



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : HACHEMI Ali

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Génie des procédés

OPTION : Génie des procédés de l'environnement

Thème

**Evaluation de l'activité antioxydant de l'extrait
phénolique d'*haloxylon scoparium***

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
BELHADJ Soraya	MCA	Président
TAOUTI Mohamed Bachir	MCA	Examineur
GUENANE Hadjira	Pr	Rapporteur
DJEKIDEL Elallia	Doctorante	Co-rapporteur

Promotion : JUIN 2025

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre I : Stress oxydan

I.1 Stress oxydant 5

I.2 Radicaux libres 5

I.3 Sources des radicaux libres 5

 I.3.1 Sources exogènes 5

 I.3.2 Sources endogènes 6

I.4 Pathologie lié aux stress oxydant 6

I.5 Antioxydant 7

 I.5.1 Les antioxydants endogènes 7

 I.5.1.1 Superoxyde dismutase (SOD) 7

 I.5.1.2 Glutathion peroxydase (GPx) 7

 I.5.1.3 Le système thiorédoxine 7

 I.5.2 Les antioxydants exogènes 7

Chapitre II Généralité De la plante

II. Haloxylon scoparium 10

II.1 Description botanique 10

II.2 Aspect botanique : 10

 II.2.1 Partie aérienne : 10

 II.2.2 Partie souterraine : 11

II.3 Répartition géographique 11

II.4 Position systématique de «Haloxylon scoparium 13

II.5 Phytochimie Haloxylon scoparium 13

II.6 Les métabolites secondaires des végétaux 15

 II.6.1 Les métabolites secondaires antérieurement isolés de l'espèce Haloxylon scoparium 16

 II.6.2 Les alcaloïdes 18

 II.6.2.1 Propriétés physico-chimiques 19

 II.6.2.2 Rôle 20

 II.6.3 Les composés phénoliques 20

 II.6.3.1 Rôle des polyphénols 23

Chapitre III :Matériel et méthode

III.1 Matériels	30
III.1.1 Matière végétal	30
III.1.1.1 Préparation des extraits bruts	30
III.1.1.2 Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes Totaux.....	30
III.1.1.3 Évaluation de l'activité antioxydant	33
III.1.1.4 Pouvoir réducteur du fer (Ferric reducing antioxydant power.....	36

Chapitre IV : Résulta et Discussion

IV.1 Quantification des composés phénoliques	38
IV.1.1. Dosage des polyphénols totaux.....	38
IV.1.2 Dosage de flavonoïdes totaux	39
IV. 2.1 Le Test De Piégeage du Radical DPPH.....	40
IV. 2.2Méthode de la capacité antioxydante totale (Test phosphomolybdate).....	41
IV.2.3 Test de l'ABTS.....	42
IV.2.4 Pouvoir réducteur : FRAP (Ferric reducing antioxydant power).....	43
conclusion	44
Références Bibliographiques	46
Annexes	51
Résumé	54

Remerciements

Nous remercions en tout premier lieu ALLAH, le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage et la volonté d'achever ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur guenane hadjira pour avoir proposé et diriger cette étude, pour son assistance et ses conseils pour assurer le succès de ce travail.

Mes remerciements vont également à tous notre enseignant du département de génie des procédés, pour les informations et les aides au cours des années de mes études. Merci pour votre gentillesse

Nous tenons également à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions également tous ceux qui nous ont aidés d'une manière ou d'une autre que ce soit des informations précieuses, des conseils.

Un grand merci à tous.

Dédicace

Avant tout, nous remercions «ALLAH» le tout puissant, de nous avoir ouvert les portes du savoir et qui sans lui ce travail ne serait jamais réalisé.

À ceux qui m'ont appris une lettre...

Ce modeste travail ne vaut pas ce que vous m'avez donné."

À ma chère famille, à tous ceux qui me sont très chers.

Liste des tableaux

Tableau II.1 : La composition chimique de <i>Haloxylon scoparia</i>.....	14
Tableau IV.1: Teneurs en phénols totaux d'<i>haloxylon scoparium</i>	38
Tableau IV.2: Teneurs en flavonoïdes d'<i>haloxylon scoparium</i>	39
Tableau IV.3: Valeurs des IC₅₀ obtenues avec l'extrait d'<i>Haloxylon scoparium</i> contre les radicaux DPPH.....	40
Tableau IV.4 : La valeur VCEAC de l'extrait de <i>Haloxylon scoparium</i> déterminée par le test Phosphomolybdate	41
Tableau IV.5: Valeurs des IC₅₀ obtenus avec l'extrait d'<i>haloxylon scoparium</i> et TROLOX.....	42
Tableau IV.6 : La valeur VCEAC de l'extrait de <i>Haloxylon scoparium</i> déterminée par le test FRAP	43

Liste des figures

Figure II.1: haloxylon scuparium	12
Figure II.2 : <i>Haloxylon scoparium</i>	13
Figure II.3: Les principales voies de biosynthèse impliquées dans la production des métabolites secondaires des végétaux.....	15
Figure II.4 : Flavonoïde isolé de <i>Haloxylon scoparium</i>	16
Figure II.5 : Exemple d'alcaloïdes isolés de <i>Haloxylon scoparium</i>	17
Figure II.6: Alcaloïdes isoquinoléiques.....	18
Figure II.7: Exemple de structures coumariniques	21
Figure II.8: squelette de base des flavonoïdes.....	22
Figure III-1 : Organigramme expliquant les différentes étapes dans notre travail.	29
Figure III.2 Vue générale de l'espèce <i>Hammada scoparia</i>	30
Figure III.4: la structure de flavonoïde	32
Figure III.6: Réduction de radical libre DPPH' en présence d'antioxydant	33
Figure III.7: oxydation de radical libre ABTS en présence de persulfate de potassium.....	34
Figure III.8: Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.	35

Liste des abréviations

A·: Radical

Abs : Absorbance

A_{control} : l'absorbance du milieu réactionnel sans l'antioxydant

A_{test}: l'Absorbance du milieu réactionnel avec l'antioxydant

C₄H₈O₂: Acétate d'éthyle

C₇H₆O₅ :Acide gallique

DPPH:2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

EAG : Equivalent d'Acide Gallique

EAG/GMS : Equivalent d'Acide Gallique par gramme de Matière Sèche.

ER/gMS: Equivalent de rénine par gramme de Matière Sèche

H₂SO₄:Acidesulfurique

H₃PMO₁₂O₄₀: Acidephosphomolybdique

H₃PW₁₂O₄₀:Acide phosphotungstique

H₈MoN₂O₄:Molybdated'ammonium

IC₅₀: La concentration de l'extrait exprimée nécessaire pour balayer 50% du radical DPPH.

IP (%) :Pourcentage d'inhibition

Mo (VI) : Molybdène **Na₂HPO₄** Sodiumphosfat

Mo(V): Molybdène (V)

MO₈O₂₃:Molybdène

P₀ : Poids initial de poudre végétale exprimé en gramme.

P₁ : Poids de l'extrait exprimé en gramme.

PI (%) : Pourcentage d'inhibition

UV/Vis : Ultra-violet visible

VCEAC : Comme la concentration molaire de la solution de vitamine C Pourcentage

Introduction générale

L'organisme humain produit continuellement, du fait des processus physiologiques de la respiration et du métabolisme cellulaire, des radicaux libres oxygénés qui constituent des formes activées d'oxygène. Ces radicaux oxygénés sont susceptibles de réagir avec les différents constituants cellulaires et sont directement impliqués dans les processus de vieillissement et de mort cellulaire (Fendri *et al.*, 2006).

Le stress oxydant est la résultante d'un déséquilibre entre la production de radicaux libres et les systèmes de défenses antioxydants (Fendri *et al.*, 2006) . Il est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant ou associé à des complications. La plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydantes et augmente la multiplication mitochondriale de radicaux tels que le diabète, la maladie d'alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Bidie *et al.* , 2011) .

L'organisme dispose d'un ensemble complexe de défenses antioxydantes. On distingue deux sources d'antioxydants : l'une est apportée par l'alimentation sous forme de fruits et légumes l'autre est endogène et se compose d'enzymes. A cela s'ajoutent quelques oligoéléments comme le sélénium, le cuivre et le zinc qui sont des cofacteurs d'enzymes antioxydantes (Haleng, 2007).

L'utilisation des molécules antioxydantes de synthèse est actuellement remise en cause en raison des risques toxicologiques potentiels. Désormais, de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels sont recherchées. En effet, les polyphénols sont des composés naturels largement répandus dans le règne végétal qui ont une importance croissante notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé (Bougandoura et Bendimerad, 2012).

La phytothérapie repose en partie sur une pratique traditionnelle, fondée sur l'utilisation ancestrale et locale des plantes. Les plantes médicinales renferment de nombreux actifs qui ont des activités thérapeutiques complémentaires ou synergiques (Gingembre ,2016) Les polyphénols, flavonoïdes, les acides phénoliques, les tanin , les caroténoïdes, les stérols et les terpénoïdes, les tanins, les alcaloïdes, les huiles essentielles sont responsables de l'activité antioxydant des plantes (Békro *et al.*, 2013 ; Ghedadba *et al.*, 2014). Les antioxydants naturels suscitent donc de plus en plus un intérêt. (Georges *et al.*, 2018) . Actuellement, les plantes médicinales, parmi lesquelles le Haloxylon scoparium , et leur métabolites secondaires à activité biologique sont la cible de la recherche pharmacologique et l'élaboration des nouveaux médicaments via leur utilisation directement comme des agents thérapeutiques, et aussi bien qu'une matière première dans la synthèse des médicaments (Etameloe *et al.*, 2018).

Dans ce contexte général, nous nous sommes consacrés dans le cadre de ce travail de recherche à l'étude de l'activité antioxydante de l'extrait phénolique d'*Haloxylon scoparium* plante largement utilisée dans la médecine traditionnelle comme un traitement de certaines maladies

Dans la première partie, nous avons effectué une étude bibliographique composée de trois chapitres ; notions générales de stress oxydatif, les composés phénoliques et ses propriétés biologiques et enfin la présentation de notre plante étudiée de manière générale avec addition de son activité biologique et thérapeutique.

Ensuite, nous détaillons dans le deuxième chapitre de ce travail la démarche expérimentale employée pour l'extraction et la détermination de la teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes ce qui a permis d'évaluer la capacité antioxydante de l'extrait de la plante étudiée (piégeage de radical libre DPPH, l'ABTS, test de FRAP et Phosphomolybdate).

Enfin, nous clôturons ce travail par une conclusion générale qui résume les différents résultats obtenus dans le cadre de ce projet de fin d'études. Nous présentons également les perspectives futures pouvant éventuellement enrichir ce travail et donner suite à ses objectifs.

Partie théorique

Chapitre I : Stress oxydant

I.1 Stress oxydant

Le stress oxydant est défini comme étant un déséquilibre entre la génération des oxydants et l'activité des défenses anti-oxydantes, qui pourrait mener aux dommages oxydant. Ce déséquilibre peut endommager certaines macromolécules (acides nucléiques, lipides et protéines) conduisant à l'apparition des diverses maladies (Ríos-Arrabal *et al.*, 2013 ; Pisoschi et Pop, 2015; Smaga *et al.*, 2015).

I.2 Radicaux libres

Un radical libre est un atome ou une molécule très instable, qui porte sur sa couche électronique périphérique un ou plusieurs électrons, non couplés à un électron de spin opposé. Cela entraîne une très haute réactivité chimique avec les éléments voisins. (Rochette, 2008 ; Guillouty, 2016).

Les radicaux primaires les plus importants sont dérivés d'oxygène tels l'anion super oxyde $O_2^{\cdot-}$ et le radicale hydroperoxyde ou l'azote tel le monoxyde d'azote NO^{\cdot} (Christelle, 2006). Les radicaux primaires, qui ont un rôle physiologique particulier et les radicaux secondaires, issus de la réaction des radicaux primaires avec des entités biochimiques cellulaires (lipides, protéines, glucides...) (Favier, 2003 ; Belkheiri, 2010).

Les radicaux oxygénés sont les plus toxiques et qui peut être à l'origine de radicaux libres normalement formés à la cour de métabolites cellulaires, permet les radicaux oxygénés on distingue les formes actives de l'oxygène « molécule de petite taille non carboné » et les radicaux libres oxygénés proprement dits molécules de grande taille (Sylvia, 1994).

Le radical NO (NO^{\cdot}) est produit dans les organismes supérieurs par l'oxydation de l'un des atomes terminaux de guanidoazote de la L-arginine. Ce processus est catalysé par l'enzyme NOS. Selon le microenvironnement, le NO peut être converti en diverses autres espèces réactives d'azote (RNS) telles que le cation nitrosonium (NO^+), anion nitroxyde (NO^-) ou peroxy-nitrite ($ONOO^-$) (Bae *et al.*, 1996).

