutase (SOD), de la catalase (CAT), et de la glutathion peroxydase (GPx) et des autres enzymes qui lui sont associées **(Wilson et Salamatian, 2003).**

- **Superoxyde dismutase**

La superoxyde dismutase ou SOD est une des plus importantes enzymes cellulaires possédant une fonction anti-oxydante **(Wilson et Salamatian, 2003).**

$$2\,H^+ + 2\,O_2^- \rightarrow H_2O_2 + O_2$$

Elle catalyse la dismutation des ions superoxyde en molécules de peroxyde d'hydrogène et d'oxygène **(Bonnefont-Rousselot** *et al.*, **2003).** Il existe trois : la SOD1, dont le site actif contient du cuivre et du zinc et qui est présenté dans le cytosol, la SOD2, qui contient du manganèse et est présente dans les mitochondries, et la SOD3, également à cuivre et à zinc, surtout présente dans la matrice extracellulaires des tissus **(Moussard, 2006).**

- **Catalase**

La catalase est une enzyme himnique capable de transformer le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire **(Moussard, 2006 ; Bonnefont-Rousselot *et al.*, 2003).** Elle agit en synergie avec la SOD puisque son rôle est d'accélérer la réaction spontanée qui transforme l'eau oxygénée en eau et en dioxygène et d'éviter la formation de radicaux OH^- **(Wilson et Salamatian, 2003 ; Sorg, 2004).** Elle est présente en particulier dans les hématies et les peroxysomes **(Moussard, 2006).** $2\,H_2O_2 \rightarrow 2\,H_2O + O_2$

- **Glutathion peroxydase et glutathion réductase**

La glutathion peroxydase (GSH-peroxydase) et la glutathion réductase (GSH-réductase) constituent le second grand système enzymatique antioxydant des cellules.

- **Glutathion peroxydase (GSH-peroxydase)**

La GSH-peroxydase, enzyme à sélénium présente à la fois dans le cytosol et la mitochondrie, transforme le peroxyde d'hydrogène mais aussi les peroxydes lipidiques ROOH (où R représente un acide gras polyinsaturé) **(Pincemail *et al.*, 1998 ; Wilson et Salamatian, 2003).**

$$H_2O_2 + 2GSH \xrightarrow{\text{GSH-peroxydase}} 2H_2O + GSSG$$

Le peroxyde d'hydrogène et les lipoperoxydes sont réduits. Deux molécules de glutathion cèdent deux H au peroxyde d'hydrogène et forment une liaison disulfure alors que le peroxyde d'hydrogène donne deux molécules d'eau H_2O **(Wilson et Salamatian, 2003).**

- **Glutathion réductase (GSH-réductase)**

Le maintien de l'activité de la GSH-peroxydase nécessite la régénération du glutathion réduit GSH qui est assuré par la GSH-réductase. Dans le cadre de cette réaction, la GSH-réductase utilise un cofacteur le NADPH. La GSH-réductase se retrouve dans le cytosol et dans les mitochondries, c'est au dire au même niveau que le GSH-peroxydase **(Wilson et Salamatian, 2003).**

$$GSSG + NADPH + H^+ \xrightarrow{\text{GSH-réductase}} 2\,GSH + NADP^+$$

B. Systèmes antioxydants non enzymatiques

- **Le glutathion**

Le glutathion est un tripeptide qui joue des rôles essentiels au niveau intracellulaire, ou il est présente le principal thiol des protéiques chez les espèces aérobies. Le glutathion est un antioxydant impliquée dans de nombreux processus **(Bonnefont-Rousselot *et al.*, 2003).**

Les propriétés antioxydantes du GSH sont nombreuses : cofacteur de la GPx, régénérateur final des vitamines E et C, à partir de leur forme radicalaire **(Haleng *et al.*, 2007).**

- **La vitamine C ou acide ascorbique**

La vitamine C est un excellent piégeur des EOA . Elle inhibe également la peroxydation lipidique en régénérant la vitamine E à partir de la forme radicalaire issue de sa réaction avec des radicaux lipidiques. Ses fonctions sont nombreuses : contribution au bon fonctionnement du système immunitaire, implication dans la synthèse des globules rouges ainsi que dans les mécanismes de métabolisation du fer **(Haleng *et al.*, 2007).**

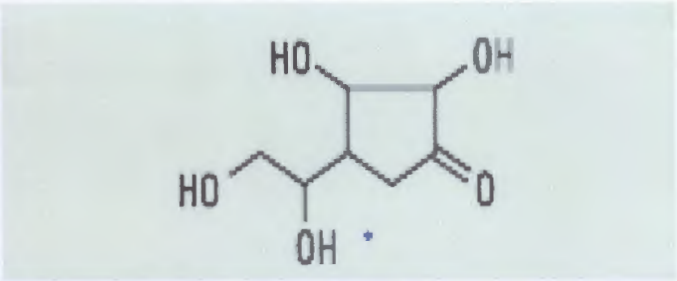


Figure 12. Acide ascorbique **(Marc *et al.*, 2004).**

- **La vitamine E**

Le composant majeur de la vitamine E est l'α-tocophérol qui a la plus grande activité biologique, sa propriété lipophile et anti-oxydante, peut réagir avec des radicaux peroxyles et empêcher les réactions de peroxydation lipidique **(Bourgeois, 2003 ; Reichl, 2010).**

La vitamine E exerce aussi d'autres rôles ; elle relève l'activité de certains enzymes affectée par un séjour en altitude, mais à des doses très élevées, ce qui s'avère heureusement possible du fait de la toxicité relativement faible de cette vitamine **(Goussard, 1999).**

- **Les caroténoïdes**

Les caroténoïdes sont une classe de pigments liposolubles naturels présents principalement dans les plantes, les algues et les bactéries photosynthétiques. Ils sont responsables de la plupart des nuances de rouge, orange et jaune des feuilles, fruits et fleurs des plantes **(Pöpping, 2009).** Tous les caroténoïdes dérivent d'une structure linéaire ($C_{40}H_{56}$) avec de nombreuses doubles liaisons **(Haleng *et al.*, 2007).**

Le chef de file des caroténoïdes est le β-carotène, appelé aussi provitamine A, constitué de plus de 600 pigments identifiés dans de nombreux fruits et légumes, dotées de propriétés antioxydants **(Alais *et al.*, 2008 ; Bonnefont-Rousselot *et al.*, 2003).**

II.1.2.1.2.Les antioxydants de synthèse

Ils constituent une source importante d'antioxydants. Actuellement, les classes thérapeutiques comme les anti-inflammatoires non stéroïdiens, les béta-bloquants et autres antihypertenseurs ont été évalués pour leurs propriétés antioxydantes. Les antihypertenseurs agissent en inhibant la réabsorption des ions Na^+ et Cl^- à différents niveaux. Le probucol agit comme antioxydant et en supprime la modification oxydative des lipoprotéines de basse densité **(Diallo, 2005).**

Les dérivés végétaux sont extrêmement nombreux à être utilisés principalement dans le domaine des suppléments et des produits cosmétologiques antivieillissement, qu'il s'agit de principes extraits de légumes, de fruits ou de plantes médicinales. Les plus utilisés sont la quercétine, le resvératrol, extraite de la racine de curcuma **(Favier, 2003).**

II.1.3.Maladies liées au stress

La plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydantes et augmente la production mitochondriale de radicaux **(Sohal** *et al.*, **2002)**. Le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies : cancer, cataracte, sclérose latérale, vieillissement accéléré, maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer **(Montagnier, 1998 ; Hordé, 2014).**

II. 2. Activité antibactérienne

II.2.1.Définitions

a. Les bactéries

Dès la naissance, l'homme se trouve en contact avec des micro-organismes qui vont progressivement coloniser son revêtement cutané-muqueux **(Yakhlef, 2010).** Les bactéries sont microorganismes procaryotes unicellulaires, de taille de l'ordre du micron **(Brigitte, 2006)**. Elles sont les plus petits organismes connues doués de métabolisme capables de croitre de se diviser aux dépends de substances nutritives **(Meyer** *et al.*, **2008).**

b. L'antibiotique

Un antibiotique du grec anti « contre » et bios, « la vie » est une substance naturelle produite par des micro-organismes ou de synthèse chimique, qui a la propriété de tuer ou empêcher la prolifération des micro-organismes pathogènes **(Brigitte, 2006 ; Benbrinis, 2012).**

La thérapeutique des infections bactériennes se base sur l'usage des antibiotiques qui inhibent sélectivement certaines voies métaboliques des bactéries, sans exercer d'effets toxiques pour les organismes supérieurs **(Yakhlef, 2010).**

II.2.2.Classification des antibiotiques

Il existe plusieurs systèmes de classification des antibiotiques :

- En fonction de leur mode d'action sur les agents infectieux : certains antibiotiques attaquent la paroi ou la membrane cellulaire, d'autres inhibent la synthèse des acides nucléiques et des protéines ;

-En fonction des souches bactériennes qu'ils détruisent : Staphylocoques, *Escherichia coli* par exemple.

- En fonction de leur structure chimique. Les différentes familles sont alors les pénicillines, les céphalosporines…etc.

-En fonction de leur zone d'action privilégiée **(Brigitte, 2006).**

II.2.3. Les différentes familles des antibiotiques

Il existe six grandes familles des antibiotiques qui sont les suivants :

- Les pénicillines : sont les antibiotiques les plus anciens et les mieux tolérés.
- Les céphalosporines : sont des bactéricides. Elles inhibent la synthèse de la paroi bactérienne.
- Les aminosides : ont un spectre d'action étroit et inhibent la synthèse des protéines bactériennes.
- Les tétracyclines : sont bactériostatiques et agissent sur la synthèse des protéines bactériennes, ont un large spectre d'action.
- Les macrolides : sont bactériostatiques et se lient aux ribosomes des bactéries pour inhiber la synthèse protéique.
- Les sulfamides : sont des antibiotiques bactériostatiques d'origine synthétiques à spectre large **(Brigitte, 2006).**

II.2.4.Modes d'action des antibiotiques

On peut distinguer deux modes d'action des antibiotiques selon qu'ils inhibent la croissance bactérienne (bactériostatique) ou qu'ils tuent la bactérie (bactéricide) **(Brigitte, 2006).**

Les antibiotiques détruisent les bactéries en s'attaquant directement à leurs structures essentielles (paroi cellulaire, ribosomes et ADN) et/ou en perturbant leurs métabolismes et donc leurs fonctions **(Benbrinis, 2012)**

D'autres antibiotiques agissent en inhibent la synthèse de certaines molécules intracellulaires de la bactérie, comme l'ADN, les ribosomes et les protéines **(Brigitte, 2006).**

II.2.5.Mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques

La résistance bactérienne est la possibilité pour une bactérie de se multiplier en présence de concentrations d'antibiotiques supérieures à celles qui permettent normalement d'inhiber la croissance des bactéries de même espèce **(Bangou, 2012).**

La résistance des bactéries aux antibiotiques peut impliquer l'un des mécanismes suivants:

- Elles peuvent acquérir des gènes codant des enzymes, telles que les β-lactamases, qui détruisent l'agent antibactérien avant qu'il produit un effet ;
- Par ailleurs, les bactéries peuvent acquérir plusieurs gènes pour une voie métabolique qui aboutit à la production de parois cellulaires altérées ne contenant plus de sites de fixation des agents antimicrobiens;
- Produisent une mutation spontanée dans leurs gènes ou lorsqu'il y a un transfert de nouveaux gènes provenant d'une autre espèce **(Benbrinis, 2012).**

II.2.6. L'antibiogramme

Avec l'augmentation croissante de bactéries résistantes aux agents anti-infectieux, l'antibiogramme est devenu un outil indispensable dans le choix judicieux de l'antibiotique **(Genné et Siegrist, 2003).**

Le but de la réalisation d'un antibiogramme est de prédire la sensibilité des bactéries à un ou plusieurs antibiotiques dans une optique essentiellement thérapeutique. Il sert également :

- À la surveillance épidémiologique de la résistance bactérienne ;

- À l'identification bactérienne par la mise en évidence de résistances naturelles **(Burnichon et Texier, 2003).**

II.2.6. La concentration minimale inhibitrice ou CMI

La concentration minimale inhibitrice est la plus petite concentration d'antibiotique qui inhibe toute culture visible d'une souche bactérienne après 18 heures de culture à 37°C. Cette valeur caractérise l'effet bactériostatique d'un antibiotique **(Archambaud, 2009).**

Matériel et Méthodes

L'objectif de ce travail est de faire l'étude phytochimique ainsi que l'activité antioxydante et antibactérienne desextraits aqueux et méthanolique de deux plantes, de façon à refléter leurs caractéristiques chimiques ainsi que leurs propriétés biologiques.

III.1. Matériel

III.1.1.Matériel végétal

Nous avons choisis deux espèces de plantes aromatiques qui sont:*Lantana camara* et *Schinus molle*.

III.1.1.1.*Lantana camara*

- **Classificationtaxonomique de *Lantana camara***

Lantana camara est une espèce botanique appartienne à la famille des Verbenaceae.

Règne :*Plantae*

Classe :*Magnoliopsida*

Ordre : *Lamilales*

Famille : *Verbenaceae*

Genre : *Lantana*

Espèce : *Lantana camara*

- **Répartition géographique**

Lantana camara est un buisson originaire de l'Amérique tropicale et qui a envahi de nombreuses régions subtropicales du globe comme : Inde, sud-est Asiatique, Australie et une grande partie de l'Afrique **(Bruneton, 2005 ; Aravindet*al.*, 2010 ; Lisan, 2014).**Elle serait naturaliser en divers point de la zone méditerranéenne, cet arbuste ayant des usages beaucoup plus ornementaux **(Bruneton, 2005 ; Lisan, 2014).**

- **Description botanique**

Lantana camara est un arbuste fortement ramifié considérée comme une mauvaise herbe d'une hauteur de 1 à 1.5m **(Day et Neser, 2000 ; Bruneton, 2005 ;Aravind*et al.*, 2010).**

Elle est résistante à la chaleur, au feu, et se développe rapidement sur les zones brûlées. Le lantanier est une plante généreuse, facile à culture et qui s'adapte à une multitude de types de sol**(Gyan *et al.*, 2005 ; Claude,2013 ; Lisan, 2014).**

Figure13. *Lantana camara*

Lantana camara possède une tige quadrangulaire, robuste portant des feuilles opposées à limbe crénèle-denté **(Bruneton,2005)**. Les feuilles sont rugueuses, finement poilue et émettent une odeur piquante lorsqu'elles sont écrasées. Ses fleurs sont petites, bigarrées et chaque tête de la fleur est faite jusqu'à des 20 à 40 fleurs, dont la couleur varie du blanc, crème ou jaune à l'orange, rose, violet et rouge **(Ghisalbertir, 2000 ; Saxena***et al.***,2012).**

Les fruits sont petits de 5 mm de diamètre, noirâtres,brillés et les graines germent très facilement**(Venkatachalam** *et al.***,2011).**

- **Utilisation thérapeutique**

Lantana camara est une plante médicinale importante dont les feuilles sont utilisées pour traiter les coupures, les ulcères, le rhumatisme, le paludisme, le cancer, l'eczéma, la pression artérielle…etc. L'infusion de la planteentière est utiliséepour soigner la bronchiteet la racineen poudre dansle laita étédonné aux enfantspourmaux d'estomac**(Kalita***et al.***,2012).**L'huile et l'extrait de la plantesontutilisés dans letraitement d'asthme, l'ulcères, l'eczéma, les tumeurs…etc**(Kalita***et al.***,2012 ;Lanore** *et al.***,2012).**

Des études ont trouvé que feuilles de *Lantana camara* ont des activités antimicrobienne etantifongique **(Priyanka et Joshi, 2013 ; Egharevba, 2015).**

III.1.1.2. Schinus molle

- Embranchement : *Spermaphytes*
- Sous embranchement : *Angiospermes*
- Classe : *Dicotylédones*
- Sous classe : *Rosidae*
- Ordre : *Spindales*
- Famille : *Anacardiacées*
- Genre : *Schinus*
- Espèce : *Schinus molle*

➢ **Répartition géographique**

La région de distribution naturelle de *Schinus molle*est la l'Inde puis cet arbre a été introduit à l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Afrique. Ilse trouveà des altitudesallant jusqu'à3900 m. Il s'installe sur la plupart des types de sols mais il préfère les sols sablonneux. Il tolère les hautes températures et résiste extrêmement à la sécheresse**(Dorthe***et al.*,**2002).**

➢ **Description botanique**

Schinus molle est un arbre toujours vert avec un feuillage pleuré dont la hauteur comprise entre 6 à 8 m , il a un tronc court de couleur marron sombre.Les feuilles ayant une odeur poivrée lorqu'on les écrase. Les fruits sont de petites drupes globuleuses, rouge-pourpreet d'environ 4 à 6 mm de diamètre. Ilscontiennent une graine ronde qui est de 3 à 5 mm de diamètre de couleur marron au noir **(Dorthe *et al.*, 2002).**

Figure 14. Schinus molle

➢ **Utilisation thérapeutiques**

Les fruits secs sont bouillis pour produire du miel de Molle qui, lorsquefermenté, donne une substance semblable au vinaigre. Les feuilles, l'écorce et les racines de l'arbre sont utilisés pour soulager les rhumatismes, l'hypertension, traiterles blessures et les infections ...etc. **(Mehani et Segni, 2013).**

III.I.2.L'échantillonnage et préparation des échantillons

III.1.2.1.La récolte

Il est toujours préférable de procéder à la récolte par un temps sec et chaud : les plantes mouillées de pluie ou de rosée s'altèrent, moisissent, fermentent et perdent de toute façon, toute valeur thérapeutique.

Les feuilles de *Lantana camara* et *Schinusmolle*ont été récoltées à partir du jardin de l'université de Jijel MohammedSeddik Ben Yahia au cours du mois d'avril.

III.1.2.2.Le séchage

Après la cueillette, on dépose la récoltedans un endroit bien aéré, ombragéet sec. Le séchage a pour but d'enlever aux plantes l'eau qu'elles renferment afin de favoriser l'inhibition de toute activité enzymatique ainsi que la prolifération bactérienne**(Wichtl et Anton,1999).**

En effet, la température maximale admise pour une bonne dessiccation des plantes aromatiques ou les plantes contenant des huiles essentielles est de 30°C (**Alloun, 2007).**

III.1.2.3.Broyage

Le broyage a été fait à l'aide d'unbroyeur automatique pour obtenir une poudre fine tamisée.

III.2. Méthode d'analyse

III.2.1.Préparation des extraits

III.2.1.1.Préparation des extraits aqueux

Une quantité de 20g de la poudre des feuilles de *Lantana camara* et *Schinus molle* sont mises à macérer dans 100 ml d'eau distillé bouillante pendant 10 min. L'extrait aqueux est récupéré après filtration du mélange à l'aide d'un papier filtre permettant d'obtenir un extrait caractérisé par une couleur marron ou orange. Ce filtrat a ensuite été séché à l'air libre jusqu'à obtention d'un résidu sec, qui sera conservé dans des boites au réfrigérateur jusqu'à utilisation pour les différents tests**(Ali –Emmanuel***et al.*, **2002).**

III.2.1.2.Préparation des extraits méthanolique

Une quantité de 20g de la poudre des feuilles de *Lantana camara* et *Schinus molle*sont mises à macérer dans 160 ml de méthanolsous agitation douce pendant 24h. L'extrait alcoolique est récupéré après filtration du mélange à l'aide d'un papier filtre. Le méthanol est éliminé du filtrat par séchage à l'air libre permettant d'obtenir un extrait vert foncé pour les deux plantes qui est considéré comme étant l'extrait brut**(Ali-Emmanuel***et al.,* **2002).**

III.2.2.Analyses quantitatives des extraits

III.2.2.1. Le rendement d'extraction

Nous pouvons déterminer le rendement de la plante en extrait sec en calculant lerapport entre le poids de l'extrait sec (poudre) en gramme, et le poids du matériel végétal utilisé pour l'extraction en gramme ; selon l'équationsuivante :

Rdt (%) = (P2– P1)/ P3 x 100

P1: poids de la boite de pétri vide ;

P2: poids de la boite de pétri contenant le résidu ;

P3 : poids de la matière végétale de départ(feuille).