I.3 Sources des radicaux libres

Les ROS sont produits continuellement à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule eucaryote par divers mécanismes (Kada, 2018)

I.3.1 Sources exogènes

Les rayonnements (RX ou γ) sont capables de générer des radicaux libres, soit en scindant la molécule d'eau soit en activant des molécules photosensibles (UV) et produire des anions superoxydes et de l'oxygène singulet (Favier, 2003). Certains métaux (chrome, cuivre, fer et

vanadium) génèrent des radicaux hydroxyles très réactifs (Koren, 1995). Mode de vie tel tabagisme, alcool, médicaments, exposition au soleil et exercice intense ou mal géré. Les polluants de l'air, comme le goudron, la fumée des cigarettes et les contaminants industriels constituent une importante source de ERN tels que le NO• et le NO•2 (Koren, 1995 ; Haleng *et al.*, 2007). Le métabolisme in vivo de certains xénobiotiques (toxines, pesticides et herbicides (Martinez -Cayuela, 1995).

I.3.2 Sources endogènes

De nombreux systèmes enzymatiques identifiés dans les cellules sont également capables de générer des oxydants :

Les ROS vasculaires sont produites dans les zones endothéliales, adventitielles et VCAMs et dérivées principalement de la NAD(P) H oxydase, un enzyme multi-sous-unité catalysant l'O₂ production par le 1 réduction électronique de l'oxygène en utilisant le NAD(P)H comme électron donneur : $2O_2 + NAD(P)H \rightarrow 2O_2^- + NAD(P)H^+$ (Touyz , 2004 ; Fan Jiang 2006).

La chaîne respiratoire mitochondriale est un site de production de 90% des ROS dans la cellule (Balaban *et al.*, 2005 ; Lagouge et Larsson 2013). La production d'O[•] 2⁻ résulte de la fuite d'électrons lors de leur transfert par les complexes de la chaîne respiratoire (Zhang et Gutterman, 2007).

La xanthine oxydase et le glucose oxydase, peuvent produire directement H₂O₂ en donnant deux électrons à l'oxygène. En présence de métaux lourds, H₂O₂ subit une réaction de Fenton pour former radical hydroxyle hautement réactif HO[•] . Lorsqu'il est lié à les peroxydases telles que la catalase, H₂O₂ forme le composé I qui oxyde (NO[•]) en anion dioxyde d'azote NO⁻₂ et réagir avec NO⁻₂ pour former un radical de dioxyde d'azote,). (Cai 2005).

Les lipooxygénases et les cyclooxygénases représentent une autre importante source de ROS dans les parois vasculaires. La 5-LO catalyse l'oxydation des acides gras polyinsaturés pour donner des hydroperoxydes toxiques pour la cellule, comme elle intervient dans la formation du H₂O₂ par les lymphocytes T en réponse aux interleukines-1β (Kada, 2018).

I.4 Pathologie lié aux stress oxydant

Le stress oxydant est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant ou associé à des complications. La plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses anti-oxydantes et augmente la multiplication mitochondriale de radicaux (Bidie *et al.*, 2011). C'est le facteur potentialisant l'apparition des maladies plurifactorielles telles que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les

rhumatismes et les maladies cardiovasculaires, l'obésité, le cancer, l'inflammation, et les maladies dégénératives (Montagnier *et al.*, 1998 ; Sarr *et al.*, 2015).

I.5 Antioxydant

Sont l'ensemble des molécules susceptibles d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces actives de l'oxygène. Ils peuvent agir en réduisant ou en dismutant ces espèces, en les piégeant pour former un composé stable, en séquestrant le fer libre ou en générant du glutathion (Favier, 2003) :

I.5.1 Les antioxydants endogènes

Le système endogène est constitué d'enzymes ou d'agents réducteurs dont l'action est de neutraliser les EOR par leur transformation en molécules stables et non réactives (Christelle 2006)

I.5.1.1 Superoxyde dismutase (SOD)

Ces métalloprotéines, qui représentent une des premières lignes de défense contre le stress oxydant, assurent l'élimination de l'anion superoxyde $O_2^{\cdot -}$ par une réaction de dismutation, en le transformant en peroxyde d'hydrogène et en oxygène (Bourg, 2005).

I.5.1.2 Glutathion peroxydase (GPx)

La GPx est une sélénoprotéine qui réduit les peroxydes aux dépens de son substrat spécifique, le glutathion réduit (GSH). Son rôle principal consiste en l'élimination des peroxydes lipidiques résultant de l'action du stress oxydant sur les acides gras polyinsaturés (Bensaad ,2017).

I.5.1.3 Le système thiorédoxine

Elle intervient dans la dégradation des peroxydes lipidiques et du peroxyde d'hydrogène, ainsi que dans la régénération du radical ascorbyl en acide ascorbique. Elle intervient dans la dégradation des peroxydes lipidiques et du peroxyde d'hydrogène, ainsi que dans la régénération du radical ascorbyl en acide ascorbique (Cunniff et Heintz , 2014).

I.5.2 Les antioxydants exogènes

L'organisme possède une seconde ligne de défense « les piègeurs de radicaux libres

» qui sont des composés pour la plupart apportés par l'alimentation et dont le rôle essentiel est de neutraliser les effets toxiques des EOR, limitant ainsi toute atteinte de l'intégrité cellulaire (Christelle, 2006).

L'alimentation contient un grand nombre d'antioxydants, elle a 600 sortes de caroténoïdes, 4000 polyphénols et flavonoïdes , des alcaloïdes, des acides organiques, des phytates, des dérivés

soufrés de l'ail et de l'oignon, des dérivés indoliques du chou... (Favier, 2003) . Certaines vitamines : la vitamine E (α -tocophérol), la vitamine C (ascorbate), les caroténoïdes (vitamine A et β -carotène, les flavonoïdes...), tanins, métabolisme de la cystéine, glutathion. (Christelle 2006). Les oligoéléments tel le sélénium, le cuivre et le zinc qui sont des cofacteurs des enzymes antioxydants (Haleng, 2007).

Les antioxydants non nutritionnels comprennent des produits naturels extraits de plantes, utilisés tels quels ou après modifications chimiques, des produits extraits d'animaux terrestres ou marins des produits de synthèse imitant les enzymes, chélatant le fer ou piégeant les radicaux (Favier, 2003).

Le statut antioxydant plasmatique total représenté par l'albumine, l'acide urique, la vitamine C ainsi que d'autres vitamines et oligoéléments (Fendri *et al.*, 2006).

Chapitre II Généralité De la plante

II. Haloxylon scoparium

II.1 Description botanique

Haloxylon scoparium = Arthrophytum scoparium = Haloxylon articulatum subsp. scoparium = Hammada scoparia (Chenopodiaceae), En arabe le remt elles pousse à l'état sauvage fréquent sur les regs à sols gypseux distribuées dans les zones arides et semi-arides de l'Algérie et d'autres régions de la Méditerranée et du proche orient.

Appartient à la famille des Amaranthaceae, qui est composée de 800 espèces répartis sur 75 genres.

C'est un arbrisseau à tiges grêles, très nombreuses, qui noircissent en séchant, avec des épis floraux courts discrètes mais à la fin de l'automne, quand l'humidité a été suffisante, l'extrémité de ses rameaux se couvre de fruits entourés d'une couronne d'ailes membraneuses brillantes et vivement colorées de rose ou de rouge.

II.2 Aspect botanique

II.2.1 Partie aérienne

- **Les feuilles** : sont opposées très petites en triangle et soudées par paire l'une à l'autre, entourant ainsi les rameaux et leurs donnant un aspect articulé (**Quezel P., Santa S.; 1963**).
- **Les fleurs** : sont généralement solitaires à l'aisselle des feuilles, le style est long, Epis floraux courts, inflorescences courte groupé au sommet des rameaux. Elle est constituée de 5 sépales, 5 ailes, 5 éta- mines et 2 carpelles (**Quezel P., Santa S.; 1963**).
- **Les tiges** : sont à rameaux grêles et charnus, articulés, dressés, très nombreux. Les rameaux noircissent en séchant. Les tiges ligneuses à la base se renouvellent partiellement au cours de l'année. D'abord charnus, verts foncés puis verts jaunâtre en été et passant au rouge en hivers.

Haloxylon scoparium se présente sous forme d'arbrisseau de 55 cm à 80 cm de hauteur et un diamètre du pied principal oscillant entre 4 et 10 cm et des tiges secondaire entre 1 et 3 cm.

(**Quezel P., Santa S.; (1963)**).

- **Les fruits et graines** : au début de l'hiver, quand l'humidité est suffisante, l'extrémité de ses rameaux se couvre de fruits. Ces fruits portent des graines (3 à 5 de taille différente) horizontale, lenticulaire, de 1.5 mm diamètre (**Quezel P., Santa S.; (1963)**).

La morphologie des organes végétatifs et reproducteurs de *haloxylon scoparium* montre une plasticité morphologique qui reflète la capacité de résilience en réponse aux perturbations d'origine biotique ou abiotique.

La floraison est en Novembre – Janvier. (Quezel P., Santa S.; (1963).

II.2.2 Partie souterraine

Les racines : Le système racinaire est bien développé présentant un système mixte à extension horizontale et verticale sur une profondeur de 40 cm à 1.2 m. Il joue un rôle de protection du sol et atténue l'intensité de l'érosion grâce à sa partie souterraine

Un système racinaire mixte, vertical, comprenant généralement plusieurs racines importantes et profondes, se double d'un système horizontal plus superficiel. Ce système horizontal des espèces vivaces développe un réseau relativement étendu et ramifié de racines et radicelles pour explorer la terre humidifiée par les pluies et rivaliser aux plantes annuelles les reliefs d'un maigre banquet (Quezel P., Santa S.; 1963).

II.3 Répartition géographique

Haloxylon scoparium se dispose en sud-est de l'Espagne, Afrique de nord (Bellakheddar, 1997 ; Allali et al., 2008 ; Braz et al., 2017) aussi en partie dans la région Irano-turaniéenne en Iran, Turquie, la Syrie et dans les steppes du Turkestan (Mohammedi, 2013). Elle s'occupe les milieux salins tempéré et subtropicaux du monde entier, particulièrement autour de la Méditerranée, de la mer Caspienne et de la mer Rouge, dans les steppes du centre et l'est (Adli et Yousfi., 2001 ; Otmani, 2015).

En Algérie, Cette espèce se rencontre sur les sols limoneux, occupe les piedmonts sud de l'Atlas saharien, les glacis et les hamadas de la partie septentrionale du Sahara. Sur le plan climatique, sa limite septentrionale suit assez fidèlement l'isohyète 100 à 150 mm en Algérie. (Adli et Yousfi., 2001 ; Otmani, 2015).

Selon études scientifiques menées en Algérie ont montré la propagation de la plante *haloxylon scoparium* du désert occidental du nord à l'est à travers ses pentes et son sol. La présence de cette espèce est également enregistrée dans le nord, où elle est répartie sur le séparateur, le couloir, Parmi les chaînes montagneuses de l'Atlas saharien, toutes les statistiques compte sur leur concentration dans le sud algérien en fonction de facteurs climatiques, géomorphologiques et purement géologiques, Parmi les zones où se trouve cette plante : le sud-ouest de Massad, le sud de Biskra, les faubourgs de Ghardaïa, Berrian, les territoires d'El-Bayadh, d'Ain Al-safra à Beni wenif au sud...etc (Alaoui, 2015)



Figure II.1: haloxylon scuparium

II.4 Position systématique de «*Haloxylon scoparium*»



Figure II.2 : *Haloxylon scoparium*

Règne : Végétal

Embranchement : Phanérogames **Sous Embranchement :** Angiospermes **Classe :** Eudicots

Ordre : Caryophyllales **Famille :** Amaranthaceae **Genre :** *Haloxylon* **Espèce :** *Scoparium*

II.5 Phytochimie *Haloxylon scoparium*

La composition chimique de *Haloxylon scoparium*, a été bien étudiée, les structures des principaux métabolites secondaires ont été identifiées. C'est une plante surtout très riche en alcaloïdes et en flavonoïdes. Les principales molécules isolées et identifiées sont montrées dans le Tableau 1.

Tableau II.1 : La composition chimique de *Haloxylon scoparia*

Métabolites secondaires	Classe	Nom chimique
Alcaloïdes	Tétrahydroisoquinolines	-Carnéguine -N-méthylisosalsoline
	Isoquinolines	-Isosalsoline -Salsolidine -Dehydrosalsolidine
	Indole	-Tryptamine -N-méthyltryptamine
	Isoquinoline	-N-méthylcorydaldine
	β-carboline	2-Méthyl-1.2.3.4-tétrahydro- β-carboline
Composés phénoliques	Flavonoltriglycosides	Isorhamnetin 3-O- β-D- xylopyranosyl-(1''' 3''')-α- L-rhamnopyranosyl-(1''' 6''')- β-D galactopyranoside.
		Isorhamnetin 3-O- β-D- apiofuranosyl-(1''' 2'') [α- L-rhamnopyranosyl-(1''' 6''')]- β-D galactopyranoside.
		Isorhamnetin 3-O- α-L- rhamnopyranosyl-(1''' 2'') [α-L- rhamnopyranosyl-(1''' 6''')]- β-D galactopyranoside.
	Flavone	Chrysoeriol
	Phénol simple	Catéchol

II.6 Les métabolites secondaires des végétaux

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires par opposition aux métabolites primaires que sont les protéines, les glucides, et les lipides. Ces composés diffèrent en fonction des espèces. Leur rôle intervient dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires (G. M. König, 2000).

On peut classer les métabolites secondaires en trois grands groupes : on cite les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes, et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés par la suite une large gamme d'activité biologique (Li, 2004).

Les principales voies de biosynthèse de ces composés souvent complexes peuvent être schématisées, comme reportée dans la figure 03 (Panda, N. and Khush, G. S., 1995).

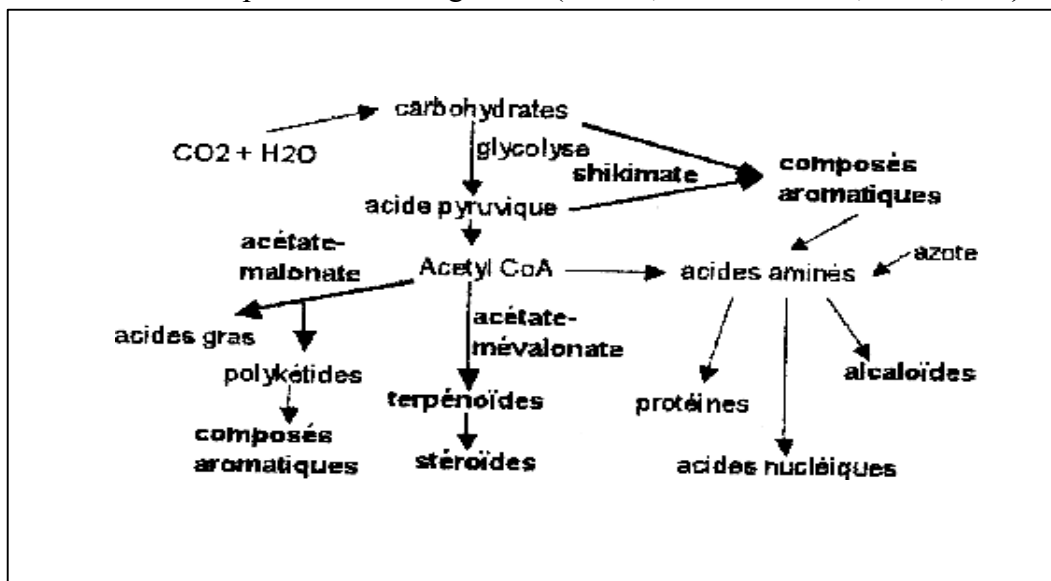


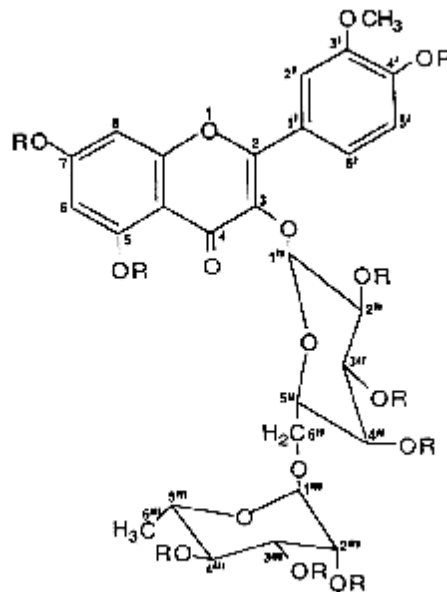
Figure II.3: Les principales voies de biosynthèse impliquées dans la production des métabolites secondaires des végétaux.

Les métabolites secondaires sont réputés par leurs activités biologiques nombreuses, comme antibactériennes, anticancéreuses, antifongiques, analgésiques, anti-inflammatoires, diurétiques, gastro-intestinales et antioxydantes (Harborne, 1998 ; Bruneton, 2009).

II.6.1 Les métabolites secondaires antérieurement isolés de l'espèce *Haloxylon scoparium*

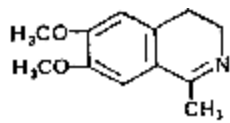
A partir d'une recherche scientifique menée sur l'espèce *H. scoparium* de la famille des chénopodiacées, a montré la richesse de cette dernière en alcaloïdes, en saponosides, et en flavonoïdes (Benkrief et al., 1999)

Dans les figures 04 et 05, nous reportons en exemple quelques composés isolés de cette espèce.

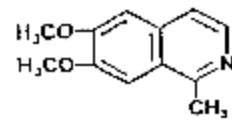


R=H: Isorhamnétol-3-O-β-D-robinobioside

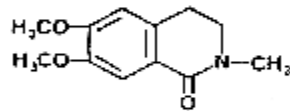
Figure II.4 : Flavonoïde isolé de *Haloxylon scoparium*



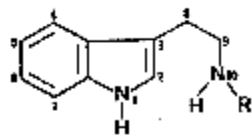
Déhydrosalsolidine



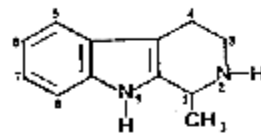
Isosalsoline



N-méthylcorydaline



R=H : Triptamine



éléagnine

Figure II.5 : Exemple d'alcaloïdes isolés de *Haloxylon scoparium*.

II.6.2 Les alcaloïdes

Le terme d'alcaloïde a été introduit par W. Meisner au début du 19^{ème} siècle pour désigner des substances naturelles réagissant comme des bases, ce terme est dérivé de l'arabe al kaly qui signifie la soude et de grec eidos qui signifie l'aspect (**Bruneton, 2009**).

Les alcaloïdes sont des substances organiques le plus souvent d'origine végétale, azotées, basiques et douées à faible dose de propriétés physiologiques marquées, Ils portent tous la terminaison « ine »

À l'état normal, ils sont généralement salifiés par les acides organiques (tartrates, malates...) ou combinés à des tanins. (**Aniszewski, 2007**).

Ils sont classifiés selon leur heterocycle dans la composition chimique et moléculaire, on peut les diviser en plusieurs groupes :

- alcaloïdes isoquinoléiques : morphine (Figure II.6), éthylmorphine, codéine et papavérine contenues dans l'opium du pavot.
- alcaloïdes quinoléiques: tige feuillée de la rue commune.
- alcaloïdes pyridiques et pipéridiques : ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec, conine (poison violent) de la cigüe.
- alcaloïdes dérivés du tropane : scopolamine et atropine de la belladone.
- alcaloïdes stéroïdes: racine de vératre, douce-amère ou aconite (aconitine).

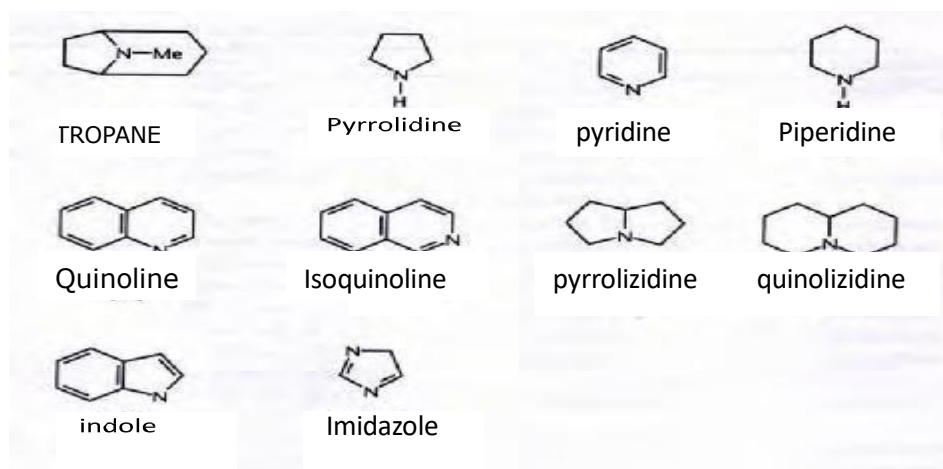


Figure II.6: Alcaloïdes isoquinoléiques

La répartition des alcaloïdes dans les plantes, ce fait différemment suivant les espèces; par exemple: racine (Ipéca), feuille (Coca), fruit (Pavot), écorce (Quinquinas), graine (Colchique) **(Mezghani-Jarraya R., 2009)**

...etc. **(Paris et Hurabielle., 1981)**. Les alcaloïdes se rencontrent surtout au niveau des épidermes, des laticifères et de façon générale dans tous les tissus en voie de croissance et ils s'accumulent surtout dans les vacuoles. Concernant leur synthèse, celle-ci se fait au niveau du réticulum endoplasmique **(Guignard et al., 1985)**.

II.6.2.1 Propriétés physico-chimiques

Les alcaloïdes sont des corps de masses moléculaires faibles et de fonction basique Cette dernière est un facteur d'instabilité pour ces molécules qui à l'état de base et en solution, sont sensibles à la chaleur, à la lumière et à l'oxygène **(Baker B.J. 1996.)**.

-Les alcaloïdes non oxygénés (nicotine), sont des liquides huileux volatils, fréquemment odorants, par contre les alcaloïdes oxygénés sont en général solides, cristallisés, inodores et de saveur amère.

-Ils peuvent être fixés sur certains agents adsorbants tels que les charbons actifs ou les argiles du type bentonite.

-Ils se combinent avec les acides et forment des sels, généralement solubles dans l'eau.

La solubilité des alcaloïdes dans les solvants organiques tels que : l'alcool, l'éther, le benzène et le chloroforme est en général élevée par rapport à la solubilité dans l'eau, puisque la plupart de ces substances sont insolubles ou peu solubles dans l'eau

-Les procédés d'extraction des alcaloïdes sont basés sur la solubilité différentielle dans divers solvants.

-Les alcaloïdes précipitent avec certains réactifs spécifiques appelés « réactifs des alcaloïdes ».

La majorité des alcaloïdes sont dérivés à partir des acides aminés tels que : ornithine, lysine, phénylalanine, tyrosine et tryptophane **Pierre (Guendouzen R, Haddouche L, 2015.)**

II.6.2.2 Rôle

A cause de l'amertume et de la toxicité des alcaloïdes, ils pourraient jouer un rôle de protection vis-à-vis des prédateurs et des herbivores. Comme d'autres fonctions, ils pourraient être des produits d'excrétion du métabolisme azoté; les alcaloïdes jouant chez les plantes le rôle de l'urée ou de l'acide urique chez les animaux et pourraient servir de réserves. Ils trouvent cependant plusieurs applications pharmaceutiques chez l'homme, anti tumoraux (taxol), spasmolytiques (papaverine), antalgiques (morphine), vasodilatateurs (vincamine), émétiques (émétine) et anti arythmique (Donia, A. 2012).

II.6.3 Les composés phénoliques

Les composés phénoliques correspondent à une grande variété de substances possédant un cycle aromatique portant au moins un groupement hydroxyle. Certains phénols peuvent avoir les propriétés physiologiques concernant la régularisation de la croissance et du développement, comme l'acide lunularique, un acide dihydro-stilbène-carboxylique qui aurait le rôle d'hormone de type dormine (= acide abscissique) chez l'hépatique *Lunulariacruciata* (Swain, T., 1977), Mais le rôle écologique de ces composés phénoliques reste le plus important en effet les pigments flavonoïdes (en association avec les caroténoïdes) contribuent à l'attraction des animaux vis-à-vis des fruits et des fleurs colorés à disperser ou polliniser. De plus, ils sont parfois excrétés de la plante et peuvent affecter la croissance des autres plantes dans l'environnement immédiat (phénomène d'allélopathie) (Isman, M.B., al, (1982) Certains flavonoïdes et surtout les tanins, astringents, sont des antiappétants protégeant les plantes de la prédation de nombreux animaux (Harbone, J.B., 1988) Ils peuvent également être toxiques pour les insectes : l'acide chlorogénique, très courant, en association avec le flavonoïde la «rutine» des trichomes des feuilles de la tomate est toxique pour *Heliothis zea* (Berenbaum, M.R., 1983),

Enfin certaines classes de phénols agissent comme agents antimicrobiens pour diverses bactéries, virus et champignons (Berenbaum, M.R., 1991),

On peut distinguer différents types de composés phénoliques

- Les tanins

Les **tanins** ont une action **protectrice** contre les attaques de microorganismes en se déposant dans les parois cellulaires. Ces substances de composition chimique variable présentent un caractère commun: leur capacité de coaguler les albumines, les métaux lourds et les alcaloïdes. Elles sont hydrosolubles.

Leur intérêt médicinal réside essentiellement dans leur caractère astringent, leur propriété de coaguler les albumines des muqueuses et des tissus, en créant ainsi une couche de coagulation isolante et protectrice, ayant pour effet de réduire l'irritabilité et la douleur, d'arrêter les petits saignements. Les décoctions et les autres préparations à base de drogues riches en tanins sont employées le plus souvent extérieurement contre les inflammations de la cavité buccale, les catarrhes, la bronchite, les hémorragies locales, sur les brûlures et les engelures, les plaies, les inflammations dermiques, les hémorroïdes et la transpiration excessive (**Pecking k,et., al 1987**).