III.2.2.2.Dosages des polyphénols totaux :

La méthode utilisée est celle utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_2PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleu de tungstène et de molybdène. La coloration produite dont l'absorption maximaleest de750 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans les extraits végétaux **(Boizot et Charpentier, 2006).**

Le protocole expérimental que nous avons utilisé est illustré dans le schéma suivant :

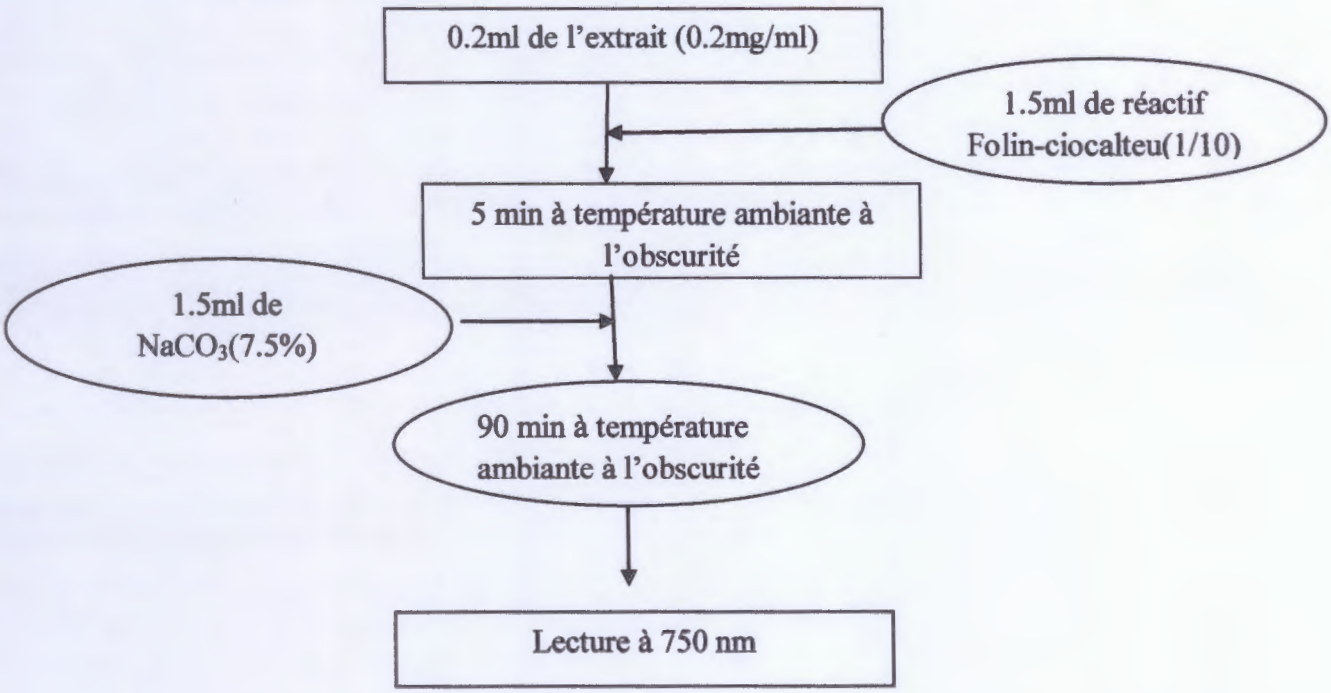


Figure15. Dosage des polyphénols **(Othman, 2007)**

La concentration en polyphénols a été déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage établi avec de l'acide gallique. La teneur moyenne en polyphénols est exprimée en mg équivalent acide gallique par gramme d'extrait brut (mg EqAG/g ES).

La teneur moyenne en polyphénols est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec et calculée par l'équation suivante :

$$C = c.v/m$$

C= teneur totale des polyphénols (mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec).

c= concentration d'acide gallique (mg/ml).

v= volume de la prise (ml).

m=la masse d'extrait brut(g)

III.2.2.3.Dosage des flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes sont quantifiés par la méthode du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) à une longueur d'onde de 430nm(**Athamena** *et al.*, **2010).**

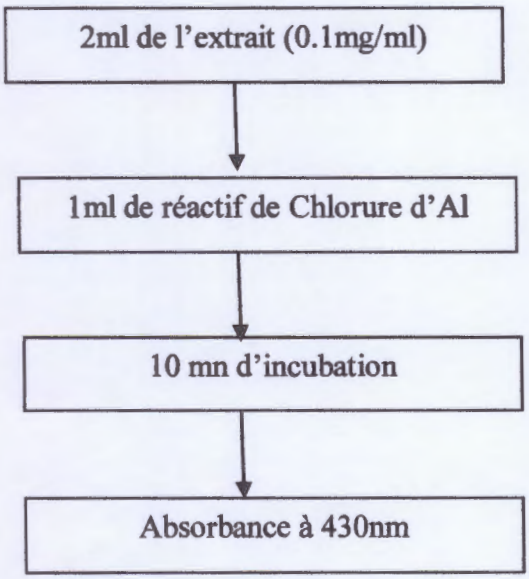


Figure16. Dosage des flavonoïdes **(Othman, 2007)**

La concentration des flavonoïdes est déduite à partir de la courbe d'étalonnage établie avec la Quercétine et est exprimée en mg équivalentQuercétine/g d'extrait sec (mgEq Q/g ES).

III.2.2.4.Dosage des tanins :

Le dosage des tanins a été fait en suivant le protocole expérimental illustré dans le schéma ci-dessous :

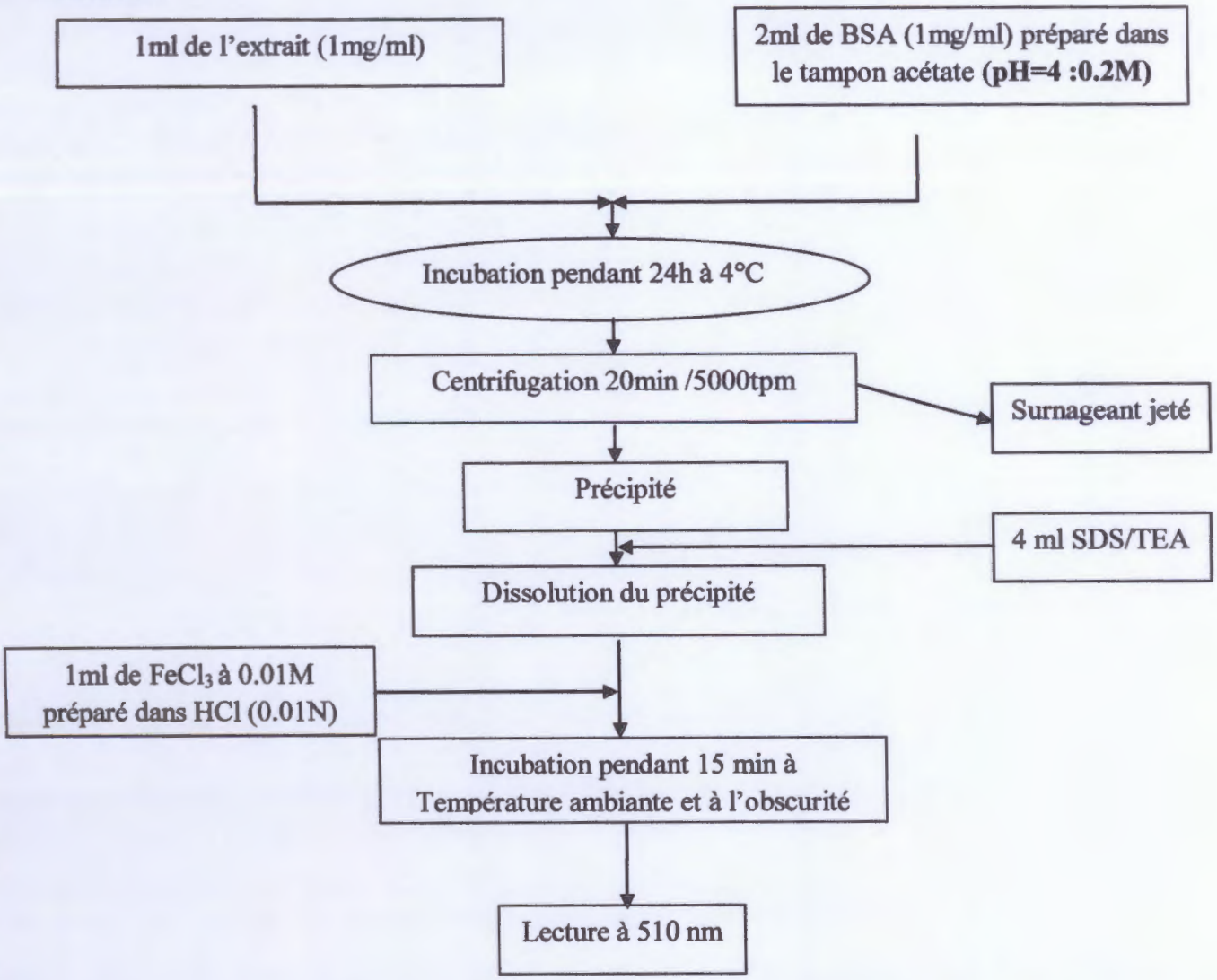


Figure17. Dosage des tanins **(Hagerman et Butler, 1978).**

En se référant à la courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide tannique, les concentrations sont exprimées en mg équivalent d'acide tannique par g d'extrait sec (mg Eq AT/g ES).

III.3. Tests des activités biologiques

III.3.1.Tests antioxydants

Les méthodes évaluant l'activité antioxydante ont connu un intérêt important vue la recherche des substances antioxydante naturelles. Les activités étudiées dans le présent travail sont le pouvoir réducteurFRAP (Ferricreducingantioxidant power) et le pouvoir anti radicalaire de DPPH•.

III.3.1.1. Pouvoirréducteur

Un volume de 1ml de tampon phosphate(0.2M, pH=6.6) est ajouté à 1ml d'extrait de plante de différentes concentrations, suivi de 1ml de ferricyanure de potassium(1%), après agitation le mélange est incubé à 50° Cpendant 20min. Un volume de 1ml TCA à 10% est additionné au mélange avant d'être centrifugé à 3000tours/min pendant 10min. A partir de ces tubes 1,5 ml sont prélevés, puis additionnées de 1,5ml d'eau distillée et de 150µl de chlorure ferrique (0,1%), après incubation de 10 min à température ambiante et à l'obscurité l'absorbance est mesurée à 700nm.

L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés **(Thaipong *et al* ,2006).**

- **Calcule des $CR_{0.5}$**

Afin de comparer l'activité antioxydantedes extraits aqueux et méthanolique, nous avons calculé $CR_{0.5}$ qui est défini comme la concentration du substrat qui donne une absorbance 0.5 à 700 nm qui représentée la réduction de 50% du fer.

Les $CR_{0.5}$ sont calculées graphiquement par la régression sigmoïdale des graphes tracés par le logiciel Origine 75.

III.3.1.2. Effet scavenger du radical DPPH•

Pour étudier l'activité antiradicalaire des différents extraits, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH•(Di-Phényl-Picryl-Hydrazyl) comme un radical libre relativement stable. Dans ce test les antioxydants réduisent le Di-Phényl-Picryl-Hydrazyl ayant une couleur violette en un composé jaune, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons **(Talbi*et al.*,2014).**

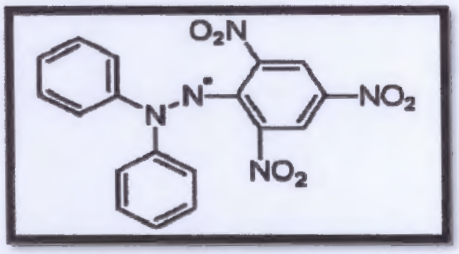


Figure18. Structure chimique de radical DPPH• **(Talbi *et al.*,**

Le protocole expérimental que nous avons utilisé est illustré dans le schéma suivant :

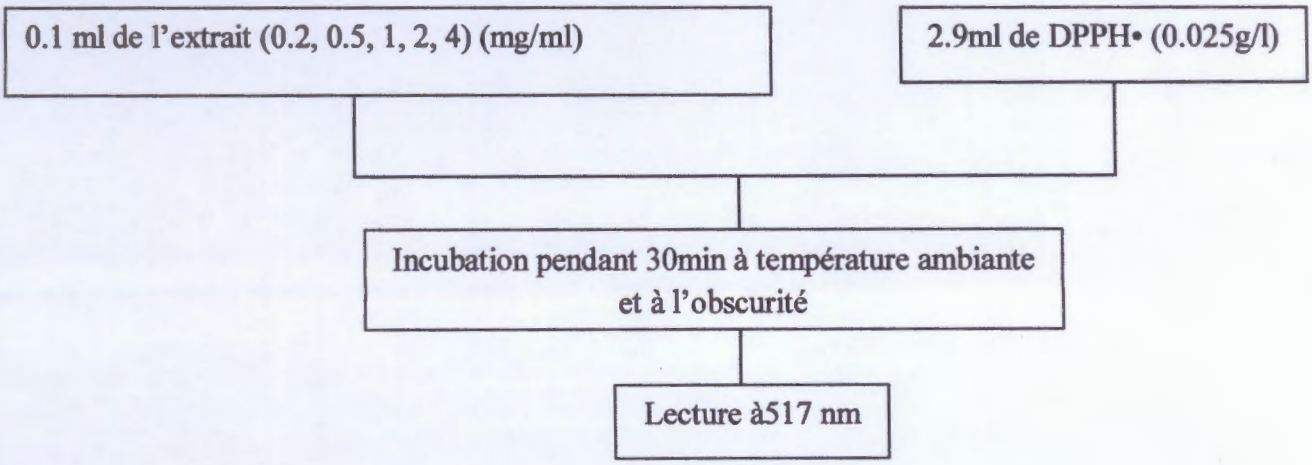


Figure19. Dosage de DPPH

Le pourcentage de réduction du radical DPPH est donné par l'équation suivante :

Pourcentage de réduction du DPPH= [(At-Ae)/At] ×100

At : absorbance du témoin

Ae : absorbance de l'extrait.

- **Détermination d'IC_{50}**

Ce paramètre est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration initiale de 50%, il est inversement lié à la capacité antioxydant.

Les IC_{50}sont calculées graphiquement par la régression sigmoïdale des graphes tracés par le logiciel Origine 75.

III.3.2.Test de l'activité antibactérienne

L'activité antimicrobienne des extraits a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu géloséMuller-Hinton Agar, afin d'identifier les extraits actifs.

III.3.2.1. Le choix des bactéries

Le choix des bactéries s'est porté sur deux souches de bactéries fréquentes en pathologie humaine appartenant à deux catégories différentes (Gram ⁻et Gram⁻).

Les souches bactériennes utilisées sont :

- ***Pseudomonas aeruginosa*** **ATCC 25922**

Pseudomonas aeruginosa est un bacille à Gram⁻responsable d'un grand nombre d'infections nosocomiales et d'infections potentiellement mortelles chezles personnes immunodéprimées**(Ben hajkhalifa** *et al.*, **2011)**. Capable de s'adapter à des environnements très divers en raison de sa très grande plasticité génétique, il est capable d'infecter presque tous les sites anatomiques **(Mesaros** *et al.*, **2007).**

- ***Escherichia coli*** **ATCC 25922**

Escherichia coli est un bacille à Gram⁻inoffensif dans le corps en arrêtant la croissance d'espèce de bactéries nuisible et en faisant des vitamines nécessaires. Néanmoins, elle est la bactérie la plus fréquemment impliquée dans les infections urinaires et elle peut provoquer des diarrhées par des mécanismes très divers, ainsi que diverses infections communautaires ou nosocomiales **(Yakhlef, 2010).**

- ***Staphylococcus aureus*** **ATCC 25923**

Les staphylocoques sont des cocci à Gram⁻ qui tendent à se grouper en amas. Une espèce, Staphylococcus aureus (staphylocoque doré), tient une place très importante dans les infections communautaires et nosocomiales **(Yakhlef, 2010).**

III.3.2.2.Milieux de culture

Selon les méthodes employées, nous avons utilisé les milieux de cultures suivants :

-Gélose Nutritive : Milieu d'isolement et de conservation non sélectif.

-Gélose Mueller Hinton pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux différents extraits des plantes

III.3.2.3.Conservation des souches

Les souches bactériennes ont été conservées à 4°C dans des boite de pétri contenant la gélose nutritive.

III.3.2.4.Préparation de l'inoculum

- **Préparation de la pré-culture**

L'activité antibactérienne doit être réalisée sur des souches bactériennes jeunes en phasede croissance exponentielle. La réactivation des cultures est effectuée par repiquageà la surface de la gélose nutritive pré-coulée en boite de Pétri ensuite incubée à 37C° pendant18 à 24h.

- **Préparation de la suspension bactérienne :**

Dans de l'eau physiologique stérile, 3 à 5 colonies similaires bien isolées sont inoculées. Après l'homogénéisation de la suspension bactérienne à l'aide d'un vortex, on mesure la densité optiqueà une longueurd'onde de 620nm qui doit être comprise entre 0,06 et 0,15.

III.3.2.5.Antibiogramme

L'antibiogramme consiste à :

- **Préparation des disques**

Des disques en papier Wattman de diamètre 6mm sont placés dans un tube à essai et stérilisés à l'autoclave pendant 20 minutes à 120°C pour éviter toutes formes de contamination

- **Préparation des boites de Pétri**

La gélose de Muller-Hinton stérile prête à l'usage a été coulée dans des boites de pétri stériles d'une épaisseur comprise entre 4 et 5mm répartie uniformément dans les boites, ces dernières sont placées à côté du bec benzène jusqu'à solidification de la gélose afin d'éviter la contamination des boites.

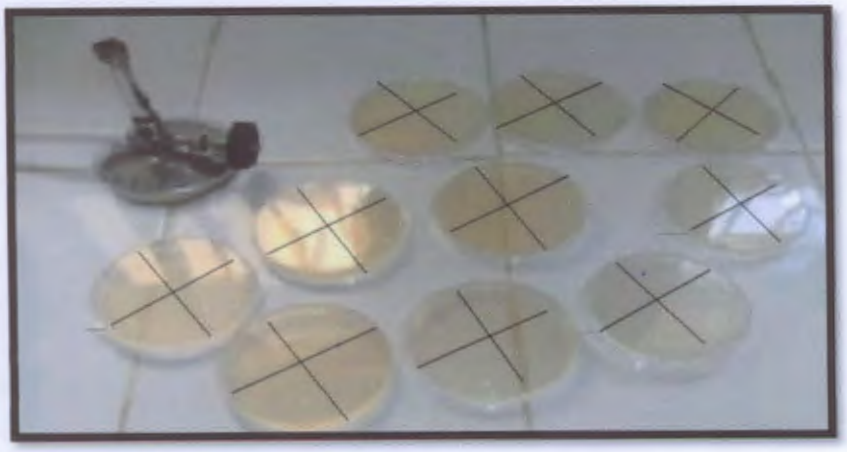


Figure19. Les boites de pétri gélosées

- **Ensemencement des souches :**

L'ensemencementest effectué par des cotons tiges à partir de suspension fraichement préparée. Il consiste à imbiber le coton tige par la suspension puis en fait des stries serrées sur la totalité de la surface gélosée en tournant la boite à environ 60° après chaque application afin d'obtenir une distribution uniforme de la suspension. Pour chaque souche le test est répété 2 fois.

- **Dépôt des disques :**

Dans des conditions aseptiques et à l'aide d'une pince stérile, des disques du papier Wattman imprégnés par 10 µl des extraits méthanolique et aqueux des deux plantes à différentes concentrations (5 disques par boite)sont déposés sur la gélose, précédemment inoculé avec le microorganisme choisi.

- **Incubation des boites**

Les boites sont ensuite incubées à l'étuve pendant 17-24hà 37° C.

- **Expression des résultats :**

Les diamètres des zones d'inhibition autour des disques ont été mesurés à l'aide d'une règle.

- **Détermination de CMI en milieu solide :**

La CMI est définie comme étant la concentration minimale d'extrait pour laquelle on n'observe pas de croissance visible à l'œil nu des bactéries.

III.4.Analysesdes résultats

Pour une première approche, nous avons construit des histogrammes afin de mieux cerner les fluctuations des dosages des composées phénoliqueset les diamètres d'inhibitions des extraits des plantes étudiées. Mais l'activité antioxydante est faite par le logicielOrigine 75 pour calculer les IC_{50} et $CR_{0.5}$ des deux extraits desplantes ensuite en les comparants par un standard qui est l'acide ascorbique.

Résultats et discussions

VI.1. Extraction et dosage des composées phénoliques

VI 1.1.Rendement d'extraction

L'extraction des composés phénoliques par le méthanol et l'eau des feuilles de *Lantana camara* et *Schinus molle* nous a permis de déterminer les rendements de leurs extraits bruts.

Les résultats du rendement d'extraction méthanolique et aqueux sont illustrés dans le **tableau 1, Annexe 3** et représenté graphiquement dans la figure suivante :

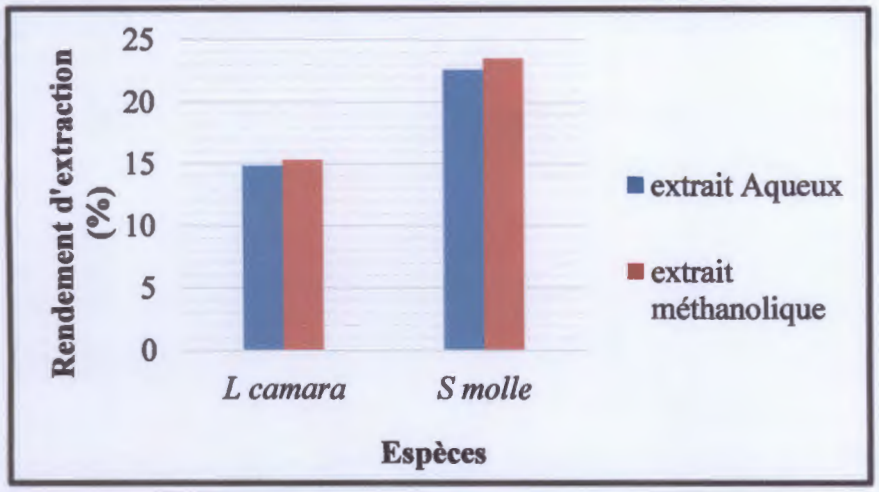


Figure 21. Teneur en rendement des extraits aqueux et méthanolique des deux espèces.

D'après la **figure 21,** les résultats obtenus montrent que le rendement d'extraction aqueux et méthanolique des feuilles est différent d'une plante à l'autre.

Les extraits aqueux et méthanolique de *S molle* et *L camara* ont presque le même rendement d'extraction avec une légère hausse pour le rendement d'extrait méthanolique des deux espèces qui est de l'ordre 23.25% pour *S molle* et 15.30% pour *L camara*. Cela peut être due à la haute polarité du méthanol qui sembler être efficace, plus sélectif pour l'extraction par ce qu'il possède l'avantage d'être éliminer facilement **(Owen et John's, 1999).**

D'autre part, le rendement d'extrait aqueux et méthanolique *de S molle* (22.6 - 23.25%) est supérieur à celui de l'extrait aqueux et méthanolique de *L camara* (14.85 - 15.30%).

En comparant le rendement d'extraction des feuilles de *L camara* avec celui donné par la littérature, on constate qu'il est inférieur à celui donné par **Bangou (2012)** qui est de l'ordre de 21.35%. Cette variation peut être due à la méthode d'extraction et la physiologie de l'espèce qui influe sur le rendement.

Siladji (2015), travaille sur l'extrait méthanolique de *S molle* a trouvé un taux de (15.32%). Cette valeur est inferieur par apport à nos résultats (23.25%). Ceci peut être expliqué par l'origine

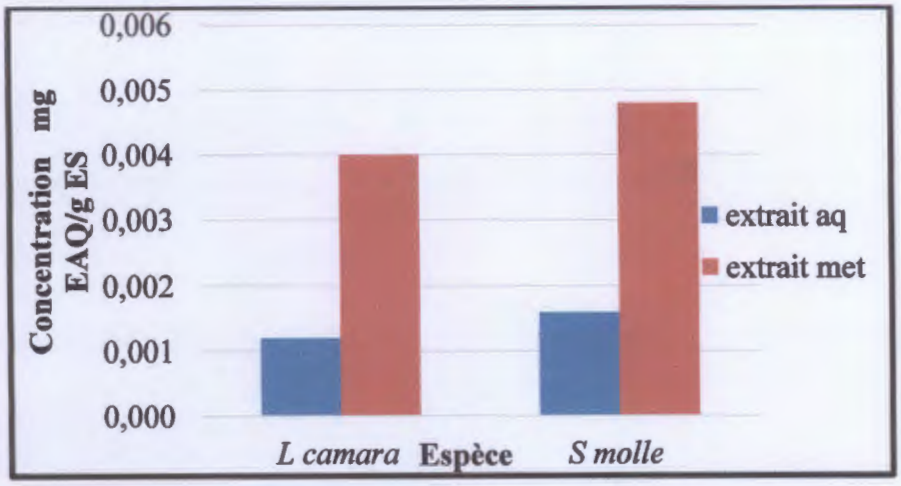
géographique, aux conditions environnementales, à la durée du stockage, à la période de la récolte, et les conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée.

Le travail d'**Abide (2009)** a trouvé que le rendement d'extraction hydro-alcoolique des feuilles de *S molle* est de l'ordre de 15.50 %. Cette valeur est inférieure à celle obtenue dans notre travail par l'utilisation de méthanol et l'eau pour l'extraction dont le rendement est de l'ordre de l'ordre 23.25 % et 22.6 % respectivement.

VI .1.2. Quantification des composés phénoliques

VI .1.2.1. Quantification des polyphénols

Les résultats figurent dans **le tableau 2, Annexe 3** et représentés graphiquement dans la figure suivante :



Figue 22. Teneur en polyphénols des extraits aqueux et méthanolique des deux espèces.

A la première lecture des résultats, nous constatons que les teneurs des polyphénols des extraits varient entre 0.0048 mg AG/g ES pour l'extrait méthanolique de *S molle* à 0.0012 mg AG/g ES pour l'extrait aqueux de *L camara*.

La teneur en phénols totaux la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait méthanolique pour les deux espèces *S molle* et *L camara* avec 0.0048 et 0.004 mg AG/g ES respectivement. Tandis que la teneur la plus faible a été trouvée dans l'extrait aqueux 0.0016 et 0.0012 mg AG/g ES pour *S molle* et *L camara* respectivement.

Il faut noter que la teneur des polyphénols des extraits méthanolique et aqueux de *S molle* est plus élevée par apport à ceux de *L camara*.

La très faible teneur en phénols totaux de l'extrait aqueux par apport à l'extrait méthanolique peut être expliquée que le méthanol a la capacité d'extraire le maximum des molécules bioactives.

Aussi, si on compare nos résultats avec d'autres travaux, on remarque que la teneur en polyphénols des feuilles de *S molle* est largement inférieure à celle trouvée par **Abide (2009)** (145,14 mg/g) pour l'extrait hydro-alcoolique (méthanol aqueux 70/30).

Seladji (2015), Travail sur l'extrait méthanolique et aqueux de *S molle* ont trouvé une teneur de 10.75 et 9.98 mg/g qui sont largement supérieure à nos résultats (0.0048 et 0.0016 mgEAG/g EB).

Pour *L camara*, **Bangou (2012)** travaille sur l'extrait méthanolique qui a trouvé une teneur de 10.03 mg Eq /100 mg extrait .Cette valeur est supérieure à celle que nous avons trouvée.

Ces dissimilitudes peuvent être expliquées par la différence des méthodes de dosage, l'origine de l'espèce, les propriétés des plantes. Aussi, les conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée.

VI .1.2.2. Quantification des flavonoïdes

Les résultats relatifs aux flavonoïdes sont figurent dans **le tableau 2, Annexe 3** et représentés graphiquement dans la figure suivante :

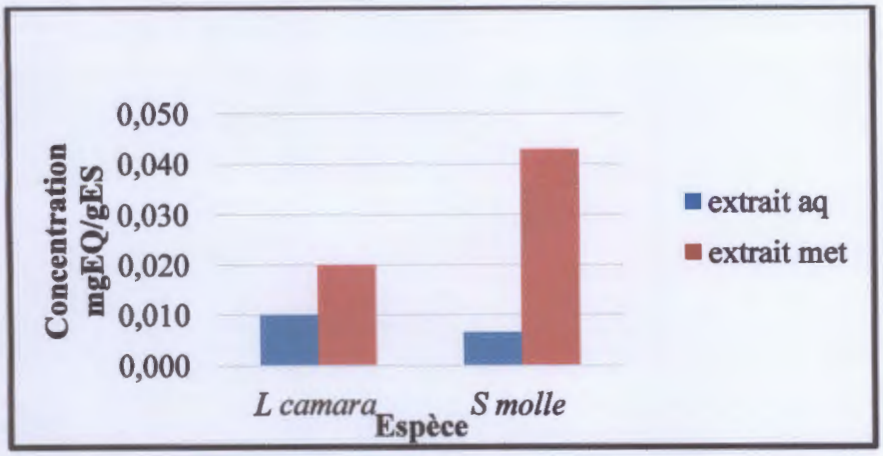


Figure 23. Teneur en flavonoïdes des extraits aqueux et méthanolique des deux espèces.

D'après la **figure 23,** les résultats obtenus montrent que la teneur des flavonoïdes des extraits aqueux et méthanolique des feuilles est diffère d'une plante à l'autre.

Pour l'extrait méthanolique, la teneur des flavonoïdes la plus élevée est révélée chez *S molle* avec 0.043 mg EQ/g ES contre 0.02 mg EQ/g ES chez *L camara*. Tandis que la teneur la plus faible des flavonoïdes a été enregistrée dans l'extrait aqueux de *S molle* avec 0.0066 mg EQ/g ES par contre 0.01 mg EQ/g ES chez *S molle*.

Si on compare les teneurs en flavonoïdes entre les deux extraits, on remarque que l'extrait méthanolique des feuilles de *L camara* et *S molle* enregistre la plus forte teneur par apport à l'extrait aqueux.

Travaillant sur *S molle*, **Seladji (2015)** ont obtenu des valeurs des flavonoïdes de l'ordre 0.9mgEQ/g MS pour l'extrait aqueux et 1.97 EQ/g MS pour l'extrait méthanolique, ces valeurs sont largement supérieure à ce que nous avons trouvé qui est de l'ordre de 0.0066 mg EQ/g EB pour l'extrait aqueux et 0.043mgEQ/g EB pour l'extrait méthanolique. Aussi, d'après les travaux réalisés sur *S molle*, **Abid (2009)** a trouvé une teneur de 91.84 mg/g suite à une extraction hydro-alcoolique, cette valeur est largement supérieure à nos résultats. Il est important de souligner que les flavonoïdes des extraits des plantes seront influencés, par les conditions environnementales, espèce de la plante et leur famille, la physiologie de la plantes.

VI.1.2.3. Quantification des tanins :

Les résultats obtenus sont présentés graphiquement dans la figure suivante :

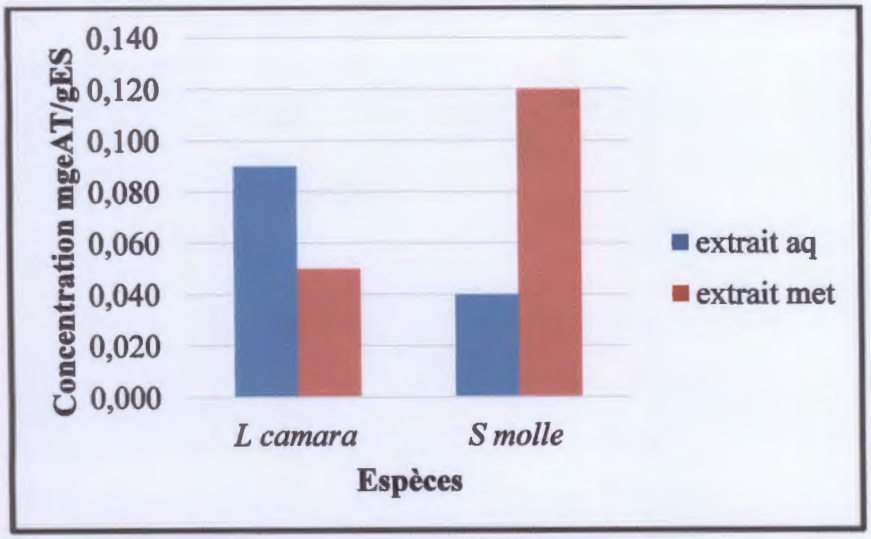


Figure 24. Teneur en tanins des extraits aqueux et méthanolique des deux espèces.

D'après la figure ci-dessus, on remarque que la teneur en tanin la plus élevée a été enregistré chez *S molle* (0.12 mg EAT/g ES) dans l'extrait méthanolique. Tandis que la teneur la plus basse a été enregistrée chez l'extrait aqueux de *S molle* (0.04mg EAT/g ES).

Si on compare les teneurs de tanins entre les deux plantes, nous remarquons que l'extrait méthanolique de *S molle* a la valeur la plus élevée 0.12 mg EAT/g ES contre 0.05mg EAT/g ES chez *Lantana camara*. Par contre la valeur la plus élevée dans l'extrait aqueux a été enregistrée dans chez *L camara* (0.09 mg EAT/g ES) contre 0.04mg EAT/g ES chez *S molle*.

Le travail de **Bangou (2012)** a trouvé la valeur de 0.48 mg EAT/g EB pour l'extrait méthanolique, cette valeur est supérieure à celle trouvée dans notre travail qui est 0.05mgEAT/g EB.

Pour *S molle*, **Seladji (2015)** a trouvée la valeur 1.5mg EAT/g EB pour l'extrait méthanolique et 2.10 mg EAT/g ES pour l'extrait aqueux. Ces valeurs sont largement supérieures à

celles que nous avons trouvé pour l'extrait méthanolique et aqueux respectivement (0.12 et 0.04 mg EAT/g ES).

VI .2. Evaluation de l'activité biologique

VI .2. 1. Evaluation de l'activité anti-oxydante

VI .2.1.1.Evaluation de l'activité anti radicalaire contre le radical libre DPPH•

L'activité antiradicalaire des extraits méthanolique et aqueux de *Lantana camara* et *Schinus molle* est évaluée par la méthode de DPPH•. Cette activité est déterminée par la diminution de l'absorbance d'une solution alcoolique de DPPH• à 517 nm, qui est due à sa réduction à une forme non radicalaire DPPH-H par les antioxydants donneurs d'hydrogène présent dans les extraits. Cette activité a été comparée à un standard qui est l'acide ascorbique.

a. L'extrait aqueux

Les résultats de pourcentage d'inhibition de radical DPPH• des extraits aqueux sont présentés dans **les tableaux 3, 4 en annexe 3**.et représente graphiquement dans la figure ci-dessous :

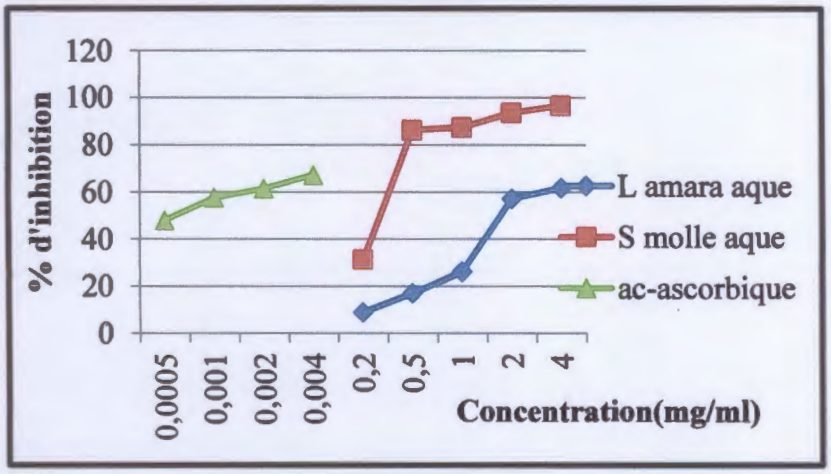


Figure 25. Activité anti-oxydante de l'extrait aqueux des plantes étudiées contre le radical DPPH•.

D'après la **figure 25**, les résultats montrent que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour l'acide ascorbique ou pour les extraits aqueux de *L camara* et *S molle.*

Le pourcentage d'inhibition du radical libre de l'acide ascorbique est supérieur au pourcentage d'inhibition des extraits aqueux des deux plantes.

Le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH pour l'extrait aqueux de *L camara* est inférieur à celui de *S molle* pour toutes les concentrations.

L'extrait aqueux de *L camara* présenté à des concentrations élevées des pourcentages d'inhibition faibles, à une concentration de 4 mg/ml, le pourcentage d'inhibition est de l'ordre de 61.90%, par contre, *S molle* présent un pourcentage élevé de l'ordre de 96.63%. Néanmoins,

l'acide ascorbique présente un % d'inhibition de l'ordre de 67.31% à une concentration égal à 0.004mg/ml.

- **Calcul des IC_{50}**

La valeur de L'IC_{50} est inversement proportionnelle à la capacité antioxydant d'un composé, car elle reflète la quantité d'antioxydant requise pour neutraliser 50% de la concentration initiale du radical libre dans le milieu. Plus la valeur d'IC_{50} est faible, plus l'activité anti radicalaire d'un composé est importante **(Ouibrahim, 2015).**

Les valeurs de l'IC_{50} sont déterminées graphiquement, en utilisant les courbes représentant la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'acide ascorbique et les extraits aqueux de *L camara* et *S molle* dans les **figures 6,7 et 8 en l'annexe 4.**

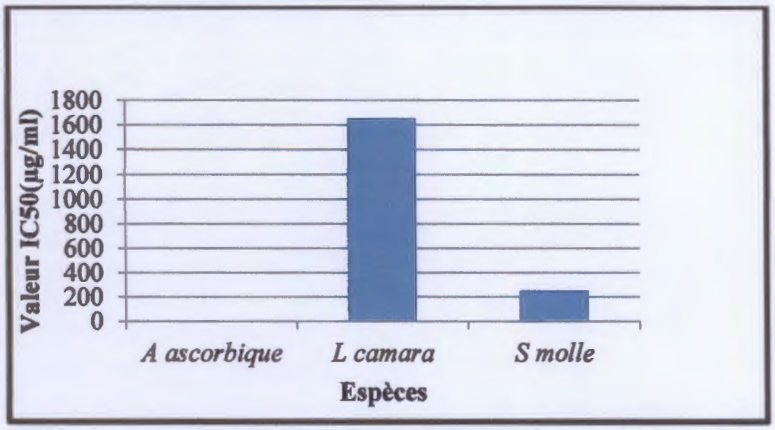


Figure 26. Concentration inhibitrice de 50%du radical DPPH• de l'extrait aqueux des deux plantes et de l'acide ascorbique

D'après la **figure 26**, on constate que l'acide ascorbique est la substance la plus active avec une valeur d'IC_{50} de l'ordre de 0.586 µg/ml. La comparaison entre les deux extraits montre que l'extrait aqueux de *S molle* est la substance la plus active avec une IC_{50} de l'ordre de 252 µg/ml par rapport à *L camara* qui montre une faible activité avec une IC_{50} égale à 1654µg/ml.

Le résultat d'IC_{50} que nous avons trouvé pour l'extrait aqueux de *Schinus molle* montre une valeur égale à 252 µg/ml. Ce dernier est en accord à celle trouvé par **Seladji (2015)** qui est de l'ordre 250 µg/ml.

a. L'extrait méthanolique

Les résultats de pourcentage d'inhibition de radical DPPH• des extraits méthanolique sont présentés dans les tableaux **5,6 en annexe 3**et traduit graphiquement dans la figure ci-dessous.