- Les coumarines

Les coumarines sont responsables de l'odeur caractéristique de l'aspérule odorante et du mélilot des- séché. Elles présentent un intérêt physiologique, inhibant la croissance des graines en germination. Les coumarines, en présence d'UV, se lient aux bases pyrimidiques de l'ADN (**Guilhou J.J, et al, 1997**).

Elles sont donc phototoxiques pour un large panel d'organismes dont des bactéries, virus, champi- gnons, invertébrés et vertébrés. La furocoumarine xantho toxine incorporée à 0,1% dans l'aliment et irradiée d'UV entraîne 100% de mortalité chez *Prodeniaeridania* (**Berenbaum, M.R., (1991)**).

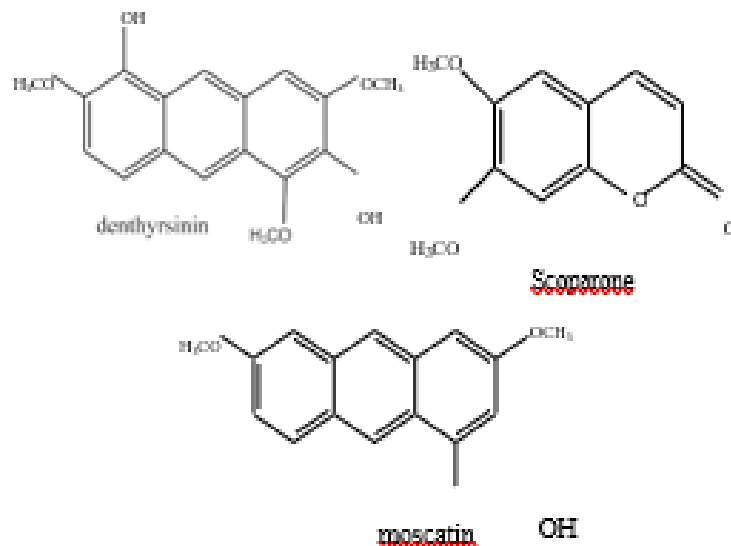


Figure II.7: Exemple de structures coumariniques

- **Les flavonoïdes**

Le terme flavonoïde rassemble une très large gamme de composés naturels. Leur fonction principale semble être la coloration des plantes. Ils possèdent un squelette de base à quinze atomes de carbone constitué de deux noyaux benzéniques (A et B) reliés par une chaîne en C3 (Harborne, J.B. 1988).

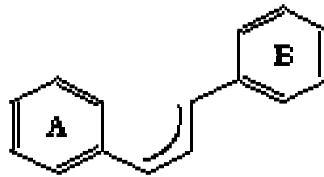


Figure II.8: squelette de base des flavonoïdes.

- **Les isoflavonoïdes**

Ils forment une sous classe très large et très distinguée des flavonoïdes, toutes les molécules de ce groupe sont caractérisées par un squelette de 15 atomes de carbone comme les flavonoïdes mais réarrangées selon un motif 1, 2-diphénylpropanique (Dewick, P. M. 1993),

Ces composés très actifs se trouvent essentiellement chez les Légumineuses (Dewick, P.M. 1993), Certains isoflavonoïdes fonctionnent comme des phytoalexines, synthétisées comme défense contre les champignons, la glycéolline produite par les soja est un bon exemple (Perrin, D.R. and Cruickshank, 1965), le seul groupe de flavonoïdes connus pour être hautement toxique envers de nombreux insectes est les isoflavonoïdes strobilinoïdes. Extrait des racines de *Derris elliptica* (Légumineuse), la rotenone en est le principe actif (Sandrine Louis, 2004), Ils sont peu toxiques envers les mammifères mais très toxiques pour les poissons et les insectes. Leur toxicité est liée à l'inhibition de l'oxydation mitochondriale (transport d'électrons) (Panda, N. and Khush, G. S., 1995), La figure 9 reporte des exemples de quelques isoflavonoïdes de défense de plantes.

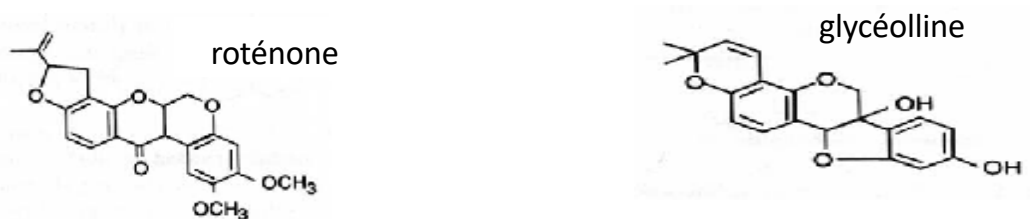


Figure II.9 : Isoflavonoïdes de défense de plantes

II.6.3.1 Rôle des polyphénols

1/ Chez les plantes

Les composés phénoliques en particulier les flavonoïdes seraient impliqués dans un certain nombre de fonctions :

- ils assurent la pigmentation des fleurs, des fruits et des graines pour attirer les pollinisateurs et les disperseurs de graine,
- représentent un système de défense contre les organismes micro pathogènes,
- protègent les plantes contre les radiations UV en absorbant à la fois ces radiations et les espèces réactives de l'oxygène formées, interviendrait dans la fertilité des plantes et la germination du pollen).

2/ Chez l'homme

Plusieurs propriétés biologiques ont été attribuées aux polyphénols :

- Anticancérigènes : flavonoïdes coumarines
- anti-ulcéreuses : flavonoïdes et acides phénoliques
- anti-inflammatoires : flavonoïdes les lignanes, coumarines
- analgésiques : flavonoïdes coumarines
- antiparasitaires : les composés phénoliques manifestent des activités contre un spectre de para- sites.
- Vasodilatatoires : flavonoïdes les lignanes
- L'activité antivirale des flavonoïdes est connue
- Ostéogène : flavonoïdes
- anti-atherogéniques, antithrombotique, anti-allergénique

Partie expérimentale

Chapitre III :Matériel et méthode

Notre travail de recherche est réalisé au niveau du laboratoire de génie des procédés de l'université **Ammar Telidji de Laghouat**, l'ensemble des méthodes expérimentales que nous avons mené dans ce travail se structure comme illustré l'organigramme suivant :

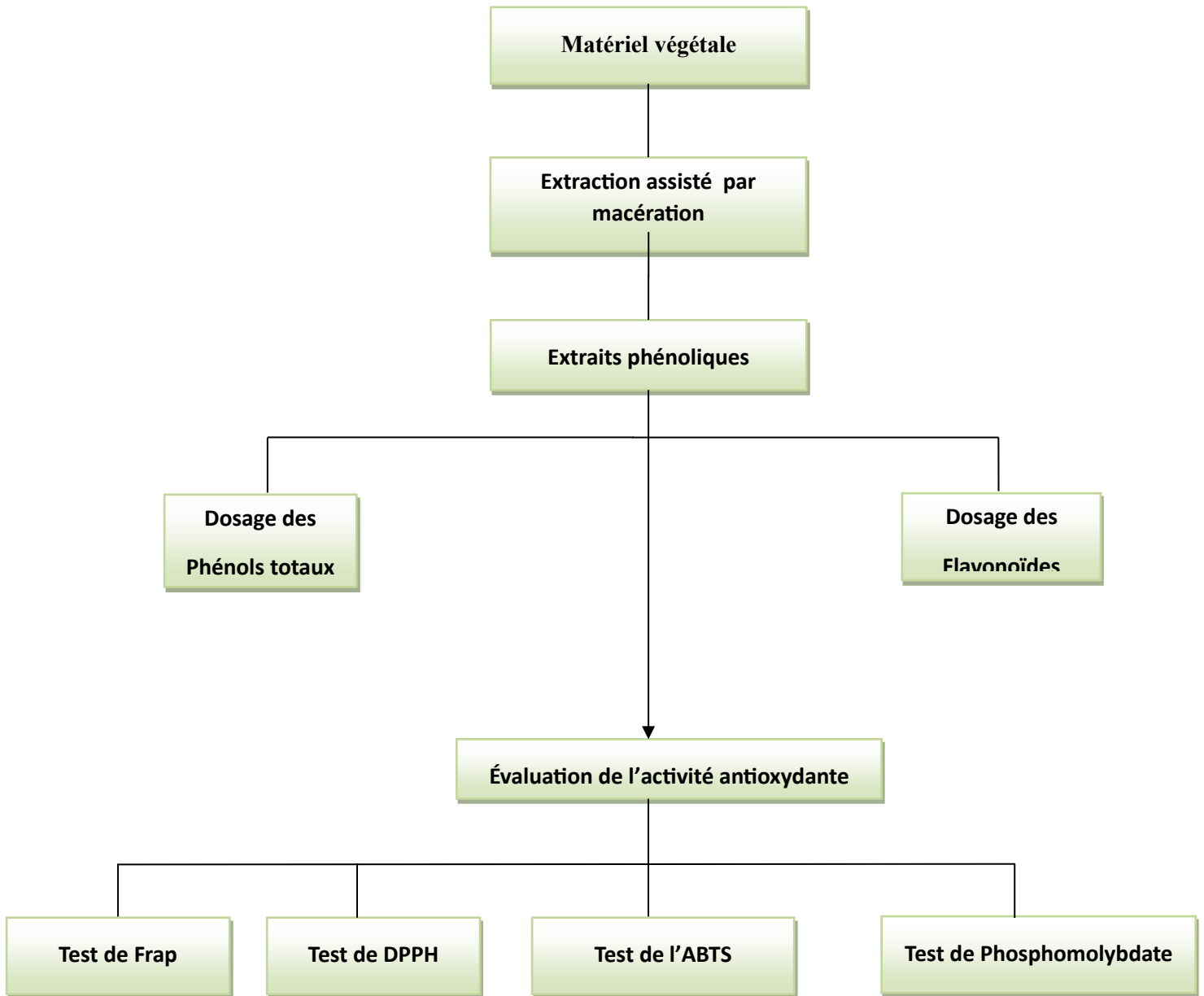


Figure III-1 : Organigramme expliquant les différentes étapes dans notre travail.

III.1 Matériels

III.1.1 Matière végétal

La plante *Haloxylon scoparium*, a été récoltée durant le mois de Janvier 2025, dans la région d'Aflou de la wilaya du Laghouat. La partie qui a été utilisée est la partie aérienne de la plante. Le matériel végétal a été séché à température ambiante, à l'obscurité et à l'abri de l'humidité. Après séchage, la plante est broyée et stockée dans un endroit bien ventilé à température ambiante.



Figure III.2 Vue générale de l'espèce *Hammada scoparia*

III.1.1.1 Préparation des extraits bruts

Une quantité de 5 g de poudres d'*haloxylon scoparium* ont macérée dans 70 ml du solvant (liquide) contenant 40 ml d'éthanol et 30 ml d'eau distillée. L'agitation est faite à une température ambiante (30°C) à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 48 heures, le contenu de flacon est filtré. L'extrait obtenu est conservé dans de flacon ombré en verre dans un réfrigérateur à -4 °C jusqu'à utilisation ultérieure.

III.1.1.2 Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes Totaux

III.1.1.2.1 Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols produits par les végétaux en tant que métabolites secondaires constituent une large gamme de molécules chimiques, dont leur nature chimique et teneur sont extrêmement variables d'une espèce à autre. Plusieurs méthodes analytiques peuvent être utilisées pour la

quantification des polyphénols totaux. L'analyse par le réactif de Folin–Ciocalteu est le plus utilisée.

III.1.1.2.1.1 Principe

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par une méthode adaptée par **Gao et al. (2000)** avec le réactif de folin-ciocalteu. Le réactif est formé d'acide phosphotungstique $H_3PW_{12}O_{40}$ et d'acide phosphomolybdique $H_3PMO_{12}O_{40}$, qui sont réduits lors de l'oxydation des phénols en oxydes bleus de tungstène W_8O_{23} et de molybdène MO_8O_{23} , ce qui nous aide à doser les phénols dans le visible à une longueur d'onde de l'ordre 760 nm.