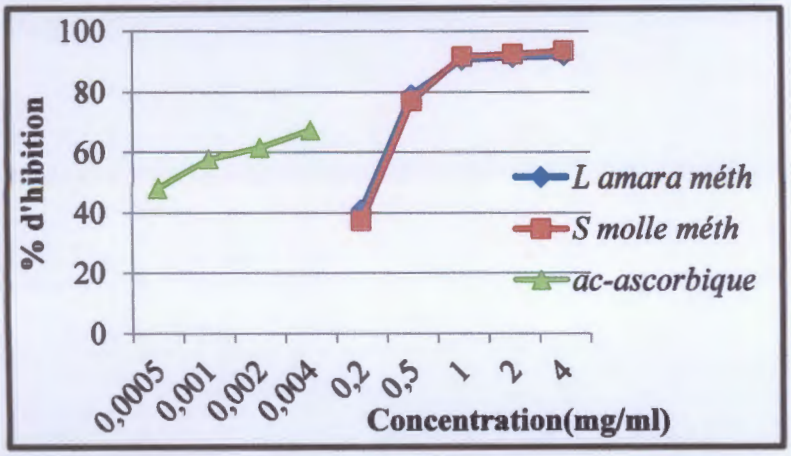


Figure 27. Activité anti-oxydante de l'extrait méthanolique des plantes étudiées contre le radical DPPH•.

Les résultats montrent que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour l'acide ascorbique ou pour les extraits méthanolique de *L camara* et *S molle.*

Le pourcentage d'inhibition de radical libre de l'acide ascorbique est supérieur au pourcentage d'inhibition du radical libre pour l'extrait méthanolique de *L. camara* et *S molle*.

Les extraits méthanolique de *L camara* et *S molle* ont présenté à des concentrations élevées des pourcentages d'inhibition élevés, à une concentration de 4mg/ml le pourcentage d'inhibition de l'ordre est de 91.93 % et 93.54 % respectivement, ils sont inferieurs à celui de l'acide ascorbique (67.31%) à une concentration de 0.004 mg/ml.

Selon **Seladji (2015)** , à une concentration 1 mg/ml, l'extrait méthanolique de *Schinus molle* a un pourcentage d'inhibition de l'ordre de 90,94%, légèrement inférieur à ce que nous avons trouvé (91,66 %).

➢ **Calcul de l'IC_{50}**

Les valeurs de l'IC_{50} sont déterminées graphiquement, en utilisant les courbes représentant la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'acide ascorbique et les extraits méthanolique de *L camara* et *S molle* dans les **figures 4, 5 en annexe 4.**

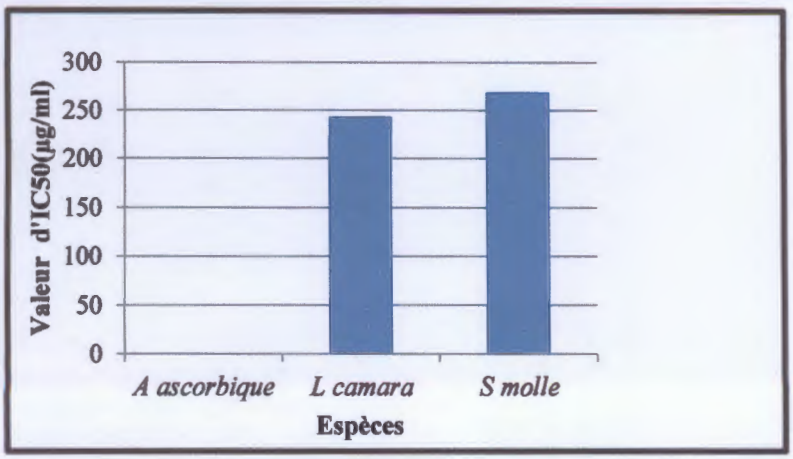


Figure 28. Concentration inhibitrice de 50%du radical DPPH• de l'extrait méthanolique des deux plantes et de l'acide ascorbique.

D'après la **figure 28**, nous remarquons une activité antioxydante élevée de l'acide ascorbique plus importante que les extraits méthanolique des deux plantes avec une valeur de 0.586µg/ml.

Si on compare entre les deux plantes, *L camara* présente une meilleure activité'244µg/ml) par rapport à *S molle* avec une valeur de l'ordre de 269 µg/ml.

Donc on peut conclure que l'extrait méthanolique de *L camara* a une activité anti radicalaire plus élevée que l'extrait aqueux, à l'inverse l'extrait aqueux de *S molle* a une IC_{50} légèrement supérieure à celle de l'extrait méthanolique.

Selon **Seladji (2015)**, l'extrait méthanolique de *Schinus molle* a une valeur d'IC_{50} égale à 620µg/ml, cette valeur est inferieure à ce que nous avons trouvé (269 µg/ml). Les travaux d'**Abide (2009),** révèlent des valeurs d'IC_{50} de l'ordre de 1030 µg/ml et 3260 µg/ml pour la fraction acétate d'éthyle et n-butamol respectivement. Néanmoins, **Bangou (2012)** a trouvé IC_{50} de l'extrait méthanolique de *L. camara* égale à 16,13 µg/ml. Cette valeur est 15 fois inférieure à ce que nous avons trouvé (244µg/ml), cela peut être dû à la méthode de travail, la nature de l'extrait, les conditions environnementaux et la période de récolte.

VI.2.1.2.Evaluation de pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est basé sur la réduction de l'ion ferrique (Fe^{3+}) en ion ferreux (Fe^{2+}) par des composés antioxydants. Une augmentation de l'absorbance est indicatrice d'un pouvoir réducteur élevé.

a. L'extrait aqueux

Les résultats de pouvoir réducteur de l'extrait aqueux sont présentés dans les tableaux **8,9 en annexe 3** et représentée sous des courbes dans la figure ci-dessous.

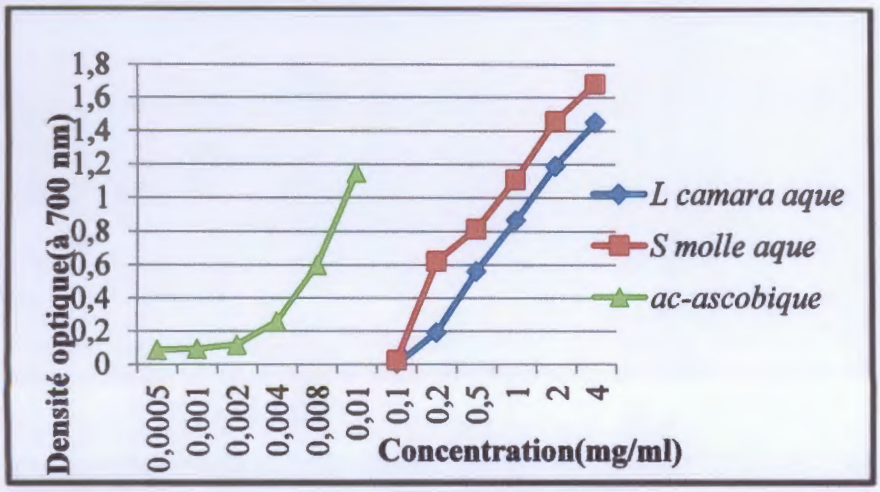


Figure 29. Pouvoir réducteur de l'extrait aqueux des deux plantes étudiées en comparaison avec l'acide ascorbique

D'après la **figure 29**, on constate que plus la concentration des extraits est élevée, l'activité réductrice est meilleure.

L'acide ascorbique a un pouvoir réducteur plus important que les extraits aqueux des deux plantes étudiées. L'extrait aqueux de *S molle* a un pouvoir plus important par rapport à celui de *L camara*. L'acide ascorbique présente un pouvoir réducteur élevé à une concentration égal à 0.01mg/ml. En revanche, les extraits aqueux des deux plantes révèlent une activité importante à des concentrations élevées (4mg/ml).

- **Calcul de $CR_{0.5}$**

Afin de comparer l'activité antioxydant des extraits, la $CR_{0.5}$ a été calculé. Cette dernière est définie comme la concentration du substrat qui donne une absorbance de 0.5 à 700 nm et qui représente la réduction de 50% de fer. Elle est déduite à partir des équations des courbes en **Figures 11, 12,13 en annexe 4.**

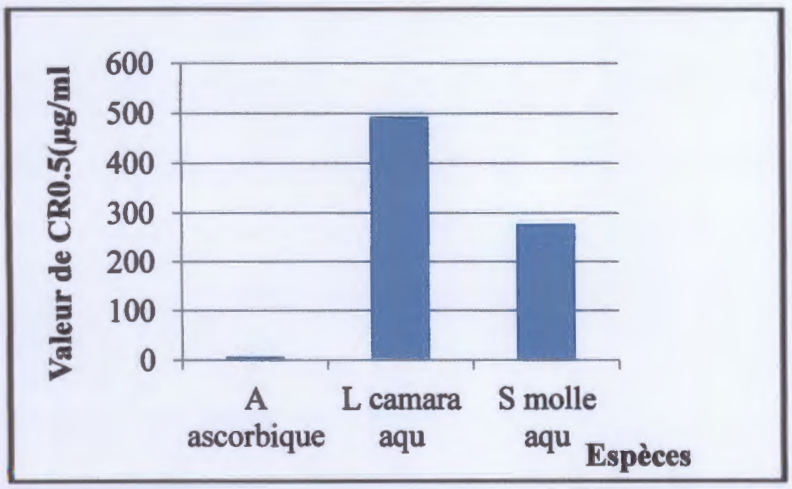


Figure 30. Concentration nécessaires pour la réduction de 50% du fer de l'extrait aqueux des deux plantes et de l'acide ascorbique.

Selon **la figure 30**, nous remarquons que la capacité à réduire le fer est variable, l'acide ascorbique est la substance la plus active par rapport à l'extrait aqueux des deux plantes, avec une $CR_{0.5}$ égale à 7.21µg/ml. Si on compare entre les deux plantes, l'extrait aqueux de *S molle* et plus actif (277 µg/ml) que l'extrait de *L camara* (493µg/ml).

b. L'extrait méthanolique

Le pouvoir de réduction de fer de l'extrait méthanolique des deux plantes est présenté par les tableaux **9 et 10 en annexe 3** et traduite dans la figure ci-dessous.

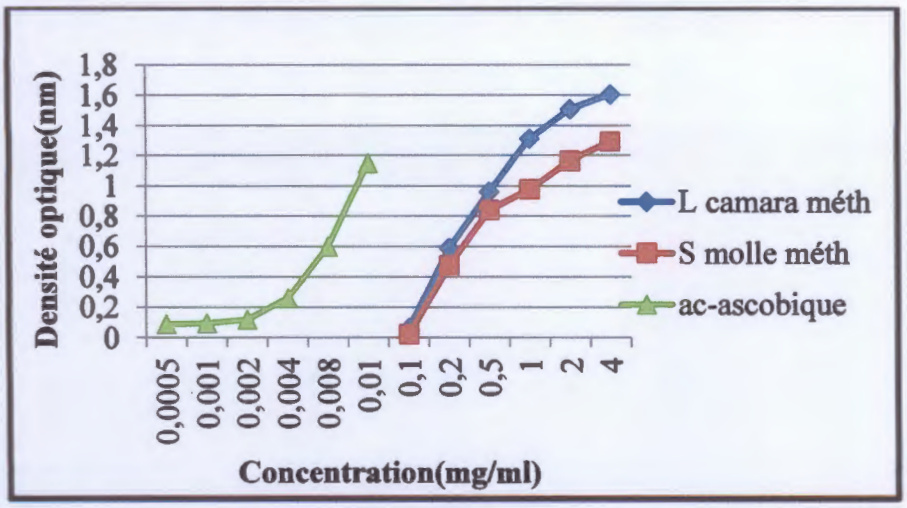


Figure 31. Pouvoir réducteur de l'extrait méthanolique des deux plantes en comparaison avec l'acide ascorbique

D'après la **figure 31**, L'extrait méthanolique de *L camara* a un pouvoir moins important par rapport à celui de l'acide ascorbique pour toutes les concentrations.

On constate aussi, que la capacité à réduire le fer par l'acide ascorbique est plus élevée par rapport aux extraits méthanolique de *L camara* et *S molle,* à une concentration égale à 0.01mg/ml on obtient une capacité égale à 1.15 nm. Si on compare entre les deux plantes, *L camara* présente une activité légèrement supérieure à celle de *S molle*. Pour une concentration égale à 4mg/ml, S molle présente une capacité à réduire le fer de l'ordre de 1.293 nm, tandis que *L camara* révèle une capacité égale à 1.605nm.

➢ **Calcul de $CR_{0.5}$**

La $CR_{0.5}$ pour les extraits méthanolique et de l'acides ascorbique est présenté dans la figures suivante.

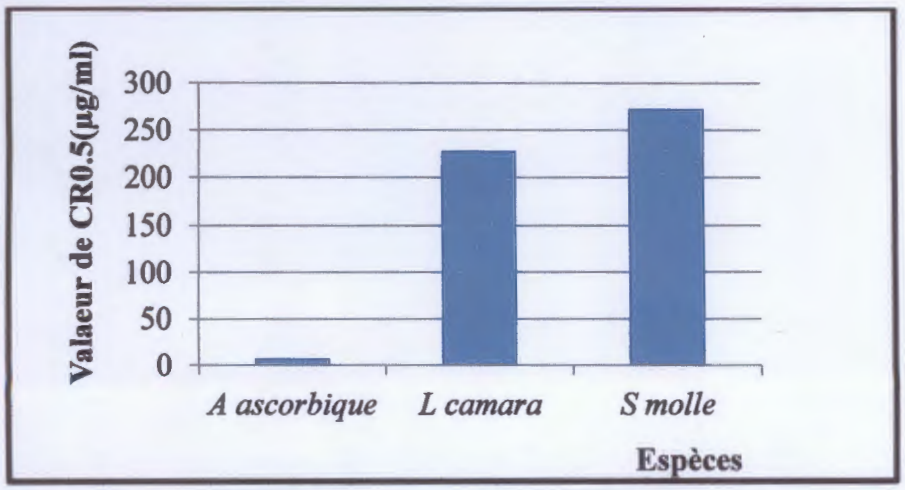


Figure 32. Concentration nécessaires pour la réduction de 50% du fer de l'extrait méthanolique des deux plantes et l'acide ascorbique.

D'après la **figure 32,** on constate que l'acide ascorbique est la substance la plus active avec une $CR_{0.5}$ égale à 7.21µg/ml comparativement aux extraits méthanolique des deux plantes. *L camara* présente une activité à réduire le fer plus élevée (228µg/ml) que *S molle* (273µg/ml).

Si on compare entre les deux extraits, l'extrait méthanolique de *L camara* est plus actif avec $CR_{0.5}$ égale à 228µg/ml que l'extrait aqueux (493µg/ml). En revanche, pour *S molle* les deux extraits s'avèrent identiques avec des $CR_{0.5}$ de 277µg/ml pour l'extrait aqueux et 273µg/ml pour l'extrait méthanolique. Les travaux d'**Abide (2009)** sur les feuilles de *S molle,* montrent des valeurs de $CR_{0.5}$ varient de 970µg/ml pour la fraction Acétate d'éthyle et 300µg/ml pour la fraction n-butanol.

VI.2.2. Evaluation de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits méthanolique et aqueux de *L camara* et *Schinus molle* par l'estimation du diamètre de la zone d'inhibition, exprimé en cm, a montré que ces extraits manifestent une activité qui varie en fonction de la sensibilité des souches testées. Ces dernières possèdent des structures cellulaires et un métabolisme particulier. La variation de l'activité antimicrobienne de l'antibiotique et les extraits s'explique par les variations de leurs compositions chimiques.

Les résultats sont présentés dans **les tableaux 13, 14,15 et 16 en annexe 3** et représentés graphiquement dans les figures ci-dessous.

- **Pour la souche *Staphylococcus aureus***

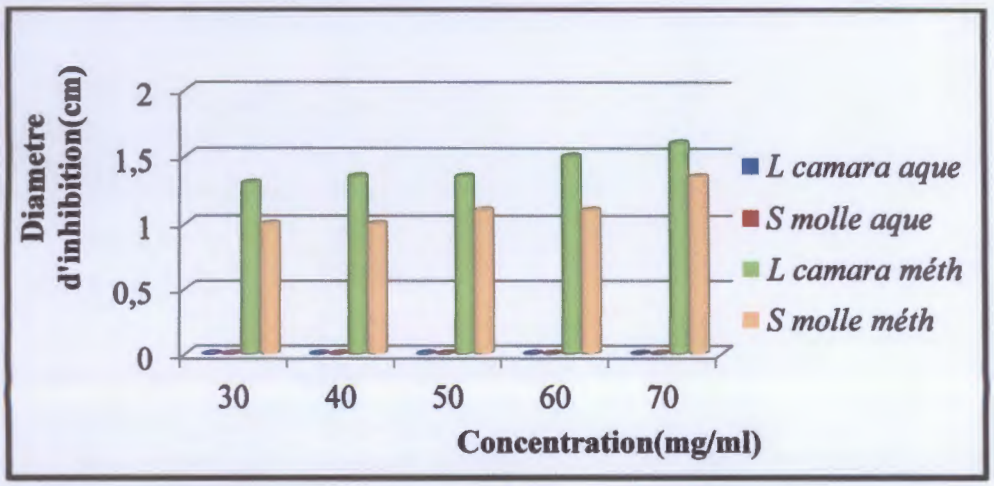


Figure 33. Les diamètres des zones d'inhibitions des extraits aqueux et méthanolique des plantes étudiées vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus*.

D'après la **figure 33**, on observe que les zones d'inhibition sont apparues dans l'extrait méthanolique de L camara et S molle par contre l'absence de ces zones dans l'extrait aqueux.

Pour l'extrait méthanolique, le diamètre de la zone d'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration pour les deux plantes.

Si on compare entre les deux plantes, on constate que l'extrait de *L camara* exerce une activité antibactérienne plus importante que l'extrait de *S molle*, cela traduit par les diamètres des zones d'inhibition importants. A une concentration de l'ordre de 70 mg/ml le diamètre de la zone d'inhibition atteint une valeur de 1.6 cm pour *L camara* contre 1.35 cm pour *S molle* **(figure 14,15, 16, 17 annexe 5).**

Donc on peut dire que l'extrait méthanolique a un effet inhibiteur vis-à-vis la *Staphylococcus aureus* et que cette dernière est sensible. Par contre l'extrait aqueux, *Staphylococcus aureus* est résistante car cet extrait n'est pas efficace vis-à-vis la souche (n'a pas un effet inhibitrice).

La CMI de l'extrait aqueux pour *L camara* et *S molle* n'est pas défini (absence), au contraire dans l'extrait méthanolique dans *L camara* et *S molle* est 30mg/ml.

Si on compare nos valeurs de diamètre d'inhibition pour l'extrait méthanolique avec l'antibiotique **(Ciprofloxacine)** dont la concentration est de 0.5 mg/ml, on observe que cette diamètre de 1,1 cm est similaire par apport les fortes concentrations de l' extrait méthanolique de *S molle*, par contre les valeurs de *L camara* qui sont supérieures à cette valeur. Cela signifie que l'antibiotique est plus efficace que les extraits par rapport aux fortes concentrations.

- **Pour la souche *Escherichia coli***

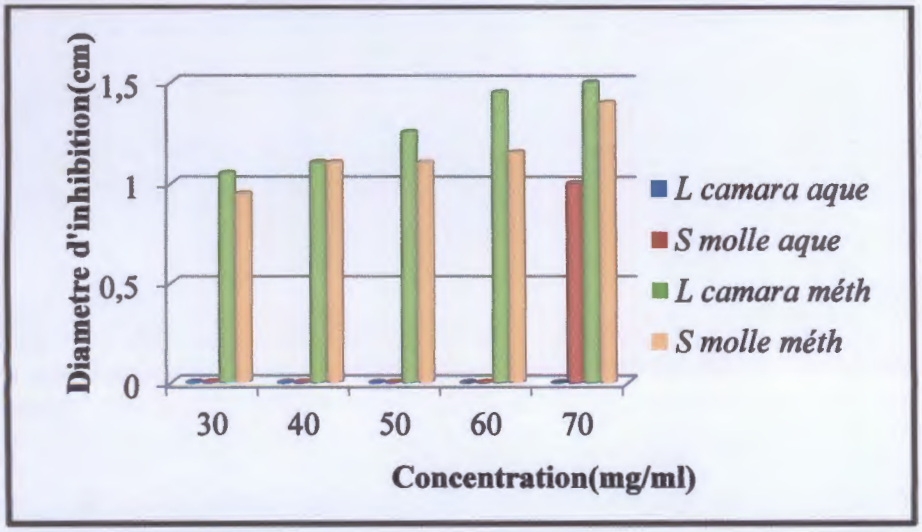


Figure 34. Les diamètres des zones d'inhibitions des extraits aqueux et méthanolique des plantes étudiées vis-à-vis de la souche *Escherichia coli*.

L'extrait méthanolique s'avère plus efficace que l'extrait aqueux pour les deux plantes étudiées par rapport à la souche *E. coli*.

D'après la **figure 34**, on constate que l'extrait aqueux de *L camara* et *S molle* n'a aucune zone d'inhibition pour toutes les concentrations à l'exception de la concentration 70 mg/ml de l'extrait aqueux de *S molle* dont le diamètre d'inhibition est de l'ordre de 1cm.

Concernant l'extrait méthanolique, le diamètre de la zone d'inhibition suit un gradient croissant, ce qui signifie que le diamètre augmente si la concentration augmente. L'extrait méthanolique de *L camara* s'avère plus efficace car les diamètres des zones d'inhibition sont supérieurs à ceux de l'extrait de *S molle*. À l'exception de la concentration 40mg/ml dont le diamètre de la zone d'inhibition est égal à 1.1cm pour les deux plantes **figures19, 20, 21,22 en annexe.**

L'apparition des zones d'inhibition avec les différentes concentrations nous donne que la souche *Escherichia coli* est sensible aux extraits étudiés surtout l'extrait méthanolique pour *L camara* et *S molle* et elle est résistante contre l'extrait aqueux de *L camara* et *S molle* .

La CMI des extraits que nous avons utilisés représente la concentration minimale capable d'inhiber la croissance bactérienne.

La CMI de l'extrait aqueux de *S molle* est égale à 70mg/ml mais pour l'extrait méthanolique de *S molle* et *L camara*, elle est de l'ordre de 30 mg/ml.

Par contre, pour l'extrait aqueux de *L camara*, toutes les concentrations que nous avons utilisées n'ont aucun effet inhibiteur vis à vis de la souche *E coli*. Cela en accord avec l'étude **d'Ali-Emmanuel** *et al* **(2002)** qui utilise la concentration 500 mg/ml avec différentes dilutions.

On comparant nos résultats avec celles obtiennent par l'antibiotique Ciprofloxacine à concentration 0.5 mg/ml de diamètre de 0.9 cm. Cette valeur est inférieure à ceux que nous avons trouvés à partir des concentrations de 30 mg/ml pour l'extrait méthanolique de *L camara* et *S molle.*

Mais cette concentration est largement inférieure aux concentrations étudiées qui a un effet sur la croissance bactérienne. Cela signifie que l'antibiotique est plus efficace à faible concentration par apport a nos extraits dont les concentrations sont supérieures.

- **Pour la souche *Pseudomonas aeruginosa***

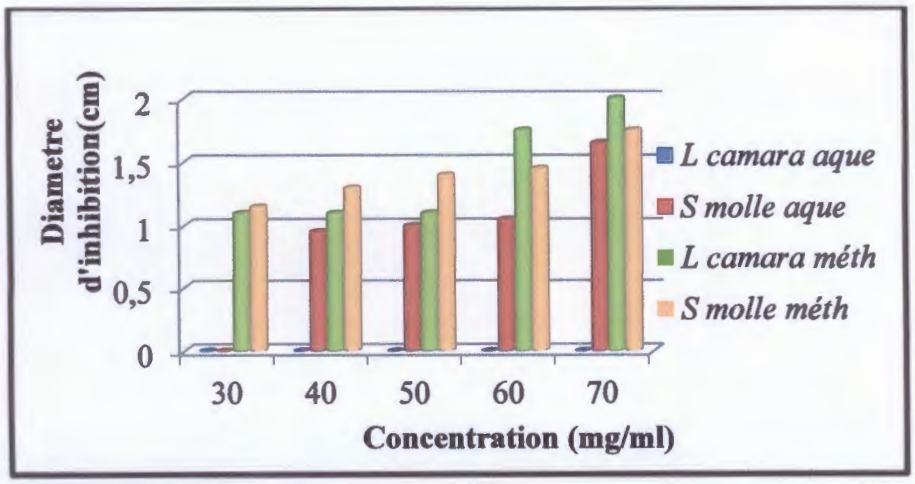


Figure 35. Les diamètres des zones d'inhibitions des extraits aqueux et méthanolique des plantes étudiées vis-à-vis de la souche *Pseudomonas aeruginosa.*

Pour l'extrait aqueux de *L camara*, on ne remarque aucun diamètre d'inhibition pour toutes les concentrations étudiées. En revanche, l'extrait aqueux de *S molle* a un effet antibactérien à partir de la concentration 40 mg/ml dont le diamètre est égal à 0.95cm. Ce dernier atteint 1.65cm pour la concentration 70mg/ml.

D'autre part, pour l'extrait méthanolique, *S molle* a des diamètres de la zone d'inhibition légèrement supérieurs à celui de *L camara* pour des concentrations inférieur ou égale à 50 mg/ml ; contrairement à des concentrations de l'ordre de 60 et 70 mg/ml, le diamètre sera inférieur à celui de *L camara.*

L'apparition des zones d'inhibition avec différents diamètres d'une plante à l'autre ce signifie que la souche *Pseudomonas aeruginosa* est sensibles surtout au l'extrait méthanolique *L camara* et *S molle*, par contre l'extrait aqueux de *L camara*, la souche est résistante car cet extrait n'a aucune effet **(Figure 24, 25, 26,27 en annexe 5).**

Si la concentration de l'extrait méthanolique augmente, le diamètre d'inhibition augmente cela signifie qu'il ya une relation proportionnelle entre la concentration et le diamètre d'inhibition.

La CMI des extraits variée d'une plante à l'autre et d'un extrait à l'autre, pour l'extrait méthanolique de *S molle* et *L camara*, la CMI est de l'ordre de 30mg/ml mais pour l'extrait aqueux

de *S molle* , la CMI est de 40mg/ml. Par contre l'extrait aqueux de *L camara* n'a pas une CMI défini par ces concentrations.

Si on compare les valeurs obtenues de diamètre d'inhibition avec l'antibiotique dont la concentration est de 0.5mg/ml, on observe que cette concentration de diamètre 1.2 cm est supérieure par apport aux fortes concentrations des extraits. Cela signifie que l'antibiotique est plus efficace que les extraits.

La différence de sensibilité observée entre les trois souches bactériennes vis-à-vis au deux extraits des plantes étudiées, peut être expliquer par le fait que la paroi des bactéries Gram$^-$ contient une couche lipidique les rendant moins perméables et donc plus résistantes que les bactéries Gram$^+$ qui sont dépourvues de cette couche **(Mamadou *et al* ., 2014).** Ce qui expliquer que l'extrait méthanolique pénètre facilement à la cellule bactérienne que ce soit gram $^-$ ou Gram $^+$par son caractère de polarité.

Conclusion

Dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et/ ou médicinales, nous nous sommes intéressé à deux plantes ornementales poussant en Algérie et ce afin de rechercher leurs éventuelles propriétés thérapeutiques.

A travers la présente étude, nous avons étudiél'activité antioxydante et antimicrobienne des deux espèces : *Lantana camara* et *Schinus molle,* poussant dans la région de Jijel. Nous avons présenté les résultats de l'étudephytochimique de ces deux plantes, ainsi que leurs propriétés biologiques,anti-oxydanteet antimicrobienne. Pour ce faire deux extraits ont été analysé à savoir l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique.

A la lumière des résultats obtenus, on peut tirer les conclusions suivantes :

L'extrait méthanolique était plus rentable pour les deux espèces *Lantana camara* et *Schinus molle* avec un rendement de l'ordre de 15.30% et 23.25% respectivement et ce par comparaison à l'extrait aqueux dont les rendements sont de 14.85% pour *Lantana camara* et de 22.6%pour *Schinus molle*.

Le dosage des polyphénols totaux par la méthode de Folin- Ciocalteau et le dosage des flavonoïdes par la méthode du trichlorure d'aluminium, nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

La teneur en polyphénols totaux la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait méthanolique pour les deux espèces *Lantana camara* et *Schinus molle* avec 0.004 et 0.0048mg AG/g ES respectivement.Tandis que la valeur la plus faible se trouve dans l'extrait aqueux pour *Lantana camara*(0.0012mgAG/g ES)et pour*Schinus molle*(0.0016 mgAG/g ES).

Pour les flavonoïdes, les extrais aqueux possèdent les quantités les plus faibles avec pour *Lantana camara* (0.01 mg EQ/g ES)et pour *Schinus molle*(0.0066 mg EQ/g ES). À l'inverse, les fortes quantités sont mesurées dans l'extrait méthanolique des deux plantes, *Schinus molle*à la plus forte quantité (0.043 mg EQ/g ES) par rapport à *Lantana camara* (0.02 mg EQ/g ES).

Concernant le dosage des tanins, l'extrait méthanolique de *Schinus molle* a la teneur la plus élevée (0.12 mg EAT/g ES) par rapport à celui de *Lantana camara*(0.04 mg EAT/g ES). Tandis que l'extrait aqueux de cette dernière possède la quantité la plus élevée(0.09 mg EAT/g ES)par rapport à celle de *Schinus molle*(0.05 mg EAT/g ES).

Les études sur la recherche des composés antioxydants s'avèrent très importante de nos jours, vu le rôle que ces composés peuvent jouer en matière de préservation de la santé.

Pour le piégeage du radical libre DPPH$^{\bullet}$, la comparaison entre les IC_{50}des extraits testés des deux plantes par rapport à celle de l'acide ascorbique, nous donne une activité antioxydante importante de l'acide ascorbique (0.586µg/ml). Pour l'extrait aqueux, *S molle* présente une activé très importante (252µg/ml) par rapport à *L camara*(1654µg/ml). Néanmoins, l'extrait méthanolique de *L camara* possède une activité supérieure (244µg/ml) à celui de *S molle*(269µg/ml).

Pour le pouvoir réducteur, l'acide ascorbique est la substance la plus activepar rapport aux extraits étudiés avec une valeur de $CR_{0.5}$ égale à 7.21µg/ml.L'extrait méthanolique de *L camara*présente une meilleure activité par rapport à celui de *S molle* avec des valeurs de $CR_{0.5}$ de l'ordre de 228 et 273µg/ml respectivement. Concernant l'extrait aqueux, *S molle*(277µg/ml)possède une activité réductrice supérieure à celle de*L camara* (493µg/ml).

Concernant l'activité antibactérienne, on peut dire que les extraits méthanolique ont une activité antibactérienne plus importante vis-à-vis des trois souches étudiées que les extraits aqueux. En revanche, l'extrait méthanolique de *Lantana camara* a un effet antibactérien plus important que celle de *Schinus molle*. Par contre, l'extrait aqueux de *Lantana camara* n'a aucune activité antibactérienne pour les différentes concentrations étudiées.

L'ensemble de ces résultats obtenus *in vitro* ne constitue qu'une première étape dansla recherche de substance végétale biologiquement active.

A cet effet, et comme perspectives on propose :

- Evaluation de l'effet antioxydant in vivo en utilisant d'autres techniques.
-Isoler et identifier les molécules biactives par CPG-SM afin de savoir les molécules majoritaires responsablesde diverses activités biologiques.
-Approfondir les études sur*Lantana camara* et *Schinus molle*pour leurs capacitésantioxydantes, antibactériennes, antifongiques et éventuellement enzymatiques.
-Étudier l'effet neurotoxique des différents extraits de *Lantana camara* chez des animaux expérimentaux comme les rats.

Références Bibliographiques

- **Abide L ., 2009.** *Recherche des activités antimicrobiennes et antioxydants des Schinus molle L et Pistacia Vera L de la région de Tlemcen*, thèse de magister en biologie,Algérie, 114p.
- **Alais C., Linden G., Miclo L., 2008.***Biochimie Alimentaire*, Dunod, Paris, 260p.
- **Ali-Emmanuel N., Moudachirou M., Akakpo A.J., Quetin-Leclercq J., 2002.***Activités antibactériennes in vitro de Cassia alata, Lantana camara et Mitracarpus scaber sur dermatophilus congolensis isolé au Bénin,* Revue ÉlevMédvét, Pays trop, Vol 55, N° 3, Bénin, 5p.
- **Alloun K ; 2007.** *Les plantes médicinales d'Algérie*, BERTI, Algérie ,240p.
- **Aravind N A., Dinesh R., Ganeshaiah R., Umashaanker John G., 2010.** *Impact of the invasive plant, Lantana camara, on bird assemblages at malé, South india, Tropical*ecology, Vol51, N°2, India, 4p.
- **Archambaud M., 2009.** *Méthodes d'évaluation de l'activité des antibiotiques in vitro*, Laboratoire Bactériologie-Hygiène CHU Rangueil, Toulouse, p12
- **Athamena S., Chalghem1 I., Kassah-Laouar A., Laroui S., Khebri S., 2010.** *Activité anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de Cuminum cyminuml*, journal Lebanese Science, Vol 11, N° 1, Algérie, 3p.
- **Bangou M J., 2012.** *Etude phytochimique et activités biologiques des tiges feuillées de Lantana camara L. et de Lippia chevalieri Moldenke : deux Verbenaceae du Burkina Faso*, thèse de doctorat en biochimie et Chimie, universite d'Ouagadougou- Burkina Faso, 199p.
- **Ben Haj Kalifa A, Moissenet D, Vu Thien H, Khedher M., 2011.** *Les facteurs de virulence de Pseudomonas aeruginosa : mécanismes et modes de régulations, Ann Biol Clin* ,Vol 69N°4, p10.
- **Benbrinis S., 2012.** *Evaluation des activités antioxydante et antibactérienne des extraits de Santolina chamaecyparissus,* thèse de magister en biochimie, université Ferhat Abbas-Sétif, 84p.
- **Bennfort-Rousselot D., Beaudeux J L, Therond P, Durand G ., 2003.** In biochimie médicale : marqueurs actuels et perspectives, Médecine science publications, 2ème édition, Paris, 601p.
- **Bentabet O., 2008.** *Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de Santolina chamaecyparissus L*, thèse de magister en chimie organique, université Mentouri-Constantine, 120p.
- **Benyagoub E., Nabbou N., Sirat M., Dahlis Z., 2014.** *Propriétés antibactériennes et constituants phytochimique des extraits de la Lavande de la région de Tlemcen et leur effet sur quelques espèces bactériennes responsables d'infection alimentaire*, Revue des Bio-ressources, Vol 4, N° 2, 11p.

- **Berger M., 2006.** *Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances*, Nutrition Clinique et Métabolisme, N° 20, 5p.
- **Berset C., 2006.** *Antioxydant phénolique, structure, propriétés, sources végétales* **in** Sarni-Manchado P., Cheynier V. *Les polyphénols an agroalimentaire*,TEC et DOC, Paris, 398p.
- **Bonnefont-Rousselot D., Therond T P., Delattre J., 2003**. *Radicaux libres et anti oxydants* **in**Delattre J ., Durand G J C.*biochimie pathologique aspects moléculaires et cellulaires*, Flammarion, France, 317p.
- **Bouchard F., Hervé J., Leclerc K., 2007.** *Radicaux libres et antioxydants, un combat sans merci*, le point biologique, vol 1, université Québec, Canada, 40p.
- **Bouguern B., 2012.** *Conception et synthèse de dérivés phénoliques hautement fonctionnalisées et étude de leurs propriétés biologiques vis-à-vis des maladies cardio-vasculaires*, thèse de doctorat en chimie, université Toulouse, France, 256p.
- **Bouhadjra K., 2011.** *Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge*, thèse de magister en chimie, université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 122p.
- **Bourgeois C F., 2003.** *Les vitamines dans les industries agroalimentaires*, TEC et DOC, Paris, 708p.
- **Brigitte S., 2006.** *Biologie microbiologique : résumé de cours, exercices corrigées et commentés*, Ellipses, France, 362p.
- **Bruneton J., 1999.** *Plantes toxiques : végétaux dangereuses pour l'homme et les animaux,* TEC et DOC, Paris, 529p.
- **Bruneton J., 2005.** *Plantes toxiques végétaux dangereux pour l'homme et les animaux,* TEC et DOC, Paris,618 p.
- **Bruneton J., 2009.** *Pharmacognosies –phytochimie : plantes médicinales*, TEC et DOC, France, 1269p.
- **Burnicho N., Texier A., 2003.** *L'antibiogramme : la détermination des sensibilités des antibiotiques,* DES bactériologies, 29p
- **Chabaud M., 2007.***Utilisation des antioxydants en hépatologie chez les carnivores domestiques*, thèse de doctorat en vétérinaire, université Claude-Bernard – Lyon France, 126p.
- **Charles M., Benbrook P D., 2005.** *Accroître la teneur en antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologiques Rapport sur l'état des connaissances scientifiques*, The Organic Center for Education and promotion, 87p.
- **Cillard j ; Cillard P., 2006.** *Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations*, OCL, vol 13, N° 1,6p.

- **Claude V., 2013.** *Des plantes faciles et performantes, les exceptionnelles,* Québec,7p.
- **Collard J., 2014.** *Stress oxydant – Généralités*, Labolink, Synlab, Belgique, 2p.
- **Corinne A., 2010.** *Stress oxydatif, calcium et thermalisme, généralités sur les radicaux libres, systèmes de défense et pathologies induites*, Press Therm Climat, Vol 147, N°2, 18p.
- **Daum-Badouard C., 2006.** *Les lésions des acides nucléiques : détection par CLHP-SM/SM dans les milieux biologiques humains et intérêt comme bio-marqueurs du stress oxydant et de l'inflammation*, thèse de doctorat en biotechnologie, universite Joseph Fourier-Grenoble, 228p.
- **Day M., Neser S., 2000.** *Factors influencing the biological control of Lantana camara in Australia and South africain*, Spencer, RépubliquesudAfrique, 12 p.
- **Defraigne J O., Pincemail J., 2007.** *Stress oxydant et antioxydants : mythes et réalités*, Rev Med Liege, Vol 62, N°4, 10p.
- **Dehak K., 2013.** *Méthodes d'extraction et de séparation des substances naturelles : Terpenoides*, doctorat de chimie, université Kasdi- Merbah Ouargla, 16p.
- **Delattre J., Beaudeux J L., Bonnefont-Rousselot D., 2003.** *Radicaux libres et stress oxydant : aspects biologiques et pathologiques*, Lavoisier, Paris, 549 p.
- **Descamps E., Gelé P., Bordet R., Vamecq J., 2006.** *Modulation pharmacologique du stress oxydatif*, Stratégies thérapeutiques, université de Lille, Vol 20, N° 4, France, 12p.
- **Diallo A., 2005.** *Etude de la phytochimie et des activités biologiques de syzygiumguineensewilld. (myrtaceae)*, thèse de doctorat en pharmacie, université de Bamako, Mali, 100p.
- **Djaman J A., 2013.** *Synthèse, intérêt et valorisation des métabolites secondaires*, université Félix Houphouët-Boigny, Cote D'ivoire, 20p.
- **Dorthe J., Nelson T., Manuel U., Edilberto R., 2002.** *Schinus molle,*,N°57, BASFOR, Danemark, 2p.
- **Egharevba H O., JemilatAliyu I., Uchechukwu Doris E, Ugbabe G ., WudilMuazzam I, 2015.** *Phytochemical screening chromatographic profiling and pharmacognostic analysis on leaves of lantana camara*,International Journal of Basic and AppliedSciences,Vol 4, N°4, Nigeria ,6p.
- **EL Meskaoui A., Bousta D., Dahchour A., Greche H., Harki E.H, Farah A., Ennabili A.,2008.***Plantes médicinales et aromatiques marocaines : opportunités et défis*, Revue AFN, Vol 3, N ° 2, Maroc ,15p.
- **Favier A., 2003.** *Le stress oxydant : intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique*, l'actualité chimique, 8p.