III.1.1.2.1.2 Courbe d'étalonnage

Une courbe d'étalonnage standard a été obtenue à partir des solutions d'acide gallique de concentration massique variant de 0.25 jusqu'à 1 mg/ml. Introduire ces extraits dans des tubes à essai, puis ajouter 200 µl du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois) et 2ml de l'eau distillé après deux minutes ajouter encore 1ml de carbonates de sodium $Na_2CO_3(20\%)$, puis mettre les solutions à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. Les lectures de la densité optique à 760 nm, des solutions ainsi préparées ont permis de tracer la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

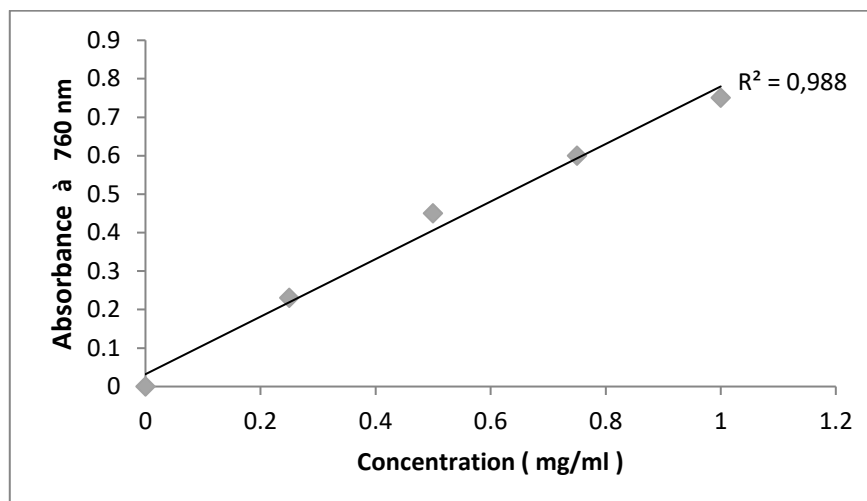
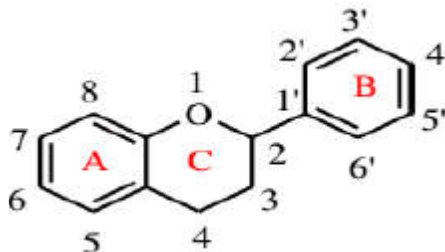


Figure III. 3: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

III.1.1.2.2 Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés dont la structure de base est C₆-C₃-C₆ et sont constitués de deux noyaux aromatiques (Cycle A et B) reliés par un hétérocycle oxygéné (Cycle C), c'est le squelette de base des flavonoïdes (Erlund, 2004)



Figuer III.4: la structure de flavonoïde

III.1.1.2.2.1 Principe

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation de Complexes entre les composés phénoliques et le trichlorure d'aluminium AlCl₃. Les complexes produits sont de couleur jaune absorbent dans le visible à 430 nm (Zhishenetal., 1999) .

III.1.1.2.2.2. La courbe d'étalonnage

Des volumes égaux de l'extrait et une solution AlCl₃ (2%) sont mélangés. L'absorbance est Mesurée à 430 nm, après incubation à température ambiante pendant 15 min. Dans les mêmes conditions et de la même façon sont mesurées les absorbances de la série des solutions standards de la rutine préparée à partir d'une solution mère de concentration égale à 0,1 mg/ml.

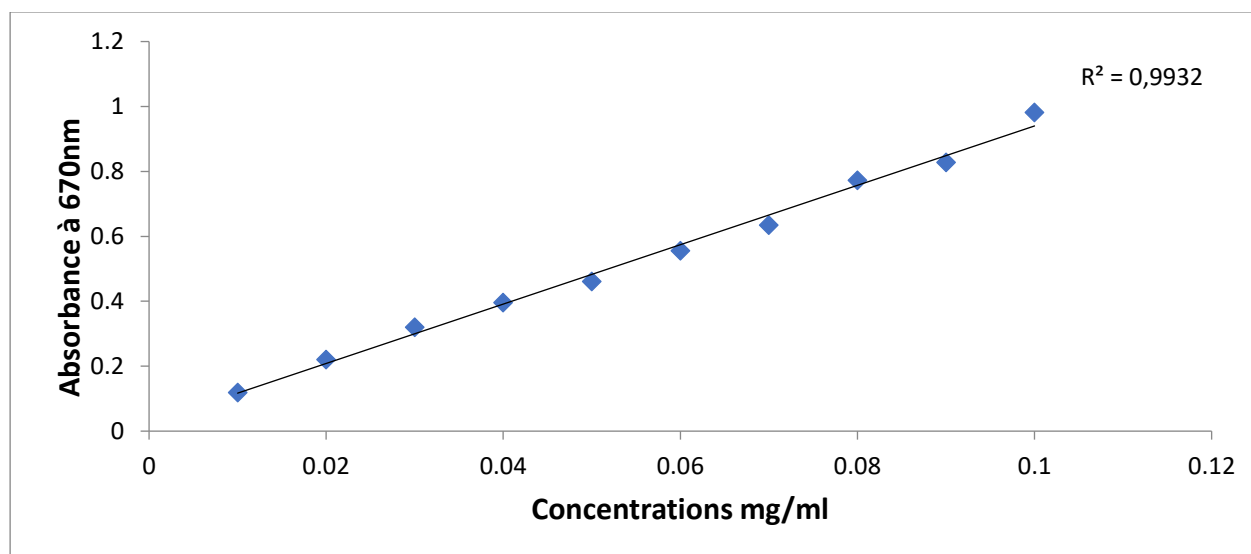


Figure III.5: Courbe d'étalonnage de la rutine .

III.1.1.3 Évaluation de l'activité antioxydant

Les méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant d'un produit pur ou d'un mélange (l'extrais phénolique) sont nombreuses. Parmi lesquelles on a adopté les méthodes : la méthode de DPPH (2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle), l'ABTS⁺(Acide 2,2'-azinobis (3-éthyl benzothiazoline -6- sulfonique) et la méthode de phosphomolybdate

III.1.1.3.1 Test de piégeage du radical libre DPPH

III.1.1.3.1.1 Méthode DPPH (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Cette méthode mesure la capacité réductrice d'un antioxydant (composés phénoliques dans notre cas), la réduction du radical libre DPPH[•] s'accompagne de la diminution de la coloration violette qui peut être suivie par mesure de l'absorbance à une longueur d'onde de 517 nm.

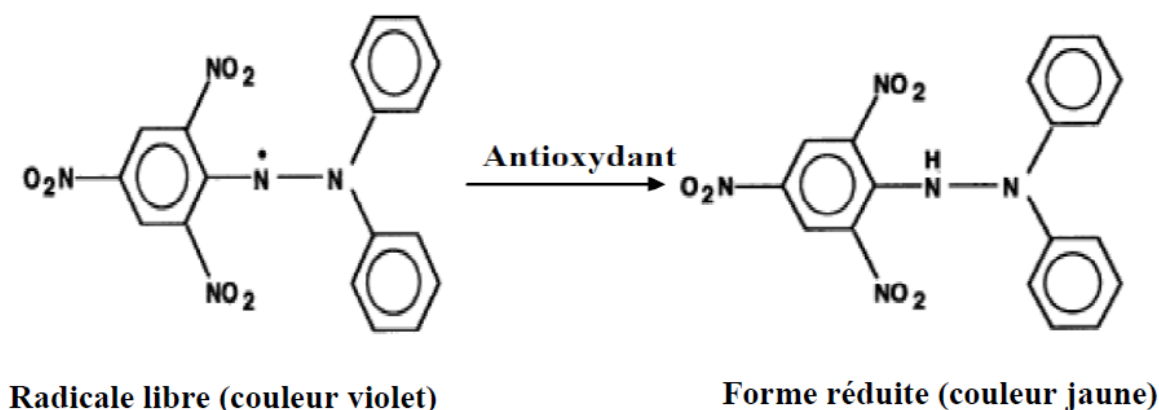


Figure III.6: Réduction de radical libre DPPH[•] en présence d'antioxydant

Le radical libre DPPH[•] (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) à température ambiante et en solution, présente une coloration violette intense. Le passage à la forme non radicalaire s'accompagne du changement de cette coloration.

III.1.1.3.1.2 Protocole

L'activité du balayage du radical DPPH a été mesurée dans le protocole suivant. Dans des tubes on introduit 200 µl de chaque extrait de truffe et 1.8ml de la solution méthanolique au DPPH, après agitation, les tubes sont placés à l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes. La lecture est effectuée par la mesure de l'absorbance à 517 nm

Les résultats peuvent être exprimés en tant qu'activité anti radicalaire où l'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I %) en utilisant la formule suivante :

$$PI (\%) = [(A_{\text{control}} - A_{\text{test}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

PI(%): pourcentage d'inhibition

A_{control} : l'absorbance du milieu réactionnel sans l'antioxydant

A_{test} : l'absorbance du milieu réactionnel avec l'antioxydant

Le pourcentage d'inhibition est exprimé ensuite par la valeur d'IC₅₀, sachant que l'IC₅₀ est la concentration d'extrait nécessaire pour l'obtention de 50% de la forme réduite du radical DPPH.

III.1.1.3.2 Test de piégeage du radical libre ABTS

III.1.1.3.2.1 Principe

Le radical cation de l'acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) (ABTS) est stable sous sa forme libre. Ce radical est facilement formé à partir de l'acide correspondant par oxydation en présence de persulfate de potassium. La concentration de ce radical peut être déterminée en mesurant l'absorbance à 734 nm. L'addition d'un antioxydant à une solution de ce radical cation entraîne sa réduction et une diminution de l'absorbance. Cette diminution dépend de l'activité antioxydante du composé testé mais, souvent, aussi du temps et de la concentration.

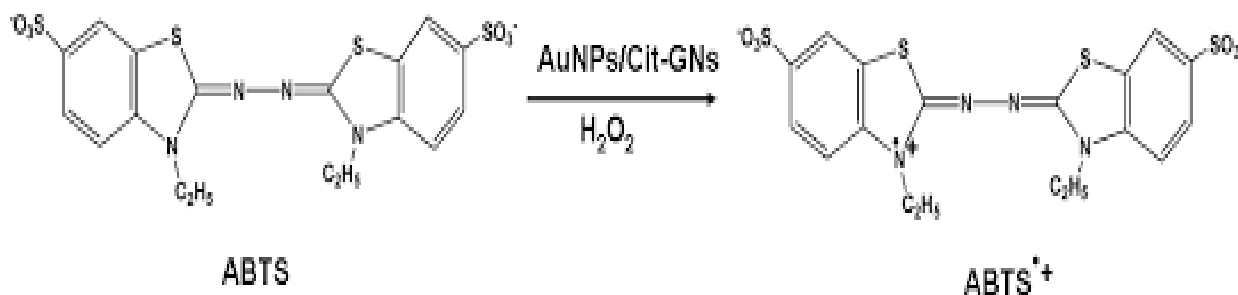


Figure III.7: oxydation de radical libre ABTS en présence de persulfate de potassium

III.1.1.3.2.2 Mode opératoire

La solution ABTS^{•+} était préparée en mélangeant 7 mM de sel ABTS avec 2.45 mM de persulfate de potassium dans 25 mL d'eau distillée, à la température ambiante dans l'obscurité et conservée pendant 16 h avant l'utilisation. La solution ABTS^{•+} a été diluée avec de l'éthanol à 95% (environ 600 μ L ABTS^{•+} à 40 mL d'éthanol à 95%), afin d'obtenir une absorbance de 0,7 à 0,8 à

734 nm. 100 µl d'extrait est ajouté à 1.9 mL de la solution radicalaire d'ABTS^{•+}. Le mélange est incubé à 37°C à l'abri de la lumière pendant 30 min. Un contrôle constitué de 100 µL de MeOH et de 1.9 mL de la solution d'ABTS^{•+} est lu avec chaque série d'extrait à 734 nm. L'éthanol à 95% utilisé comme un blanc. Tous les tests sont reproduits au moins trois fois (Dorman et Hiltunen, 2004).

La capacité de piégeage des radicaux libres a été exprimée par la concentration effective IC₅₀ de l'antioxydant (mg/mL) qui représente la concentration nécessaire pour récupérer 50% de radicaux d'ABTS^{•+}. La capacité de piégeage d'IC₅₀ radical libre a été déterminée en utilisant la même équation précédemment utilisées pour la méthode du DPPH.

III.1.1.3.3 Test de Phosphomolybdate

III.1.1.3.3.1 Principe

La méthode de Prieto et autres a été employée pour évaluer la capacité réductrice des extraits phénoliques. Cette méthode est basée sur la réduction du molybdène de l'étage d'oxydation (VI) à l'étage d'oxydation (V) en présence de l'antioxydant.

Cette réduction, se matérialise par la formation d'un complexe verdâtre à un pH acide détectable dans le visible à 695 nm (Prieto et al. 1999).