- **Gardès-Albert M., Bonnefont-Rousselot D., Abedinzadeh Z., Jore D ; 2003.** *Espèces réactives de l'oxygène : comment l'oxygène peut-il devenir toxique ?*, actualité chimique, Paris, 6p.
- **Genné D, Siegrist H. 2003.** *De l'antibiogramme à la prescription d'un antibiotique*, Forum Med Suisse, Curriculum, N° 20 ,5p.
- **Georgé S., Brat P., Alter P., Amiot, J M.,2005.***Rapid determination of polyphénols and vitamin C in plant-derived products.* Journal of Agricultural and Food Chemistry,N°**53**,4p.
- **Ghedira K., 2005.** *Flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôles prophylactiques et emplois en thérapeutiques*, Spring, N° 4, Tunisie, 2p.
- **Ghisalbertir EL., 2000.** *Lantana camara, Verbenaceae*, Fitoterapia, Australie, 20p.
- **Goussard J P., 1999.** *Les radicaux libres et antioxydants*, 11p.
- **Grandjean D., 2001.** *Le stress oxydatif cellulaire chez le chien : conséquences et prévention nutritionnelle*, Bull Acad , France12p.
- **Grandjean D., 2005.** *Comprendre le stress oxydatif cellulaire chez le chien*, Nouvprat et, N°22, 4p.
- **Guessan K., Kadja B., Zirihi G N., Traoré D., 2009.** *Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays krobou (agboville, côte-d'ivoire)*, Sciences &Nature,Vol 6 ,N°1, 15p.
- **Guignard J L., 2000.***Biochimie végétale*, DUNOD, Paris ,274p.
- **Gyan P., akhilesh S., Raghubanshi L ., Jamuna S. Singh., 2005.** *Lantana* invasion : An overview, Weed Biology and Management, *N*°5, India, 9 p.
- **HAGERMAN A., BUTLER L., 1978.** Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins, J Agric, Food Chem ,Vol 26, N°4,3p.
- **Haleng J., Pincemail J., Defraigne J. O., Charlier C., Chapelle J. P., 2007.** *Le stress oxydant*, Rev Med Liege, N°62, 10p.
- **Hopkins W., 2003.** *Physiologie végétale*, De Boeck, université Paris, France,514p.
- **Hordé P., 2014.** *Radicaux libres – Définition*, Sante-Médecine, 1p.
- **Kalita S., Kumar G, Karthik L, Venkata Bhaskara Rao K, 2012.** *A review on medicinal properties of Lantana camara,* Research J Pharm and Tech,Vol 5,N°6,India, 5 P.
- **Khireddine H., 2013.***Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie*, thèse de magister en génie alimentaire, université de Boumerdes, 140p.
- **Ladoh Y., Emeda C.F., Dibong S.D., Nyegue M.A., Djembissi T., LentaNdjakou B., Yinyang J., Wansi J.D., 2014.** *Activité anti-oxydante des extraits méthanoïques de*

Phragmantheracapitata (Loranthaceae), récoltée sur Citrus sinensis, Journal of Applied Biosciences, N° 84,8p.

- **Lisan ., B., 2014.** *Les plantes invasives à Madagascar, Les plantes envahissantes à Madagascar et en Afrique*, Version Vol 1.N°1, Madagascar ,83p.
- **LonareMK., Sharma M., Hajare SW., Borekar VI.,2012** *.Lantana camara :over view on toxic to potent medicinal properties*, IJPSR, Vol 3, N° 9,India,5p.
- **Macheix J., Fleuriet A., Sarni-Manchado P., 2006.** *Composées phénoliques dans la plante, structure, biosynthèse, répartition et rôles*in Sarni-Manchado P., Cheynier V. Les *polyphénols an agro-alimentaire*, TEC et DOC, Paris, 398p.
- **Maloueki U., Musuyu M., Mbomba N.B., Ndimbo K.S., Kapetshi K.J., Kabena N.O., 2013.** *Activités antimicrobiennes et antioxydants des extraits aqueux totaux des feuilles de megaphrynium macrostachyum (benth.) milne-redh. (marantaceae) et de palisotahirsuta(thunb.) k. schum. (commelinaceae)*, Congo Sciences, Vol 1, N° 1, 11p.
- **Mamadou R S ., Moussa I., Sessou P., Yehouenou B., Agbangnan P C., Illagouma A T, Abdoulaye A,. Sohounhloué D C K, Ikhiri K., 2014.** *Etude phytochimique, activités antiradicalaire, antibactérienne et antifongique d'extraits de Sebastianiachamaelea (L),* J. Soc Chim,N°37, Ouest-Afr ,9p.
- **Marc F., Davin A., Deglène-Benbrahim L., Ferrand C., Baccaunaud M., Fritsch P., 2004.** *Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments*, Médecine-Sciences, vol 20, n° 4, Québec- Canada, 7p.
- **Marot-Gaudry J F., Prat R., 2009.** *Biologie végétale : croissance et développement*, Dunod Paris, 241p.
- **Marot-Gaudry J F., Prat R., 2012.** *Biologie végétale : croissance et développement*, Dunod, Paris, 241p.
- **Mehani M., Segni L., 2013**. *Antimicrobial effect of essential oil of plant Schinus molle on Some Bacteria Pathogens*, IJ engineering and Technology, Vol7, N°12, 3p.
- **Merghem R., 2009.** *Eléments de biochimie végétale*, Bahaa-Eddine éditions, université de Mentouri Constantine, 172p.
- **Mesaros N., Nordmann P., Siat P ., Roussel-Delvallez M., Van Eldere J., Glupczynski Y., Van Laethem V., Jacobs F., Lebecque P., Malfroot A. Tulkens, P M., Van Bambeke F .,*2007*.** *Pseudomonas Aeruginosa : résistance et options thérapeutiques à l'aube du deuxième millénaire*, Vol 126, N°8 , 11p.
- **Messai L., 2011.** *Etude Phytochimique d'une plante médicinale de l'est Algérien (Artemisia Herba Alba)*, thèse de magister en chimie, université Mentouri Constantine, 104p.

- **Meyer A., Deiana J., Bernard A., 2008.** *Cours de microbiologie générale avec problèmes et exercices corrigés*, Doin,, France, 429p.
- **Meziti A., 2009.** *Activité antioxydant des extraits des graines de Nigella sativa L étude in vitro et in vivo*, thèse de magister en biochimie appliquée , universite de Batna, 105p.
- **Michel T., 2011.** *Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : Application aux molécules bioactives de l'argousier - Hippophaërhamnoides-*, thèse de doctorat en chimie, université d'Orléans, France, 288p.
- **Mohammedi Z., 2013.** *Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région dans le Nord et Sud Ouest de l'Algérie*, thèse de doctorat en biologie, université de Tlemcen, 170p.
- **Montagnier L., Olivier R., Pasquier C., 1998.** *Oxidative stress in cancer: AIDS and diseases*, Marcel Dekker, New York, 10p.
- **Moussard C., 2006.** *Biochimie structurelle et métabolique*, De Boeck, Belgique, 352p.
- **Muanda F. N., 2010.** *Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques*, thèse de doctorat en chimie, université Paul Verlaine-Metz, France, 294p.
- **Nultsch W., 1998.** *Botanique générale*, De Boeck, Paris, 602p.
- **Othman A Ismail A., Ghani AN ., Adenan I., 2007.** Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. Food Chemistry , N°100, 7p.
- **Ouibrahim A., 2015.** *Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (Laurusnobilis, Ocimum basilicum et Rosmarinus officinalis L) de l'Est Algérien*, thèse de doctorat en biologie, université Badji Mokhtar- Annaba, 117p.
- **Owen P L., John's T., 1999.** *Xanthinoxidaseinhibitory activity of northaasterneNorth American plant remediesused for gout* , journal of Ethnopharmacology , 64p.
- **Pietta P G., 2000.** *Flavonoïdes as antioxidants*, journal of naturalproducts, N°63, 7p.
- **Pincemail J., Le Goff C., Charlier C., Gillion P., Cheramy-Bien JP., Van Honacker E., 2009.** *Antioxydants : évaluation biologique du stress oxydant, application en routine clinique*, Nutritions & Endocrinologie, 16p.
- **Pincemail J., Meurisse M., Limet R ., Defraigne J O ., 1998.** *Mesure et utilisation des antioxydants en médecine humaine*, Medispher, 4p.
- **Pincemail J., Meurisse M., Limet R., Defraigne J O., 1999.** *Vaisseaux, Coeur, Poumons, Liège,*Vol 4,N°5,14p.
- **Pöpping B., 2009.** *Les caroténoïdes dans les aliments*, Centre de Compétence Vitamines, N° 31, EurofinsSteins, Danemark, 4p.

- **PriyankaN., Joshi P K., 2013.** *A review of Lantana camara studies in India*, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, N°10, India, 11p.
- **Raven P H., Evert R F., Eichhorn S., 2000.** *Biologie végétale*, De Boeck, Paris, 944p.
- **Reichl F X., 2010.** *Guide pratique de toxicologie*, De Boeck, Paris, 343p.
- **Richter G., 1993.** *Métabolite des végétaux : physiologie et biochimie*, éd Lausanne, France, 526p.
- **Sarni-Manchado P., Cheynier V., 2006.** *Les polyphénols en agro-alimentaire*, TEC et DOC, Paris, 398p.
- **Saxena M., Saxena J., Sarita K., 2012.** *Therapeutical values of Lantana camara plant,* Int. J of Pharm& Life Sci, V3, N°3, India, 4p.
- **Seladji M., 2015.** *Etude phytochimique, activités antioxydants et antibactériennes des extraits de cinq plantes médicinales et analyse de leurs huiles essentielles*, thèse de doctorat en biologie, université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 222p.
- **SeremeA .,Millogo-Rasolodiby J., Gunky Nacro M., 2010.** *Anatomie et concentration des tanins des plantes taniferes du Burkina Faso*, J Sci , Vol 10, N°2 , Burkina-Faso, 9p.
- **Sohal R S., Mockett R J., Orr W C., 2002**. Mechanisms of aging : an appraisal of the Oxidative stress hypothesis, Free Rad Biol Med, N°*33*,5p.
- **Sorg O., 2004.** *Oxidative stress : a theoretical model or a biological reality*, ComptesRendus as Biologies, N° 327, 13p.
- **Talbi H., BoumazaA., *El*-mostafa K ., Talbi J.,Hilali1 A., 2014.***Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la Nigellasativa L,* Environ Sci, Vol 6, N°4, Maroc, 14p.
- **Thaipong K ., Boonprakob u., Grosby k.,Cisneros Zevallos L ., Byrne D H., 2006.Coumparaison of ABTS ,DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity guava fruits extracts', Journal of food composition and analysis ,N°19,7p.**
- **Vansant I G., 2004.** *Radicaux libres et antioxydants : principes de base*, Institut Danone, 1p.
- **Venkatachalam T., Kishor Kumar V., KalaiSelvi P., Avinash O. Maskel, SenthilKumar N., 2011.** *Physico-chemical and preliminary phytochemical studie son the Lantana camara*, Fruits, Vol 3, N°1, India, 3p.
- **Wichtl M., Anton R ., 1999.** *Plantes therapeutique, tradition, pratique officinale, science therapeutique*, TEC et DOC, paris, 633p.
- **Wilson A., Salamatian L., 2003.** *Les radicaux libres : une question d'équilibre*, université de Versailles, France, 37p.

➢ **Yakhlef G., 2010.** *Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de Thymus vulgaris L et Laurus nobilis L*, thèse de magister en biochimie appliquée, université El Hadj Lakhdar –Batna, 80p.

Annexes

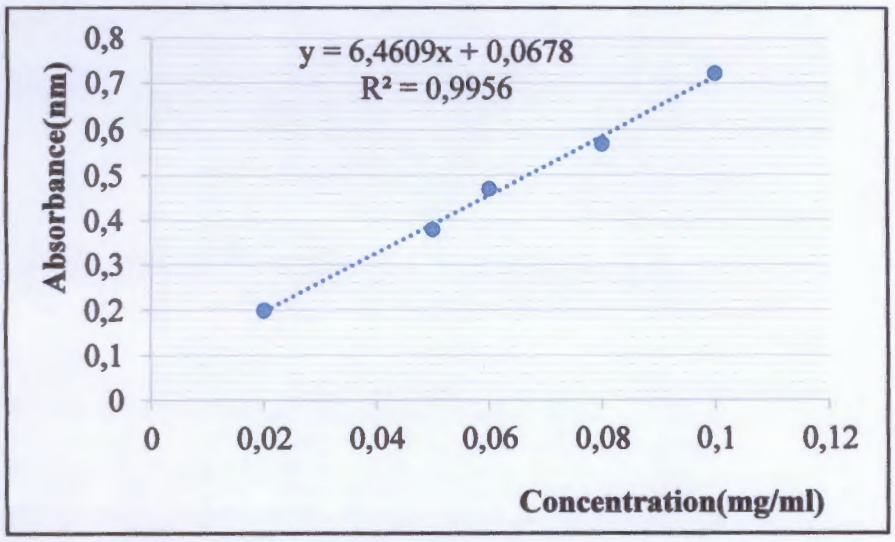


Figure 1. Courbe d'etalonnage d'acide gallique

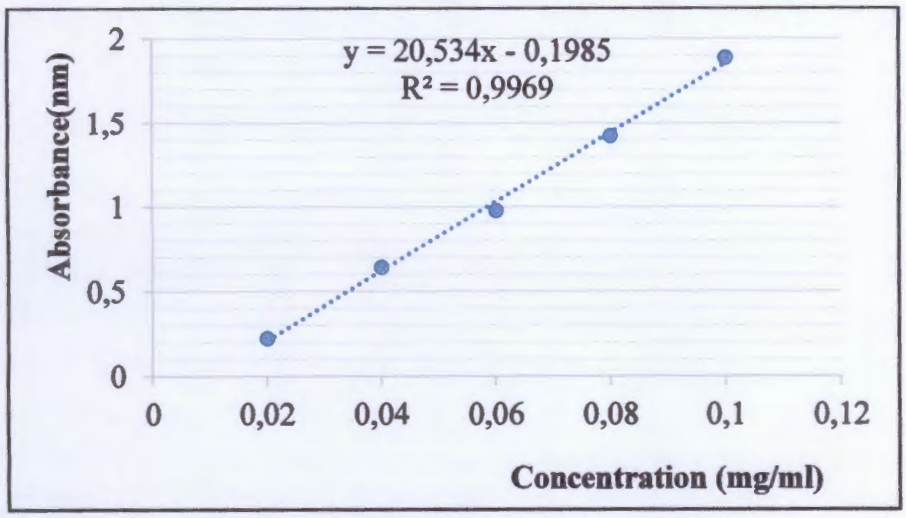


Figure 2. Courbe d' etalonnage de la Quercétine

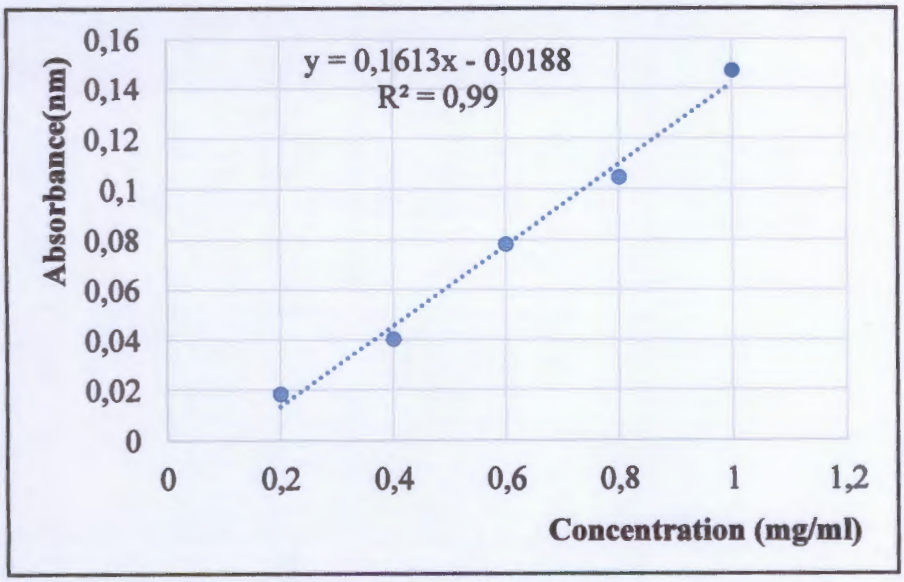


Figure 3. Courbe d' etalonnage d'acide Tannique

II. Matériel de laboratoires

-Balances pour prendre les masses d'échantillons et produits

-Réfrigérateur, agitateur, centrifugeuse et vortex

-Etuve pour l'incubation des bactéries

-Papier filtre pour filtrer les macéras

-Spectrophotomètres UV, il est utilisé dans les lectures d'absorbance dans le cas des activités antioxydants, le dosage de composés poly phénoliques

-Autoclave pour la stérilisation de matériels dans les activités antibactériennes

-Boîte de Pétri stériles pour la détermination de diamètres d'inhibition

-Pipettes, micropipette.

-Béchers, éprouvettes, tube à essais et tube a hémolyse,

-Disques stérile, pince, ance de platine

-Muller Hinton, gélose nutritif

-Coton tige stérile

-Bec benzène

III. Solvants et réactifs

-Eau distillée

-Eau physiologique stérile

- SDS , BSA,TEA

-Méthanol

-Eau de javel

-Acide trichloracétique(TCA)

- Na OH

-NaH_3PO_4, Na_2HPO_4

-Folin-Ciocalteu

- Acide chlorhydrique HCl

-Chlorure ferrique ($FeCl_3$)

-Chlorure d'aluminium ($AlCl_3$)

-Carbonate de sodium ($Na_3CO_3^-$)

-Chlorure de sodium (NaCl)

-DPPH (2,2-diphnyl-1-picryl hydrazyl)

- Ferrocyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$

-Tampon phosphate,Tampon acétate

Annexe 3

1-Rendement d'extraction (%) (tableau1)

		Poids initial(g)	Poids de résidus (g)	Rendement %
Lantana camara	Aqueux	20	2.97	14.85
	Méthanolique	20	3.06	15.30
Schinus molle	Aqueux	20	4.52	22.6
	Méthanolique	20	4.65	23.5

2-Les résultats de dosage des composées phénoliques (tableau2)

Schinus molle aqueux				
	R1	R2	moyenne	C=cv/m
Polyphénols	0,037	0,039	0,038	0.0016
Tanins	0,203	0,222	0,213	0.047
Flavonoïde	0,015	0,015	0,015	0.0066
Lantana camara aqueux				
	R1	R2	moyenne	C=cv/m
Polyphénols	0,0212168	0,0143526	0,018	0.0012
Flavonoïde	0,014	0,013	0,014	0.01
Tanins	0,259144510	0,300874148	0,28000933	0.094
Schinus molle méthanole				
	R1	R2	moyenne	C=cv/m
Polyphénols	0,02324493	0,02184087	0,02254290	0.0048
Flavonoïde	0,0114201	0,0116149	0,0115175	0.043
Tanins	0,60311841	0,57532548	0,58922195	0.12
Lantana camara méthanole				
	R1	R2	moyenne	C=cv/m
Polyphénols	0,060	0,061	0,061	0.004
les tanins	0,154	0,155	0,154	0.05
Flavonoïde	0,030	0,030	0,030	0.02

3-% d'inhibition pour les deux plantes avec les deux extraits

3-1-%d'inhibition de *L camara* (Aqueux) (tableau 3)

%d'inhibition / Concentration (mg/ml)	% d'inhibition R1	% d'inhibition R2	moyenne %d'inhibition
0.2	8.96	8.68	40.40
0.5	16.52	17.64	48.08
1	29.13	22.68	57.69
2	61.62	52.94	61.54
4	61.9	61.9	67.31

3-2-%d'inhibition de *S molle* (Aqueux) (tableau 4)

% d'inhibition / Concentration (mg/ml)	% d'inhibition R1	d'inhibition R2	moyenne %d'inhibition
0.2	31.19	/	31.19
0.5	85.99	86.55	86.27
1	92.99	81.76	87.39
2	93.55	/	93.55
4	96.63	/	96.63