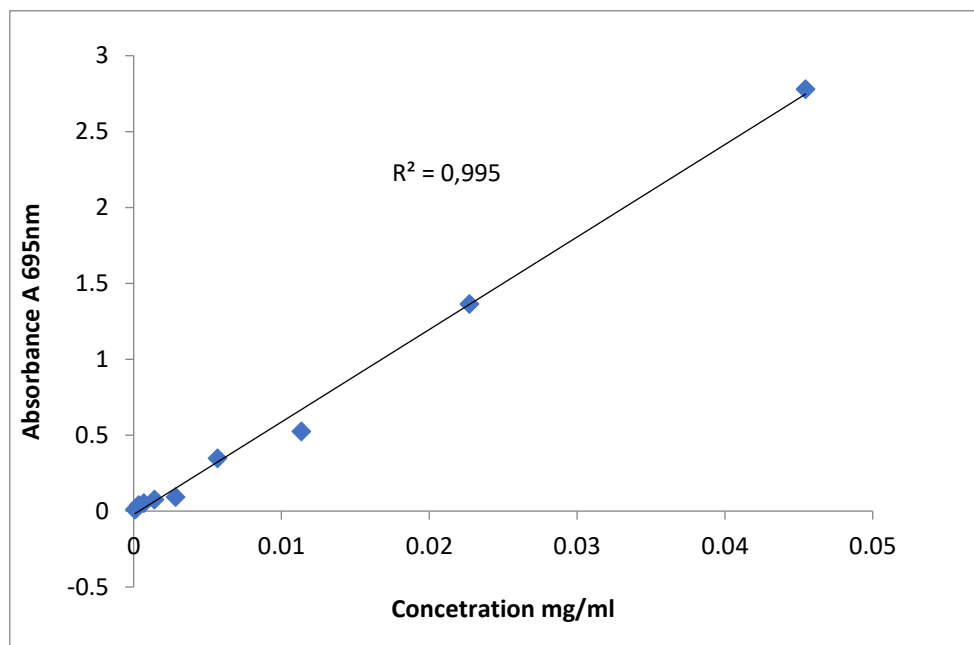


Figure III.8: Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

III.1.1.3.3.2 Mode opératoire

0,3 ml de chaque extrait de truffe dilué est ajouté à 3ml de la solution de réactif phosphomolybdique contenant le Molybdate d'ammonium (4 M), phosphate de sodium (28 mM) et l'acide sulfurique (0,6 M) préparé dans l'eau distillée. Le mélange a été placé dans un bain marie à une température 95°C pendant 90 minutes. Après refroidissement à une température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 695 nm contre un blanc contenant 0,3 ml d'éthanol mélangé avec 3 ml de réactif Phosphomolybdique. Une courbe d'étalonnage a été préparée en utilisant différentes concentrations de la vitamine C ; les résultats sont exprimés comme (mmole de vitamine C) par g et la capacité réductrice exprimés en tant qu'équivalent de la vitamine C.

III.1.1.4 Pouvoir réducteur du fer (Ferric reducing antioxidant power)

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. L'activité réductrice du fer de nos extraits est déterminée selon la méthode décrite par Oyaizu , (1986)., basée sur la réaction chimique de réduction du Fe^{3+} présent dans le complexe $K_3Fe(CN)_6$ en Fe^{2+} . La réaction est révélée par le virement de couleur jaune du fer ferrique (Fe^{3+}) en couleur bleu vert du fer ferreux (Fe^{2+}). Cette capacité réductrice peut servir comme un indicateur significatif de l'activité antioxydante potentielle d'un composé. L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à 700 nm.

Cette méthode consiste à mélanger 1 ml de l'extrait à différentes concentrations avec 2,5 ml de tampon phosphate 0.2 M à pH 6.6 et 2.5 ml d'une solution de $K_3Fe(CN)_6$ à 1% (m/v). Le mélange obtenu est incubé pendant 20 minutes à 50°C, puis 2.5 ml d'acide trichloroacétique (CCl_3COOH) à 10% sont ajoutés pour arrêter la réaction. Le mélange est centrifugé à 3000 rpm pendant 10 mn à température ambiante et 2.5 ml du surnageant est additionné de 2.5 ml d'eau distillée et 0.5 ml de chlorure de fer($FeCl_3$) à 0.1%. La lecture de l'absorbance se fait à 700 nm contre un blanc ou l'extrait est remplacé par le tampon d'extraction (Pan et al.,2008) .

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1 Quantification des composés phénoliques

Les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes de l'extrait de plante ont été alors calculées à partir des courbes d'étalonnage et exprimées en milligrammes équivalent en acide gallique (EAG) par gramme de la matière sèche pour les phénols totaux et en milligrammes équivalent à la rutine par gramme de la matière sèche pour les flavonoïdes.

IV.1.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en composé phénolique de l'extrait a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique. La spectrophotométrie UV/Vis a permis de quantifier le taux des polyphénols totaux présent dans l'extrait préparé d'haloxylon scoparium. Le résultat obtenu est représenté sur le **Tableau IV.1**

Tableau IV.1: Teneurs en phénols totaux d'haloxylon scoparium

L'extrait d'haloxylon scoparium	Teneurs en phénols totaux (mg EAG/g MS)
Extrait hydroéthanolique	6,691± 1,469

D'après le résultat, nous pouvons dire que notre plante étudiée est modérée en composés phénoliques. On remarque la teneur en composés phénoliques dans l'extrait hydroéthanolique de la plante haloxylon scoparium est (6,691± 1,469 mg EAG/g MS).

Pour un extrait méthanolique de Haloxylon scoparium, la teneur en phénols était d'environ 5,5 mg EAG/g MS, ce qui est légèrement inférieur à la valeur obtenue. Cela confirme que le solvant hydroéthanolique peut extraire une plus grande quantité de composés phénoliques (**Bouhaouel et al. 2020**)

D'après une étude réalisée par **Bakchiche et cherib en 2013**, la teneur totale en composés phénoliques dans l'extrait aqueux 108,41±4,59 mg EAG/g.

Et dans d'autres études, ils ont trouvé les teneurs polyphénoliques suivantes ont été

enregistrées pour H. scoparia: 7,46 mg GAE / g MS ; 4,80mg GAE / g MS ; 2,38 mg GAE / g

DW et 1,9 mg AGE / g MS avec les extraits d'hydro-méthanol , l'extrait d'hydro-acétone, Hydro-methanol et l'extrait d'hydroacétone respectivement (**Drioiche et al.,2019**).

Dans d'autres études, ils ont constaté que le contenu phénolique total a montré que l'extrait hydroéthanolique a le taux phénolique le plus élevé concentration (75,32 mg GAE / g) suivi d'un extrait méthanolique (59,75 mg GAE / g) et du dichlorométhane avec une concentration de 35,23 mg GAE / g (Bouaziz et al.,2016).

IV.1.2 Dosage de flavonoïdes totaux

Les teneurs en flavonoïdes dans l'extrait phénolique ont été estimées par la méthode d'AlCl₃. La spectrophotométrie UV/Vis a permis de quantifier le taux des flavonoïdes présent dans l'extrait préparé d'haloxylon scoparium. Le résultat obtenu est représenté sur le tableau IV.2

Tableau IV.2: Teneurs en flavonoïdes d'haloxylon scoparium

L'extrait d'haloxylon scoparium	Teneurs en flavonoïdes (mg ER/g MS)
Extrait hydroéthanolique	5,393± 0,568

Le résultat indique que l'extrait hydroéthanolique d'haloxylon scoparium possède une teneur élevée en flavonoïdes (5,393± 0,568 mg ER/g MS)

Selon le résultat de Bakchiche et cherib en 2017 ; la plante a de très faible quantité de flavonoïdes dans l'extrait aqueux (2,72±0,54µg EQ/mg).

Chez Haloxylon scoparium. les teneurs en flavonoïdes sont plus faibles (0,139± 0,003 mg EQ/gMS) (Belhadj Tahar et al.,2015)

Le chercheur a découvert la teneur de flavanoïde nous avons enregistré pour H. scoparia 0,74 mg et 0,37 mg EQ / g MS, avec des extraits d'hydro-méthanol et d'hydroacétone respectivement (Drioiche et al.,2019).

IV.2. Evaluation d'activité anti-oxydante

La mise en évidence du pouvoir antioxydant des extraits des plantes s a été réalisée par quatre techniques chimiques (le piégeage du radical libre DPPH, ABTS) , le test de FRAP et phosphomolybdate.

IV. 2.1 Le Test De Piégeage du Radical DPPH

Le radical DPPH· est l'un des substrats les plus utilisés généralement pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicalaire et la simplicité de l'analyse (Bozin et al., 2008).

L'activité antioxydante 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 (AH) donateurs d'hydrogènes présent dans l'extrait végétal ou par une autre espèce radicalaire comme le montre les équations suivantes (Maisuthisakul et al., 2007, Da Silva Pinto et al., 2008).

Dans notre travail nous avons étudié l'activité antioxydante des différents extraits de haloxylon scoparium étudiée afin de préjuger et localiser la fraction la plus active. Les résultats sont exprimés en IC₅₀ qui est défini comme étant la concentration de l'extrait exprimée nécessaire pour balayer 50% du radical DPPH et calculée à partir des courbes de la variation du pourcentage d'inhibition I % en fonction de la concentration de chaque extrait ,De même, L'efficacité est estimée à partir de l'activité de l'acide ascorbique, BHT et BHA comme références standards . Il faut rappeler que plus la valeur d'IC₅₀ est petite plus l'activité antioxydante des extraits est grande. Les résultats obtenus de ce test sont regroupés dans le Tableau IV.3

Tableau IV.3: Valeurs des IC₅₀ obtenues avec l'extrait d'Haloxylon scoparium contre les radicaux DPPH

Les extraits	IC ₅₀ (mg/ml)
Extrait hydroéthanolique d'haloxylon scoparium	0,0028±0,0001
Acide ascorbique	0.0011±0.005
BHT	0.001269±0.002
BHA	0.00785±0.0004

En comparant les valeurs des IC_{50} de l'extrait d'*Haloxylon scoparium* par rapport les valeurs des antioxydants standards. L'extrait hydroéthanolique d'*Haloxylon scoparium* montre une bonne activité antioxydante ($IC_{50} = 0,0028$ mg/ml), bien que légèrement inférieure à celle de l'acide ascorbique et du BHT, mais meilleure que celle du BHA.

Pour un extrait méthanolique d'*Haloxylon scoparium*, une IC_{50} de 0,0063 mg/mL a été rapportée moins active que l'extrait hydroéthanolique de notre étude (0,0028 mg/mL). Cela suggère que le mélange eau-éthanol est un solvant d'extraction plus efficace pour les composés antioxydants de cette plante (**Bouhaouel et al. 2020**) .

D'après **Chérifi et al. (2020)** , l'extrait aqueux possède une $IC_{50} = 0,0048$ mg/ml légèrement plus élevée de notre résultats

IV. 2.2 Méthode de la capacité antioxydante totale (Test phosphomolybdate) :

La capacité antioxydante s'exprime par la réduction de l'ion Mo (VI) en Mo (V) , La complexation de ce dernier avec le phosphate abouti à une couleur verte dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de l'extrait **Prasad et al. (2009)**. L'activité antioxydante est mesurée selon un nouveau terme appelé VCEAC (vitamine C Equivalent Antioxidant Capacité). On définit le VCEAC comme la concentration molaire de la solution de vitamine C qui possède un pouvoir réducteur équivalent à solution de concentration 1 M de composé étudié. L'évolution de l'activité antioxydante de notre extrait d'*haloxylon scoparium* est comparée par rapport à l'acide ascorbique (vitamine C) et cela en traçant une courbe d'étalonnage de ce dernier

Le paramètre VCEAC, plus la valeur de VCEAC est important, plus le pouvoir antioxydant des extraits est important. La valeur de VCEAC calculé pour l'extrait est regroupée dans le Tableau IV.4.

Tableau IV.4 : La valeur VCEAC de l'extrait de *Haloxylon scoparium* déterminée par le test Phosphomolybdate

L'extrait d' <i>haloxylon scoparium</i>	VCEAC(M)
Extrait hydroéthanolique	0,0400 ±0,0014

L'extrait d'*Haloxylon scoparium* présente une activité antioxydante modérée (0,0400 ±0,0014M)

Selon **Haida et al. (2022)**, Les extraits racinaires d'*Haloxylon scoparium* montrent une activité antioxydante élevée ($174,20 \pm 1,10$ mg AAE/g d'extrait sec) probablement en raison d'une richesse en polyphénols racinaires.

Lachkar et al. (2021), Les extraits méthanoliques et les décoctions de la partie aérienne présentent une activité antioxydante notable ($82,60 \pm 3,15$ mg AAE/g)

IV.2.3 Test de l'ABTS

La capacité du produit à piéger les radicaux libres et donc à ralentir ou inhiber, aussi bien les phases d'initiation que de propagation, implique la création de radicaux. Dans le test l'ABTS, l'activité antioxydante totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical $ABTS^{*+}$, obtenu à partir de l'ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)).

Tableau IV.5: Valeurs des IC_{50} obtenus avec l'extrait d'*haloxylon scoparium* et TROLOX Contre les radicaux l'ABTS

Les extraits	IC_{50} (mg /ml)
Extrait hydroéthanolique d' <i>haloxylon scoparium</i>	$0,023 \pm 0,002$
TROLOX	$0,004 \pm 0,0002$

L'activité antioxydante de l'extrait hydroéthanolique d'*Haloxylon scoparium* a été évaluée par la méthode du radical $ABTS^{*+}$. Les résultats ont montré une valeur d' IC_{50} de $0,023 \pm 0,002$ mg/mL, indiquant une capacité notable à piéger les radicaux libres.

En comparaison, le Trolox, utilisé comme standard de référence, a présenté une valeur d' IC_{50} beaucoup plus faible, de $0,004 \pm 0,0002$ mg/mL, ce qui confirme sa très forte activité antioxydante. Ainsi, bien que l'extrait d'*H. scoparium* montre une activité intéressante, il est environ 5,75 fois moins puissant que le Trolox en termes d'efficacité antiradicalaire.

Bouhaouel et al. (2020) ont rapporté une valeur d' IC_{50} d'environ 0,045 mg/mL pour un extrait méthanolique contre le radical $ABTS$, ce qui est moins performant que l'extrait hydroéthanolique dans la présente étude.

IV.2.4 Pouvoir réducteur : FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée en utilisant la méthode FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible. Il est universel peut être appliqué aussi bien chez les plantes que les plasmas et dans les extraits organiques et aqueux (Li et al, 2008).

Tableau IV.6 : La valeur VCEAC de l'extrait de Haloxylon scoparium déterminée par le test FRAP

L'extrait d'haloxylon scoparium	VCEAC(M)
Extrait hydroéthanolique	0,139±0,018

L'extrait hydroéthanolique d'Haloxylon scoparium a présenté une valeur VCEAC de (0,139 ± 0,018 M), ce qui indique une bonne capacité antioxydante réductrice, probablement liée à sa teneur en composés phénoliques et flavonoïdes.

Conclusion

La présente étude a été consacrée au dosage de certains antioxydants, notamment les polyphénols totaux et les flavonoïdes, chez une plante médicinale du Sahara algérien, *Haloxylon scoparium*, ainsi qu'à l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait obtenu.

La quantification, réalisée par des méthodes spectrophotométriques, a permis de déterminer la teneur en polyphénols totaux à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu, et celle en flavonoïdes grâce au trichlorure d'aluminium. Les résultats ont révélé que l'extrait étudié est riche en composés phénoliques et possède une capacité antioxydante significative, notamment par son aptitude à piéger les radicaux libres. Ces observations suggèrent l'intérêt d'isoler et de caractériser les composés bioactifs responsables de cette activité, ce qui fera l'objet de recherches futures.

Par ailleurs, l'activité antioxydante de l'extrait a été comparée à celle d'antioxydants synthétiques et de composés phénoliques purs. Les résultats indiquent que l'extrait d'*Haloxylon scoparium* pourrait constituer une alternative naturelle efficace aux antioxydants de synthèse.

L'extrait a également montré une activité réductrice (tests du phosphomolybdate et FRAP), ainsi qu'une activité antiradicalaire vis-à-vis des radicaux DPPH et ABTS. Ces propriétés antioxydantes peuvent être attribuées à la richesse de la plante en molécules antioxydantes, notamment les polyphénols, qui sont à l'origine de ses bienfaits potentiels.

Il est probable que l'activité antioxydante ne représente qu'un aspect des nombreuses propriétés pharmacologiques de cette plante. Il serait donc pertinent d'envisager des recherches complémentaires pour identifier d'autres composés bioactifs non phénoliques et explorer leurs effets thérapeutiques. Enfin, l'optimisation des procédés d'extraction et de dosage permettrait d'améliorer le rendement et la valorisation de cette plante dans le domaine de la médecine moderne.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

A

- Adli B, Z et Yousfi I, Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Djelfa Activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agropastoralisme. Au niveau du centre Universitaire Ziane Achour Djelfa.2001.
- Alaoui M. Etude phytochimique et évaluation microbiologique de deux plantes de la famille de la sauge utilisées en médecine traditionnelle du désert. Thèse de Doctorat en Chimie organique appliquée, ouergla , Kasedi merbah 2015, 132P.
- Aniszewski t. 2007. Alkaloids - secrets of life: alkaloid chemistry, biological Significance, application and ecological role.ed, elsevier, p.316.

B

- Bae Y.S, Kang S.W, Seo M.S, Baines I.C, Tekle E, Chock P.B, Rhee S.G (1997). Epidermal growth factor (EGF)-induced generation of hydrogen peroxide. *J.Biol. chem*, 272, 217- 221.
- Bakchiche B et Gherib A.A.,2013.Activités antioxydantes des polyphenols extraits des plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle d'Algérie ;*International Journal of Innovation and Applied Studies*.9(1)167-172.
- Baker B.J. 1996. Carboline and isoquinoline alkaloids from marine organisms. In: *Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives*, edited by W. S. Pelletier, New York: Pergamon. 10: 357-407.
- Balaban S., Nemoto S., Finkel T .2005. Mitochondria, oxidants and aging. *Cell* .120 : 483- 495.
- Belkheiri N. 2010. DERIVES PHENOLIQUES A ACTIVITES ANTIATHEROGENES.Thèse de doctorat d'état, l'Université Toulouse III - Paul Sabatier , TOULOUSE, p 7.
- Bellakhdar, J. (1997).*La pharmacopée marocaine traditionnelle: médecine arabe ancienne et savoirs populaires*-Saint-Etienne, Edit. Ibis Press
- Benkrief, R., Brum-Bousquet, M., Tillequin, F. & Koch, M. (1989). Alkaloids and flavonoid from aerial parts of *Hammada articulata* ssp. *scoparia*. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 48(4), 219-224.
- Bensaad H ., Kammoun I., Zeghal KH. M., Ben amara I., Magné C., Hakim A. 2017.
- Berenbaum, M.R., (1983), Coumarins and calerpillards: a case for coevolution, *Evolution* 37 pp. 163-179.

- Berenbaum, M.R., (1991), Coumarins *In Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites.*, (eds. G. A. Rosenthal and M.R Berenbaum) New York Academic press., I, pp. 221-249.
- Bidie A.D.P., Banga B. N'guessan, A., YAPO F, N'guessan J.D ., Djaman A .,J. 2011. Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne. *Sciences & Nature.* 8 (1): 1 – 11.
- Bougandoura N., Bendimerad N. 2013. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp.Nepeta (L.)* Briq. *Revue « Nature & Nature.* 8 (1): 1 – 11.
- Bourg F .J.M .2005 . La superoxyde dismutase, puissant antioxydant naturel, désormais disponible par voie orale , *Phytothérapie.* (3) : 118-121.
- Bruneton J. 2009. *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales.* Lavoisier Tec & Doc: 4^{eme} édition, p. 1268.
- Bruneton J.1993. *Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales.* La Voisier TEC et DOC, Paris. 2^{ème} édition, p. 268-277.
- Effets du selenium sur le stress oxydant au niveau des reins de rats traités par le tebuconazole
effects of selenium on tebuconazole-induced nephrotoxicity in adult rats. *J.I. M. Sfax(27) :* 35 – 42.

C

- Cai H. 2005. Hydrogen peroxide regulation of endothelial function: Origins, mechanisms, and consequences. *Cardiovascular Research .68 :* 26 – 36.
- Christelle K-R .2006. Oxygen, oxidative stress and anti oxidant supplementation, or an other way for nutrition in respiratory diseases . *Nutrition clinique et métabolisme.* 20 (2006) :165–177.
- Cunniff B., Heintz N.H .2014.Résolution of oxidative stress by thioredoxin réductase : Cystiene versus selenocystiene .2 :475- 484.

D

- Dangles O., Stoeckel C., Wigand MC., Brouillard R. 1992. Two very distinct types
- Dewick, P. M. (1993), *Isoflavonoids. The Flavonoids Advances in research since 1986.* Edited by J. B.Harborne, Chapman & Hall. London pp.117-238].
- Donia, A. E. R. M., Alqasoumi, S. I., Radwan, A. M., Bur, J. & Craker, L. E. (2012). Phytochemical screening and insecticidal activity of three plants from chenopodiaceae family. *Journal Of Medicinal Plants Research,*6(48), 5863-5867.

- Drioiche A., Benhlime N., Kharchouf S. , El-Makhoukhi F. , Smahane Mehanned S., Imad Adadi I., Hicham Aaziz H., Elombob F.K. , Gressier B., Bruno Eto B., and Touriya Zair.2019 .antimicrobial and antiradical properties of Hammada Scoparia (pommel) ILJIN;Complement Altern Med. 16 (2); 1-14 .
of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. Tetrahedron Lett. 33: 5227-30.

E

- Etameloe G., Ngaba G. P., Kamdom

F

- Fan Jiang S .G., Srinivasa raju Dalta R .Dusting G . J .2006. NO modulates NADPH Oxidasefunction Via Heme Oxygenase-1 in Human Endothelial Cell.48:950-957.
- Favier A. 2003.Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Actualité chimique : 108-115.
- Fendri C., Mechri A., Khiari G., Othman A., Kerkeni A., Gaha L. 2006. Implication du stress oxydant dans la physiopathologie de la schizophrénie : revue de la littérature. L'Encéphale .32 244-52.

G

- Georges K.A., Constant A.A.R., Lynda E., Tchirioua E.,Witabouna K.M. 2018. Activité antioxydante de quelques plantes utilisées dans la région de Tiassalé (Côte d'Ivoire) dans le maintien de la santé de la peau. European Scientific Journal October 2018 edition .14(30) :1857-7431.
- Guignard J,L., Cosson L., Henry M. Abrégé de phyto-chimie, Masson, Paris 1985, pp 175-191.
- Guendouzen R, Haddouche L, Extraction des métabolites secondaires (composés phénoliques et huiles essentielles) et évaluation de l'activité antioxydante chez l'espèce *Juniperus oxycedrus* . Mémoire de Master en Pharmacologie moléculaire, Bejaia, université A/Mira,2015, 48p.
- G. M. Konig., A. D. Wright., S. G. Franzblau, (2000), *Planta Med.*, **66**. pp. 337-342.
- Guilhou J.J., Dereure O., Marzin L., (1997), Efficacy of Daflon 500 mg in venous leg ulcer healing : a double-blind, randomized, controlled versus placebo trial in 107 patients. *Angiology Européen des substances végétales* p .1-51.
48 , pp. 77-85.
- Gingembre. 2016. Les plantes médicinales, Zingiber officinale Roscoe Fleur, Instituté

H

- Harborne J. B. Recent advances in chemical ecology. *Nat Prod Rep* 1997; 14: 83-98.

- Harbone, J.B., (1988). Introduction to ecological biochemistry. London: Academic press.

I

- Isman, M.B and Duffey, S.S., (1982), Toxicity of tomato phenolic compounds to the fruitworm *Heliothis zea*. Entomol. Exp. Appl. 31 pp. 370-376.

K

- Kada S. 2018. Recherche d'extraits de plantes médicinales doués d'activités biologiques. Thèse de doctorat d'état, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Alegria, p16.
- Koren H.S .1995. Association between criteria air pollutants and asthma. Environ Health Perspect. 103 : 235-242.

L

- Li, W. L., Zheng, H. C., Bukuru, J. & De Kimpe, N. (2004). Natural medicines used in the traditional Chinese medical system for therapy of diabetes mellitus. *Journal of Ethnopharmacology*, 92(1), 1-21.

M

- Martinez-Cayuela M .1995. Oxygen free radicals and human disease. *Biochimie*.77 :147- 161.
- Mezghani-Jarraya, R., Hammami, H., Ayadi, A. & Damak, M. (2009). Molluscicidal activity of *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin leaf extracts and the principal alkaloids isolated from them against *Galba truncatula*. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 104(7),1035-1038.
- Mohammedi Z. Etude Phytochimique et activité Biologique de quelques plantes médicinales de la région Nord et sud – Ouest de l'Algérie. *Biologie moléculaire et cellulaire*. Tlemcen. Université Abou Bekr Belkaid 2013, 170p.
- Montagnier L., Olivier R., Pasquier C. 1998. Oxidative stress in cancer, AIDS and neurodegenerative diseases, Marcel Dekker, New York.

P

- Panda, N. and Khush, G. S., (1995), Secondary plant Metabolites for Insect Resistance. In *Host plant Resistance to Insects.*, Wallingford, UK: CAB International, pp. 22-66.
- Paris M., Hurabielle M. 1981. Abrégé de matière médicale (pharmacognosie). Tome 1. Masson, Paris, pp256-284
- Pecking A., Picandet B., Hacene K., Lokiec F., Guérin P., (1987), Oligomères procyanidoliques (Endotélon) et système lymphatique. Artères et Veines; **6**, pp. 512-3
- Perrin, D.R. and Cruckshank, (1965), I.A.M. Studies on the phytoalexins. VII. Chemical stimulation of pisatin formation In *Pisum sativum*. *Aust. J. Biol. Sci.* **18** pp.803-816.

Q

-Quezel P., Santa S.; Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, Ed. CNRS, Paris (1963).

R

- Ríos-Arrabal S., Artacho-Cordón F., León J., Román-Marinetto E., Salinas-Asensio M.M., Calvente I. and Núñez M.I. 2013. Involvement of free radicals in breast cancer. Springer, 2(404) : 1-12.
- Rochette L. 2008. Stress oxydant et sepsis. Réanimation .17(6) : 1-4.

S

- Swain, T., (1977),Secondary compounds as protective agents. *Annu. Rev. Plant physiol.*, **28**, pp. 479-501.
- Sylvia C .1994. Radicaux libres et pathologie humaine actualisation et perspectivement d'avenir. Thèse de doctorat d'état, UNIVERSITE DE LIMOGES, p18..

Z

-Zhang D.X., Gutterman D.D .2007. Mitochondrial reactive oxygen species-mediated signaling in endothelial cells. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* .292:2023-2031.