3-3-%d'inhibition de *L camara* (méthanol) (tableau5)

% d'inhibition / Concentration (mg/ml)	% d'inhibition R1	% d'inhibition R2	moyenne %d'inhibition
0.2	40.86	41.39	41.13
0.5	78.49	80.10	79.30
1	90.86	90.05	90.59
2	89.78	92.74	91.39
4	/	91.93	91.93

3-4-%d'inhibition de *S molle* (méthanol) (tableau 6)

% d'inhibition / Concentration (mg/ml)	% d'inhibition R1	% d'inhibition R2	moyenne %d'inhibition
0.2	39.24	35.48	37.37
0.5	75.80	78.22	77.2
1	/	91.66	91.66
2	/	92.47	92.47
4	/	93.54	93.54

3-5-%d'inhibition d'acide ascorbique (tableau 7)

Concentration (µg/ml)	% d'inhibition
0,2	40,40
0,5	48,08
1	57,69
2	61,54
4	67,31

4-Pouvoir réducteur des extraites des plantes

4-1-Pouvoir réducteur de *L camara* (aqueux) (tableau8)

Densité nm / Concentration (mg/ml)	R1	R2	moyenne
0,1	0,002	0,006	0,004
0,2	0,165	0,220	0,193
0,5	0,522	0,603	0,563
1	0,974	0,764	0,869
2	1,016	1,366	1,191
4	1,461	1,439	1,450

4-2-Pouvoir réducteur de *S molle* (aqueux) (tableau 9)

Densité nm / Concentration (mg/ml)	R1	R2	moyenne
0,1	0,027	0,013	0,025
0,2	0,681	0,563	0,622
0,5	0,820	0,810	0,815
1	1,114	1,107	1,111
2	1,476	1,442	1,459
4	1,675	1,689	1,682

4-3-Pouvoir réducteur de *L camara* (méthanol) (tableau10)

Densité nm / Concentration (mg/ml)	R1	R2	moyenne
0,1	0,059	0,065	0,062
0,2	0,626	0,552	0,589
0,5	0,960	0,963	0,962
1	1,704	0,919	1,312
2	1,427	1,589	1,508
4	1,654	1,556	1,605

4-4-Pouvoir réducteur de *S molle* (méthanol) (tableau11)

Densité nm / Concentration (mg/ml)	R1	R2	Moyenne
0,1	0,024	0,018	0,021
0,2	0,461	0,489	0,475
0,5	0,900	0,779	0,840
1,0	0,967	0,989	0,978
2,0	1,140	1,190	1,165
4,0	1,281	1,305	1,293

4-5-Pouvoir réducteur d'acide ascorbique (tableau12)

Concentration (µg/ml)	Densité (nm)
0,1	0,096
0,2	0,401
0,5	0,71
1	1,02
2	1,35
4	1,56

5- Diamètre d'inhibition pour les deux plantes avec les deux extraits

5-1-Diamètre d'inhibition pour les deux plantes avec les deux extraits contre *Escherichia coli* (tableau13)

Espèces / Concentration (mg/ml)	*L camara* aq	*S molle* aq	L *camara* méth	*S molle* méth
30	N D	N D	1,05	0,95
40	N D	N D	1,1	1,1

50	N D	N D	1,25	1,1
60	N D	N D	1,45	1,15
70	N D	1	1,5	1,4

5-2-Diamètre d'inhibition pour les deux plantes avec les deux extraits contre *Staphylococcus aureus* (tableau 14)

Espèces / Concentration mg/ml	***L camara* aque**	***S molle* aque**	***L camara* méth**	***S molle* méth**
30	N D	N D	1,3	1
40	N D	N D	1,35	1
50	N D	N D	1,35	1,1
60	N D	N D	1,5	1,1
70	N D	N D	1,6	1,35

5-3-Diamètre d'inhibition pour les deux plantes avec les deux extraits contre *Pseudomonas aeruginosa* (tableau 15)

Espèces / Concentration (mg/ml)	***L camara* aqu**	***S molle* aqu**	***L camara* méth**	***S molle* méth**
30	N D	N D	1,1	1,15
40	N D	0,95	1,1	1,3
50	N D	1	1,1	1,4
50	N D	1,05	1,75	1,45
70	N D	1,65	2	1,75

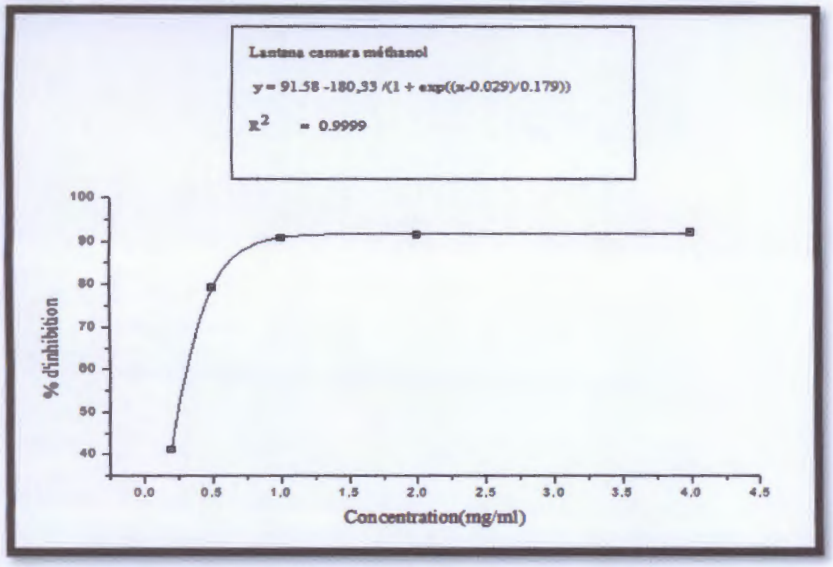
5-4-Diamètre d'inhibition pour Ciprafloxacine 0.5 mg/ml contre les trois souches (tableau16)

Souche bactérienne	**Escherichia coli**	**Staphylococcus aureus**	**Pseudomonas aeruginosa**
Moyenne de Diamètre (cm)	0.9	1.1	1.2

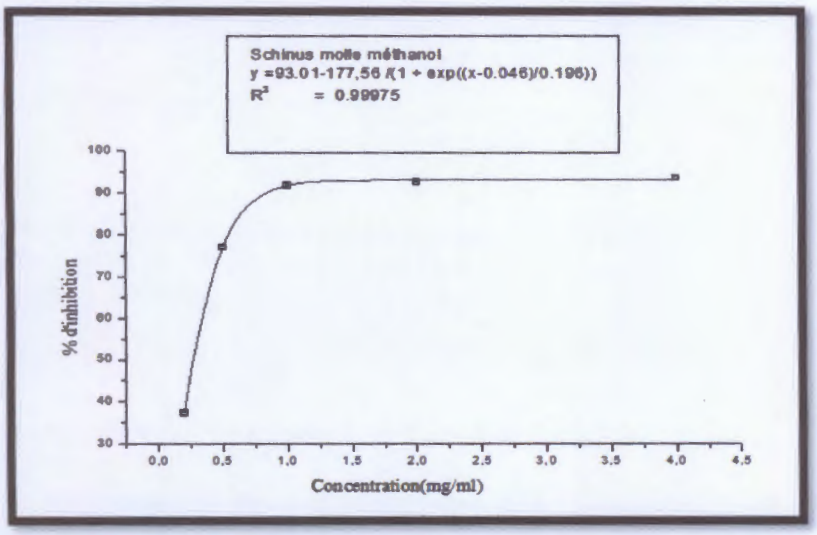
ND : non déterminé

Annexe 4

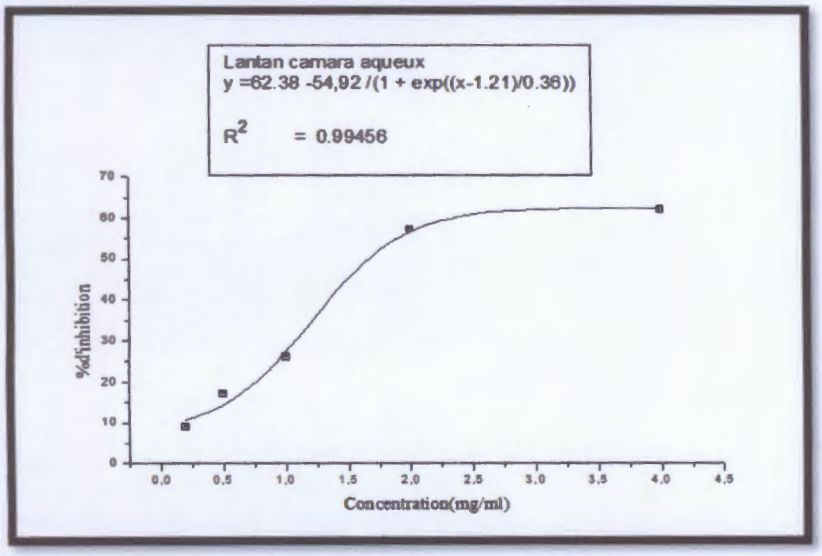
4


Lantana camara méthanol
y = 91.58 -180,33 /(1 + exp((x-0.029)/0.179))
R2 = 0.9999
% d'inhibition
Concentration(mg/ml)

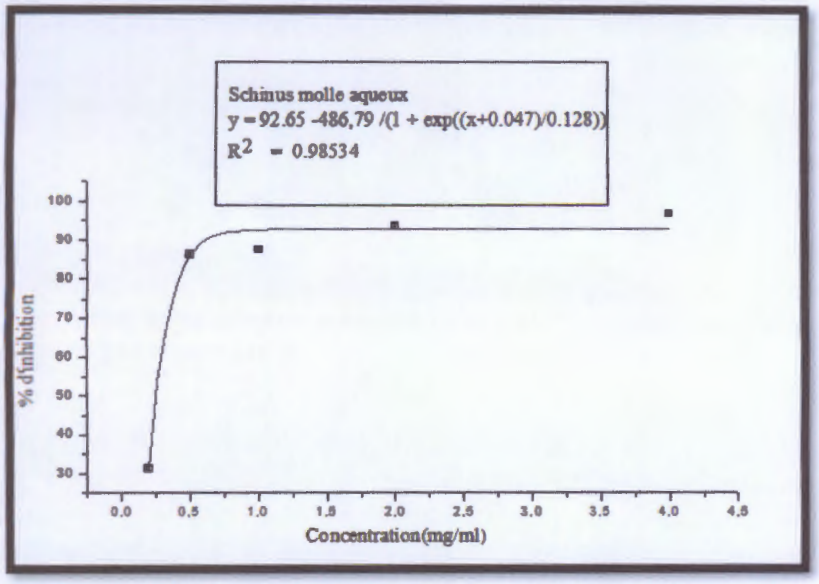
5


Schinus molle méthanol
y =93.01-177,56 /(1 + exp((x-0.046)/0.196))
R2 = 0.99975
% d'inhibition
Concentration(mg/ml)

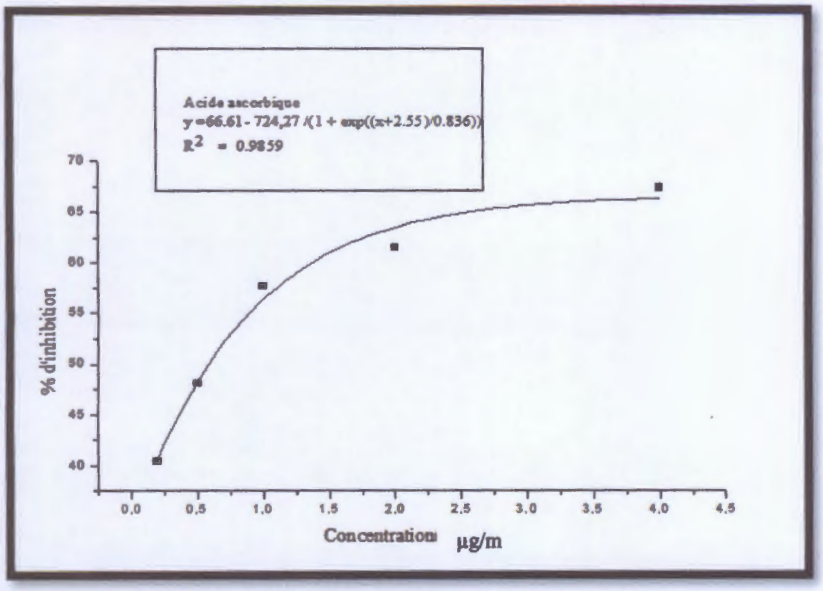
6


Lantan camara aqueux
y =62.38 -54,92 /(1 + exp((x-1.21)/0.36))
R2 = 0.99456
%d'inhibition
Concentration(mg/ml)

7

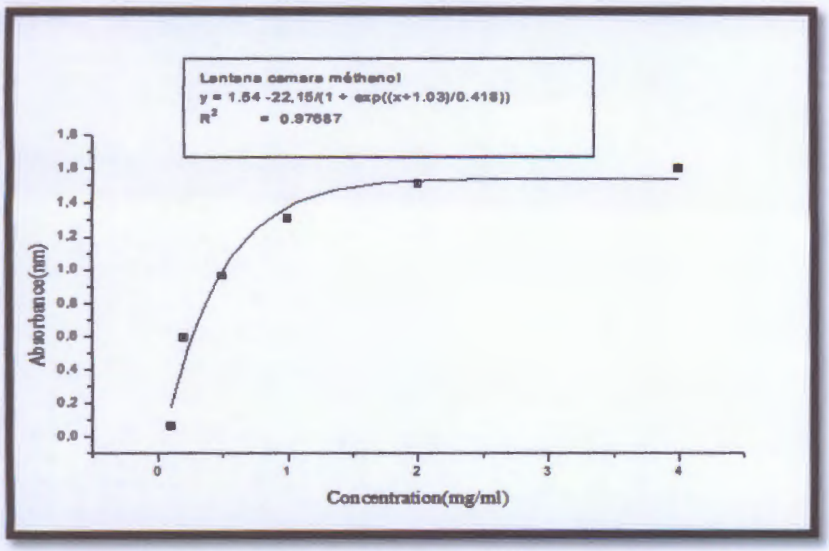


8

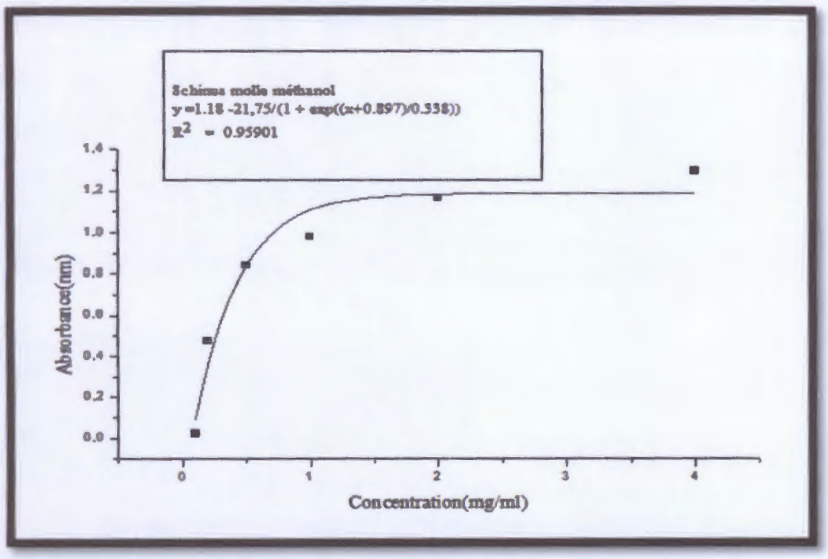


Figures 4, 5 ,6, 7,8 : Pourcentage d'inhibition du radicale DPPH en fonction des différentes concentration utilisé pour l'extraits aqueux et méthanolique

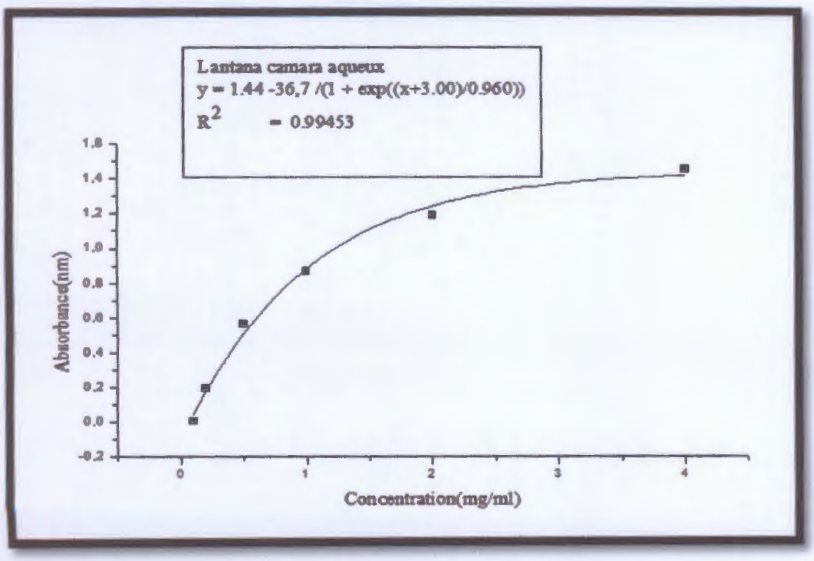
9


Lantana camara méthanol
y = 1.54 -22,15/(1 + exp((x+1.03)/0.418))
R2 = 0.97687
Absorbance(nm)
Concentration(mg/ml)

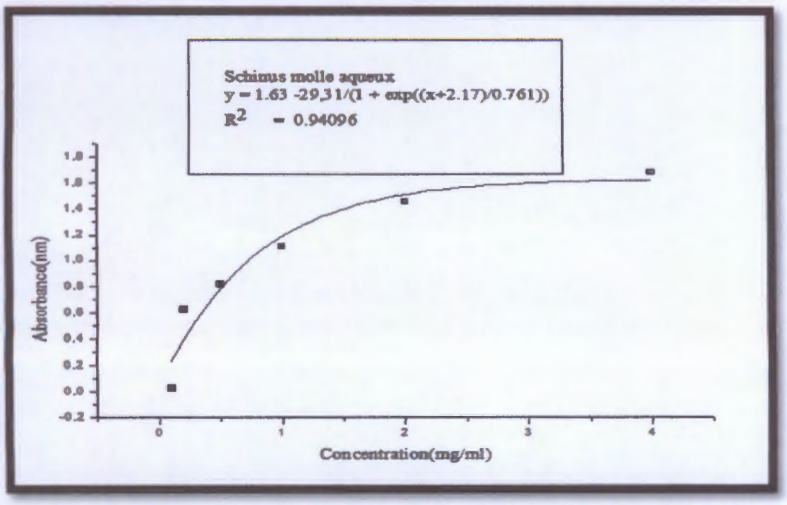
10


Schinus molle méthanol
y =1.18 -21,75/(1 + exp((x+0.897)/0.338))
R2 = 0.95901
Absorbance(nm)
Concentration(mg/ml)

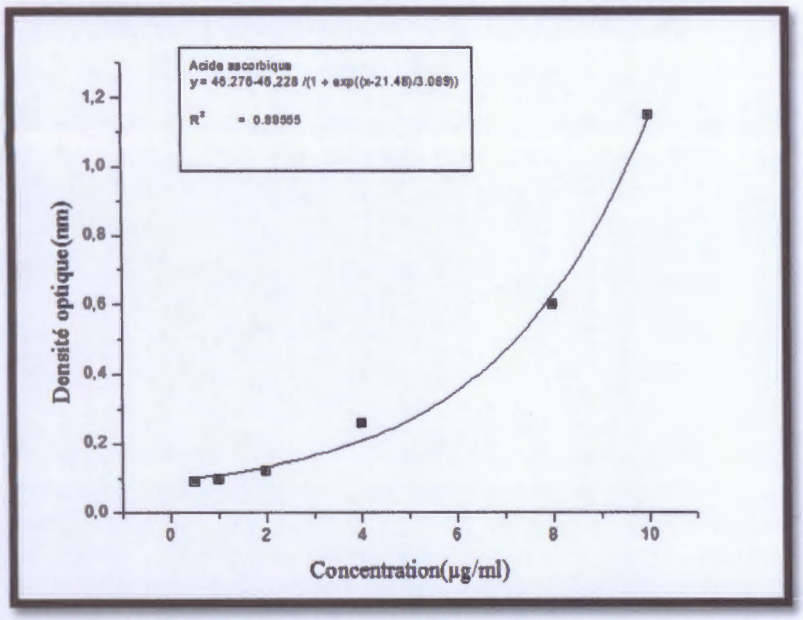
11


Lantana camara aqueux
y = 1.44 -36,7 /(1 + exp((x+3.00)/0.960))
R2 = 0.99453
Absorbance(nm)
Concentration(mg/ml)

12



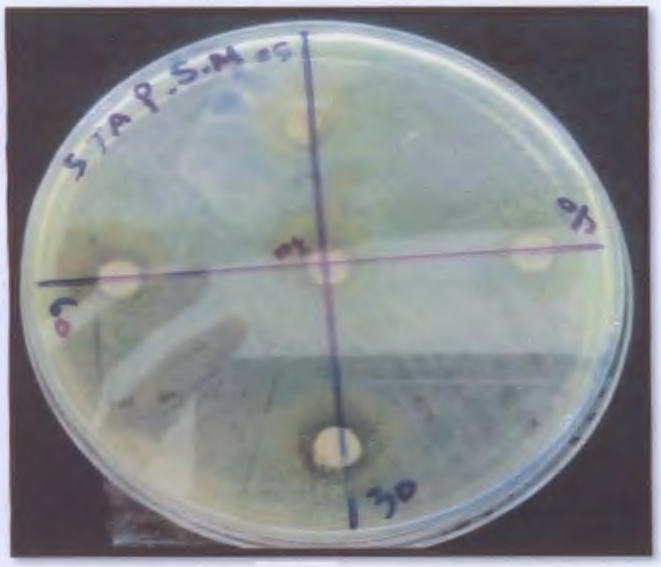
13



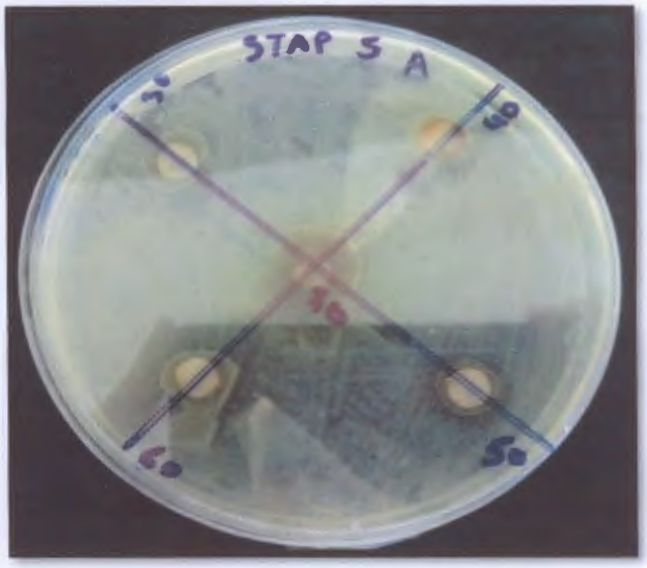
Figures 9, 10,11, 12 ,13. Pouvoir réducteur en fonction des concentrations pour l'extrait aqueux et méthanolique

Annexe 5

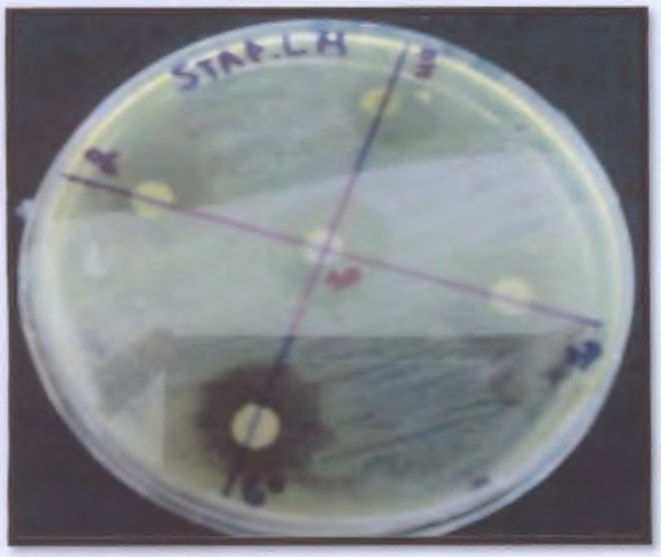
Figures 14 ,15,16,17 et 18. les zones d'inhibition des extraits de *Lantana camara* et *Schinus molle* et l'antibiotique contre *Staphylococcus aureus*



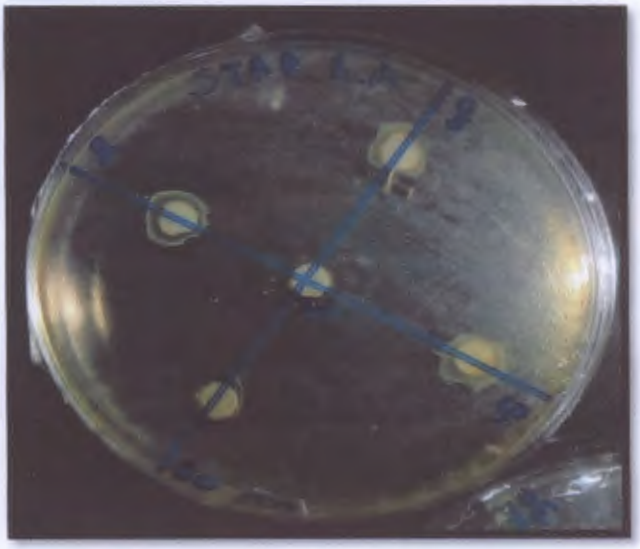
14



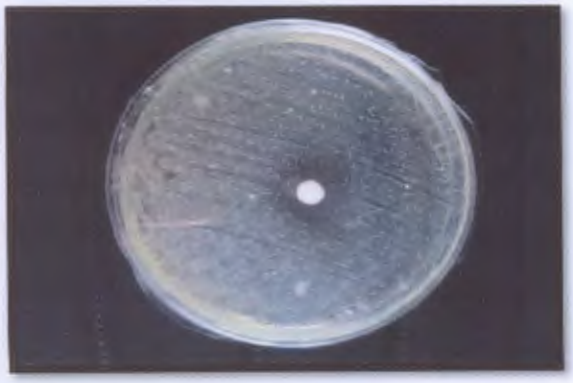
15



16

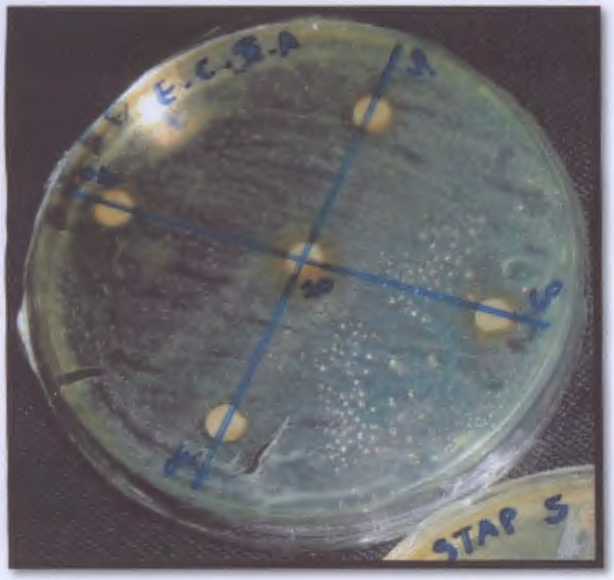


17

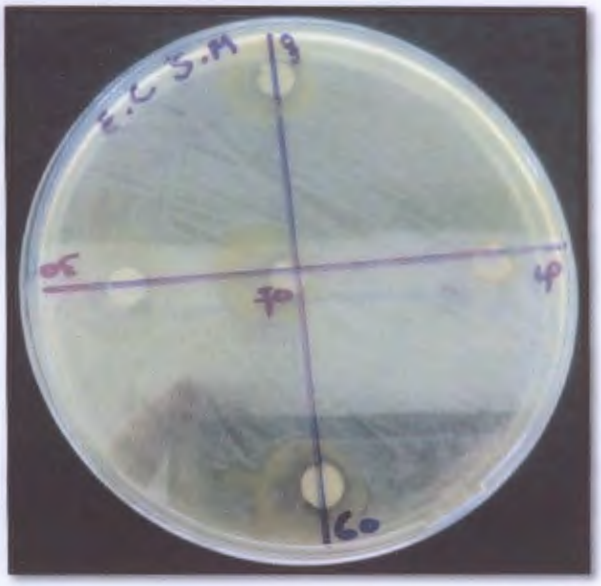


18

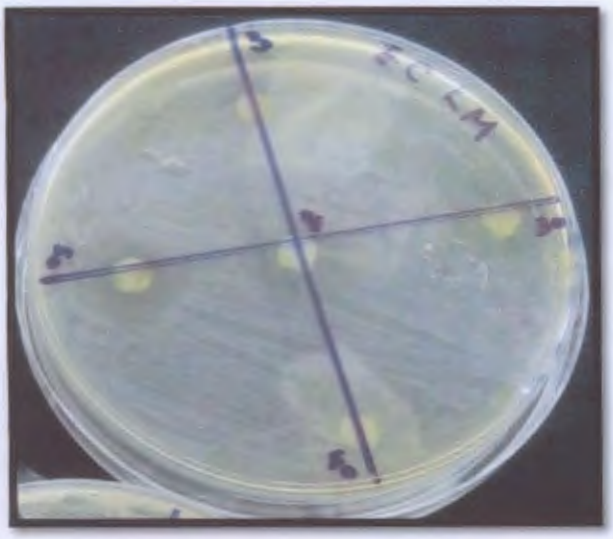
Figures 19, 20, 21, 22 et 23. Les zones d'inhibition et l'antibiotique et les extraits de *Lantana camara* et *Schinus molle* contre *Escherichia coli*



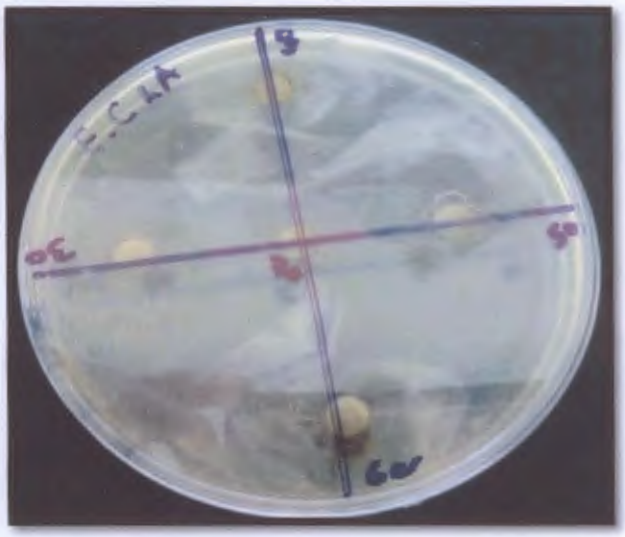
19



20



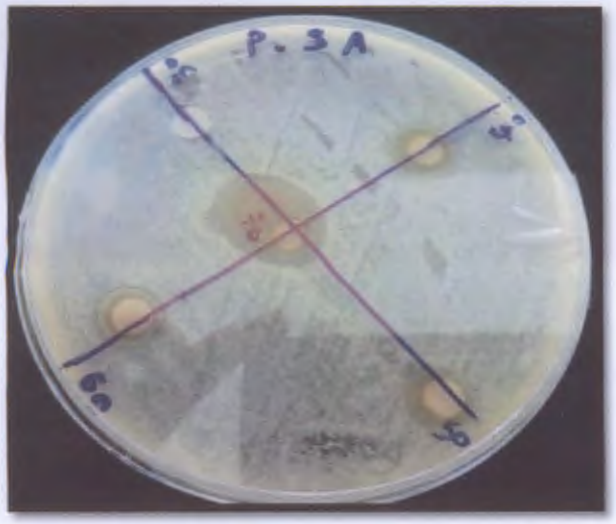
21



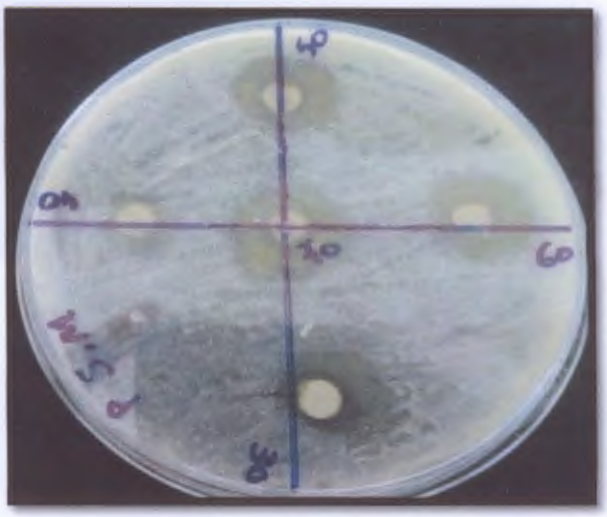
22

23

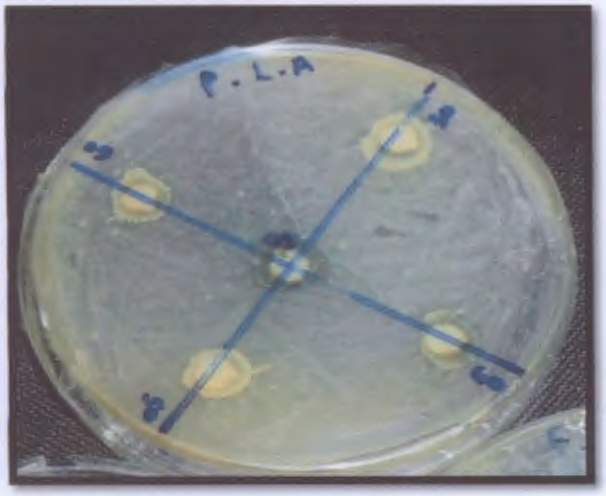
Figures 24,25,26,27 et 28 . les zones d'inhibition des extraits *de Lantana camara* et *Schinus molle* et l'antibiotique contre *Pseudomonas aeruginosa*



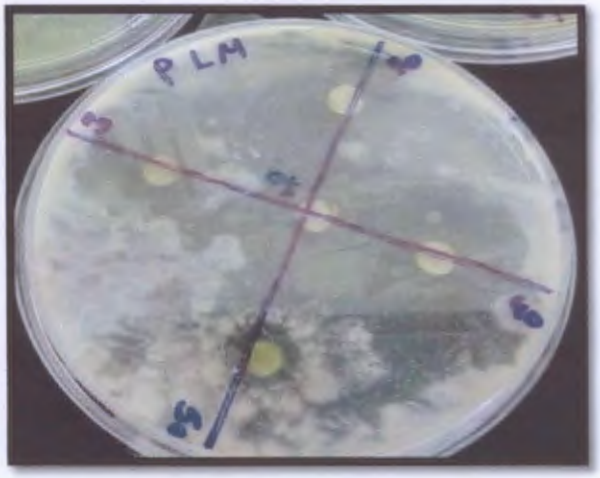
24



25



26



27

28

❖ Boumimez Noura
❖ Rouibah Abla

Date de soutenance
Juillet 2016

Molécules bioactives et recherche de l'activité anti-oxydante et anti-bactérienne des extraits de Lantana camara et Schinus molle.

Résumé

En vue d'évaluer l'activité anti-oxydante et antibactérienne des extraits de *Lantana camara* et *Schinus molle*, nous avons récoltés les feuilles de ces plantes au niveau du campus universitaire au cours du mois d'avril. Après séchage, broyage et tamisage, les extraits aqueux et méthanolique des deux plantes ont été effectués et le résidu sec sera utilisé pour les analyses phytochimiques, l'étude de l'activité anti-oxydante et antibactérienne.

Les résultats de l'étude phytochimique montrent que les extraits méthanolique des deux espèces étudiées ont les meilleurs rendements d'extraction par rapport aux extraits aqueux et cela se traduit par les quantités importantes de polyphénols, des flavonoïdes et des tanins.

Pour l'activité antioxydante, une capacité importante de piéger le radical DPPH• chez l'acide ascorbique que les extraits méthanolique et aqueux des deux pantes.

Concernant le pouvoir réducteur, l'acide ascorbique aussi révèle une meilleure activité de réduire les ions Fe^{3+} en Fe^{2+}par rapport au extraits l'extrait méthanolique et aqueux de *Lantana camara et S molle.*

Les extraits méthanolique ont une activité antibactérienne plus importante vis-à-vis des trois souches étudiées que les extraits aqueux. Néanmoins, *Lantana camara* a un effet antibactérien plus important que *Schinus molle.*

Mots clés : acide ascorbique, activité anti-oxydante, activité antibactérienne, pouvoir réducteur, le radical DPPH•.

Abstract

In order to value the anti-oxidize and antibacterial activity of the excerpts of Lantana camara and soft Schinus, we harvested the leaves of these plants to the level of the academic campus during the month of April. After drying, grinding and sifting, the aqueous excerpts and méthanolique of the two plants have been done and the dry residual will be used for the analyses phytochimiques, the survey of the anti-oxidize and antibacterial activity.

The results of the survey phytochimique show that the excerpts méthanolique of the two studied species has the best outputs of extraction in relation to the aqueous excerpts and it results in the quantities important of polyphénols, the flavonoïdes and tannins.

For the activity antioxydante , a capacity important to trap the radicale DPPH at the ascorbic acid that the excerpts méthanolique and aqueous of the two plants .

Concerning the reducing power the ascorbic acid also reveals a better activity to reduce the Fe3+ ions in F2+ par report to the extracted the excerpt methanolique and aqueous of *Lantana camara* and *Schinus molle.*

The excerpts méthanolique has a more important antibacterial activity opposite the three studied stumps that the aqueous excerpts. Nevertheless, Lantana camara has a more important antibacterial effect than soft Schinus.

Key words: ascorbic acid, anti-oxidize activity, antibacterial activity, reducing power, the radical DPPH•

ملخص

من أجل تقييم النشاط المضاد للأكسدة ومضادة للجراثيم من مستخلص *للنتانا كامرا* و الفلفل الناعم قمنا بحصاد أوراق هذه النبتتين من جامعة جيجل في شهر أفريل. بعد التجفيف والطحن والغربلة، قمنا باستخلاص المستخلص الميثانولي والمائي للنبتتين ،البقايا الجافة ستستعمل للتحليل الكيميائي النباتي وكذلك لدراسة المضادة للأكسدة ونشاط مضاد للجراثيم.

أظهرت نتائج الدراسة الكيميائية تبين ان مستخلص الميثانول لكلا النوعين لديها أفضل عائدات استخراج بالمقارنة مع المستخلصات المائية وهذا يترجم للكميات الكبيرة من مادة البوليفينول، الفلافونويد والعفص.

فيما يخص النشاط المضاد للأكسدة، يوجد نشاط مهم عند حمض الاسكوربيك في اسر الجذر DPPH مقارنة مع المستخلص الميثانولي والمستخلص المائي لكلى النبتتين الذي كان ضعيفا.

اما بالنسبة للقدرة الارجاعية ، حمض الاسكوربيك له قدرة كبيرة في ارجاع شوارد Fe^{3+}الى Fe^{2+} من المستخلص الميثانولي و المائي لكلى النبتتين الذي كان ضعيفا .

بالنسبة لنشاط مضاد للجراثيم، مستخلص الميثانول له أعلى نشاط ضد السلالات البكتيرية المدروسة مقارنة مع المستخلص المائي .من جهة اخرى *لنتانا كامرا* لها نشاط ضد البكتيريا أهم من نبتة الفلفل الناعم.

الكلمات المفتاحية: حمض الاسكوربيك ، النشاط المضادة للأكسدة، والنشاط المضاد للبكتيريا، للقدرة الارجاعية ، الجذرDPPH .