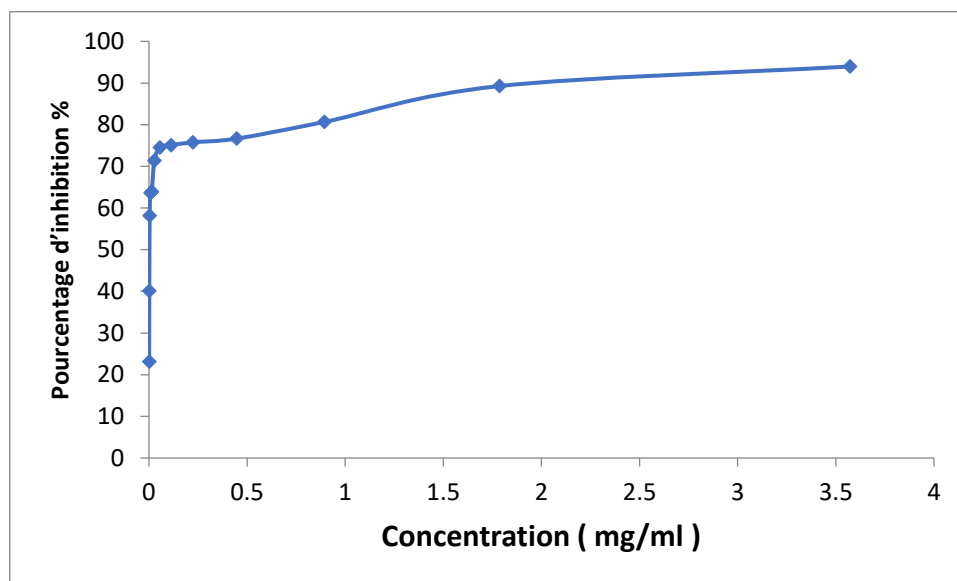
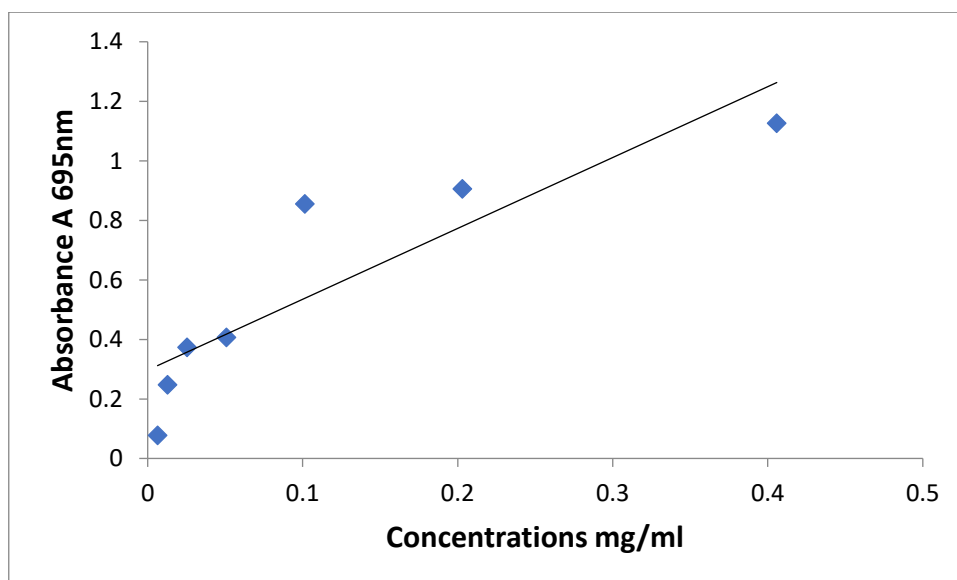
Annexes

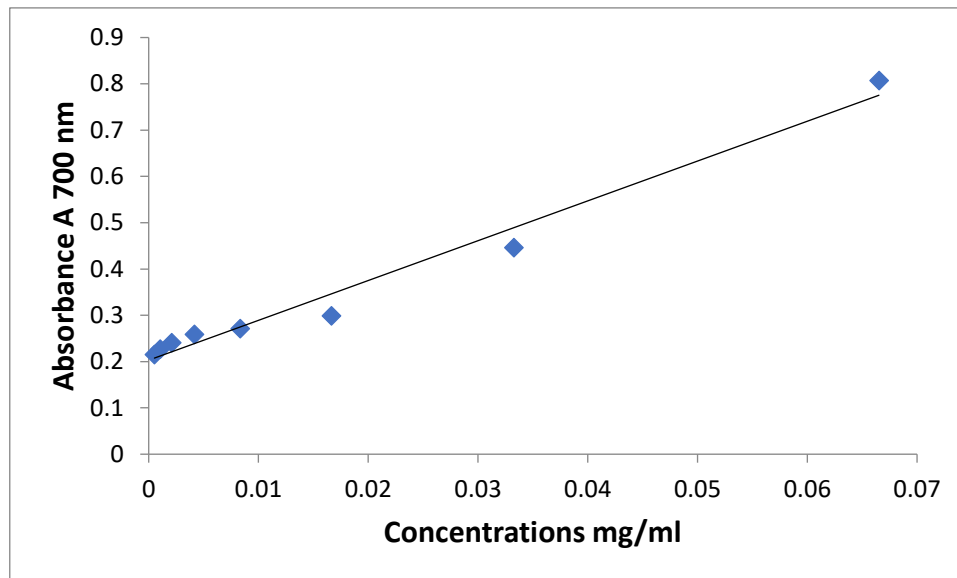
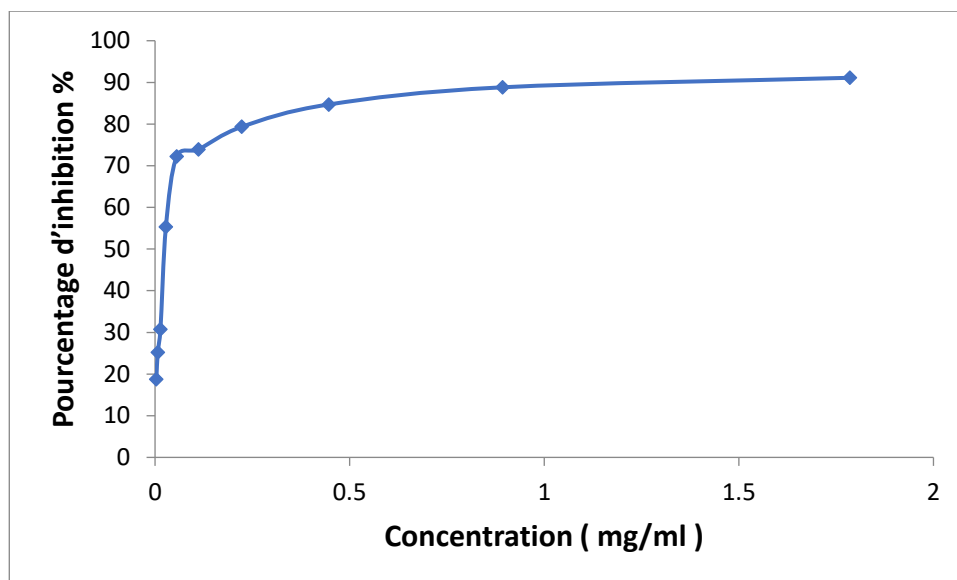
Annexes :

Annexes 01 : La liste des réactifs, des produits chimiques, de la verrerie et des équipements

Réactifs et produits chimique :

Réactifs et produits chimique	La verrerie et des équipements
✓ méthanol	✓ Agitateur magnétique
✓ Acétate d'éthyle	✓ Autoclave
✓ hexane	✓ Ballon
✓ Acide ascorbique	✓ Balance(OHAUS)
✓ Acide gallique	✓ Bain-marie(MEMMERT)
✓ Acide sulfurique(H ₂ SO ₄)	✓ Bécher
✓ Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃)	✓ Cuvette pipette pasteur(micropipette)
✓ Chlorure d'aluminium (AlCl ₃).	✓ Entonnoir
✓ DPPH	✓ Spectrophotomètre UV-Vis
✓ Eau distillée	✓ Tube à essai
✓ Phosphomolybdate	
✓ Réactif de Folin ciocalteu	

Annexe 2 : Test de DPPH**➤ Extrait hydroéthanolique d'Haloxylon scoparium****Annexe 2 : Test de Phosphomolybdate****➤ Extrait hydroéthanolique d'Haloxylon scoparium**

Annexe 3 : Test de FRAP (Ferric Reducing antioxydant Power)**➤ Extrait hydroéthanolique d'Haloxylon scoparium****Annexe 4 : Test de ABTS****➤ Extrait hydroéthanolique d'Haloxylon scoparium**

Résumé

عنوان المذكرة : تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلص الفينولي لنبات الرمث

المؤطر: قنان هجيرة

الاسم: علي

اللقب: -هاشمي

الملخص:

نحن مهتمون بهذا العمل على تقييم خصائص مضادات الأكسدة من مستخرج فينولي الرمث ، وهو نبات يستخدم في الطب التقليدي.

يتعلق الجزء الأول من هذه الدراسة باستخلاص وكمية البوليفينول بالكامل والفلافونويدات، وقد أظهر مستخلص هيدروإيثانولي من الرمث وجودًا ملحوظًا في مركبات مضادات الأكسدة. تبلغ نسبة الفينولات الكاملة والفلافونويدات على التوالي $1,469 \pm 6,691$ مجم EAG/g و $0,568 \pm 5,393$ ER/g.

الجزء الثاني هو دراسة النشاط المضاد للأكسدة من مستخرج الرمث . الاختبارات المستخدمة لتقدير نشاط مضادات الأكسدة هي: جزيئات من الجنور الحرة DPPH، و ABTS، واختبار FRAP، و Phosphomolybdate. يحتوي مستخرج الرمث على نشاط مضاد للأكسدة مثير للاهتمام تجاه اختبار DPPH و ABTS

($IC_{50} = 0.0028 \pm 0.0001$ و 0.023 ± 0.002 ملغم/مل على التوالي) ونشاط معتدل للاختبار . فسفوموليبيدات و FRAP

($VCEAC = 0.0400 \pm 0.0014$ و 0.139 ± 0.018 مول على التوالي) . هذه النتائج مهمة للغاية وتدل على أن مستخرج الفينول يوفر خاصية مضادة للأكسدة.

الكلمات المفتاحية: الرمث ، بوليفينول، فلافونويد، نشاط مضاد للأكسدة، DPPH

Memory title: Evaluation of the antioxidant activity of the phenolic extract of haloxylon scoparium

Name: Hachemi

First name: Ali

Directed by: Guenane Hadjira

Abstract

In this work, we focused on evaluating the antioxidant properties of the phenolic extract of Haloxylon scoparium, a plant used in traditional medicine.

The first part of this study concerns the extraction and quantification of total polyphenols and flavonoids. The hydroethanolic extract of Haloxylon scoparium revealed a significant content of antioxidant compounds. The total phenol and flavonoid contents are 6.691 ± 1.469 mg EAG/g and 5.393 ± 0.568 mg ER/g, respectively.

The second part was the study of the antioxidant activity of our plant extract. The tests used to estimate the antioxidant activity are: DPPH free radical scavenging, ABTS, FRAP test, and Phosphomolybdate. Haloxylon scoparium extract showed interesting antioxidant activity in the DPPH test and ABTS ($IC_{50} = 0.0028 \pm 0.0001$ and 0.023 ± 0.002 mg/ml respectively) and moderate activity in the phosphomolybdate test and FRAP ($VCEAC = 0.0400 \pm 0.0014$ and 0.139 ± 0.018 M) respectively. These results are highly significant and show that the phenolic extract has antioxidant property

Keywords: Haloxylon scoparium, polyphenols, flavonoid, Antioxidant activity, DPPH

Titre du mémoire: Évaluation de l'activité antioxydant de l'extrait phénolique d'haloxylon scoparium

Nom : Hachemi

Prénom : Ali

Encadreur : Guenane Hadjira

Résumé

Nous nous sommes intéressés dans ce travail à l'évaluation des propriétés antioxydantes de l'extrait phénolique d'haloxylon scoparium, une plante utilisée dans la médecine traditionnelle.

La première partie de cette étude concerne l'extraction et la quantification des polyphénols totaux et des flavonoïdes , l'extrait hydroéthanolique d'Haloxylon scoparium a révélé une teneur notable en composés antioxydants. Les teneurs en phénols totaux et flavonoïdes sont respectivement de $6,691 \pm 1,469$ mg EAG/g et $5,393 \pm 0,568$ mg ER/g.

La deuxième partie été l'étude de l'activité antioxydante de l'extrait de notre plante. les tests utilisées pour l'estimation de l'activité antioxydant sont: piégeage de radical libre DPPH, l'ABTS , test de FRAP et Phosphomolybdate . l'extrait d'haloxylon scoparium est présenté une activité antioxydante intéressante vis-à-vis le test de DPPH et l'ABTS ($IC_{50} = 0,0028 \pm 0,0001$ et $0,023 \pm 0,002$ mg/ml respectivement) et une activité modérée pour le test de phosphomolybdate et le FRAP ($VCEAC = 0,0400 \pm 0,0014$ et $0,139 \pm 0,018$ M) respectivement . Ces résultats sont très significatifs et montrent que l'extrait phénolique présente une propriété antioxydante

Mots-clés : haloxylon scoparium, polyphénols, flavonoïde , Activité antioxydante , DPPH