



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCE



MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie des Produits Naturels

Par :

M^{lle} SEMDANI Chadia

Sur le thème

Comparaison des contenus en polyphénols et l'activité antioxydante des extraits et des huiles essentielles de deux plantes collectées à Tlemcen

Soutenu le 28 septembre 2020 à Tlemcen devant le jury composé de :

Mr. TABTI Boufeldja	Pr	Université de Tlemcen	Président
Mr. BENSAD Okkacha	Pr	Université de Tlemcen	Examineur
Mme. MELIANI Nawel	Dr	Université de Tlemcen	Encadreur

Laboratoire LASNABIO

BP 119, 13000 Tlemcen – Algérie

Remerciements

*Tout d'abord, je remercie le bon **DIEU**, le tout puissant de m'avoir donné la volonté, le courage, la santé et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Ce travail de recherche a été réalisé au Laboratoire de Substances Naturelles et bioactives ***LASNABIO*** de la faculté des sciences de l'université Abou Baker Belkaïd - Tlemcen, sous la direction de **M^{me} HAMZAOUI Née MELIANI. N.** Docteur à l'université de Tlemcen. A qui je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour son encadrement, sa grande gentillesse, sa compréhension, ses conseils bienveillants, son entière disponibilité et ses orientations qu'elle n'a cessé de m'apporter tout au long de ce travail.*

*Je tiens particulièrement à remercier **M^r TABTI. B.** Professeur à l'université de Tlemcen pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de jury.*
*Je remercie également **M^r BENSaid. O.** Professeur à l'université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

*Mes sincères remerciements sont adressés à **M^r le professeur DIB Mohammed El-AMINE,** pour ses conseils, soutien et sa disponibilité tout au long de mon cursus.*

*Mes vifs remerciements vont également à **M^{me} AYACHI-BENDIABDALLAH. A,** Docteur à l'université de Tlemcen, pour son aide et ses précieux conseils.*

*Ma gratitude va également à **M^r le professeur Hassani F.** du laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels à l'université de Tlemcen, pour m'avoir aidé à identifier les espèces végétales étudiées.*

*Un grand merci aux personnels du Laboratoire ***LASNABIO*** de l'université de Tlemcen.*

Enfin, je remercie très chaleureusement ceux et celle qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, je les remercie du fond de cœur.

Dédicace

A ceux qui m'ont donné la vie, à mes très chers parents, merci pour leurs sacrifices, leur patience et leurs encouragements indéfectible tout au long de mes études. Que dieu leur accorde bonheur, santé et longue vie.

A ma chère sœur Lina qui a toujours été à mes côtés pour m'aider et me soutenir, à laquelle je souhaite tout le bonheur du monde.

A mes chers frères Karim et Mohammed, qui ont su m'apporter la joie et la détente durant les périodes de stress ainsi que pour leurs encouragements et leur soutien constant.

A toute ma famille

A tous mes ami(e)s

A tous ceux qui me sont chère

Chadia

Table des matières

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale.....1

Première partie : étude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales et les métabolites secondaires.

I.1.	Définition des plantes médicinales	3
I.2.	Principales substances actives végétales.....	3
I.2.1.	Les huiles essentielles	3
I.2.2.	Les alcaloïdes.....	4
I.2.3.	Les saponines	5
I.2.4.	Les composés phénoliques.....	5

Chapitre II : Activité anti-oxydante.

II.1.	Les radicaux libres et le stress oxydatif	13
II.2.	Les antioxydants	13

Chapitre III : Présentations des plantes étudiées.

III.1.	Présentation de l'espèce <i>Rhamnus alaternus</i> L	16
III.1.1.	Description de la famille des Rhamnacées	16
III.1.2.	Description botanique	16
III.1.3.	Distribution géographique	17
III.1.4.	Nomenclature	17
III.1.5.	Classification botanique.....	18
III.1.6.	L'utilisation thérapeutique	18
III.1.7.	Travaux scientifiques antérieurs	18
III.2.	Présentation de l'espèce <i>Chenopodium album</i> L	20
III.2.1.	Description de la famille des Amaranthacées	20
III.2.2.	Description botanique	20
III.2.3.	Distribution géographique	20
III.2.4.	Nomenclature	21
III.2.5.	Classification botanique.....	21

III.2.6. L'utilisation thérapeutique	21
III.2.7. Travaux scientifiques antérieurs	22

Deuxième partie : étude expérimentale

I. Matériel et méthodes.....	23
I.1. Choix des plantes	23
I.2. Matériel végétal	23
I.3. Identification botanique	23
I.4. Préparations des échantillons	24
I.5. Méthodes d'analyses	24
I.5.1. Préparation des extraits bruts	24
I.5.2. Calcul des rendements en extraits bruts secs	24
I.5.3. Screening phytochimique.....	25
I.5.4. Préparation des huiles essentielles	27
I.5.5. Calcul du rendement en huiles essentielles:.....	28
I.6. Evaluation de l'activité antioxydante.....	28
I.6.1. Piégeage du radical libre DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)	28
II. Résultats et discussions.....	32
II.1. Rendement des extractions	32
II.1.1. Rendement des extraits bruts secs	32
II.1.2. Rendement en huiles essentielles	33
II.2. Criblage phytochimique	34
II.3. Evaluation de l'activité anti-radicalaire et antioxydante	36
II.3.1. Activité anti-radicalaire au DPPH• :.....	36
Conclusion générale.....	43

Références bibliographiques.

Résumé.

Liste des abréviations

A_{AR} : Activité anti-radicalaire.
ABTS^{•+} : 2, 2'-azynobis-[3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid].
BHA : Le butylhydroxyanisole.
BHT : Le butylhydroxytoluène.
°C : Degré Celsius.
CAT : La catalase.
C. album : *Chenopodium album* L.
cm : centimètre.
Da : Dalton.
DO : Densité optique.
DPPH[•] : 2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl.
EA : Extrait aqueux.
EE : Extrait éthanolique.
ERO : Les espèces réactives oxygénées.
Fe²⁺ : Ions ferreux.
FeCl₃ : Le chlorure ferrique.
FRAP : Ferric Reducing-Antioxidant Power.
GPx : La glutathion peroxydase.
GR : La glutathion reductase.
GSH : Glutathion réduit.
GSSG : Glutathion-disulfure.
h : Heure.
HCl : Le chlorure d'hydrogène.
HE : Huile essentielle.
HgCl₂ : Chlorure mercurique.
H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.
I % : Pourcentage d'inhibition.
IC₅₀ : Concentration d'inhibition de 50% des radicaux libres.
KI : L'iodure de potassium.
l : Litre.
LASNABIO : Laboratoire de Substances Naturelles et Bioactives.
m : mètre.
mg EAG /g : milligramme d'équivalent acide gallique par gramme.
mg : milligramme.
ml : millilitre.
mn : minute.
nm : Nanomètre.
NaCl : Chlorure de sodium.
NH₄OH : Hydroxyde d'ammonium.
NO[•] : Monoxyde d'azote.

O₂ : Oxygène moléculaire.

O₂^{•-} : Le radical superoxyde.

OH[•] : Le radical hydroxyle.

ORAC : Capacité d'absorbance du radical de l'oxygène.

PG : Gallate propylée.

R^{mt} : Rendement.

R. alaternus : *Rhamnus alaternus* L.

RO[•] : Le radical alkoxyde.

ROO[•] : Le radical peroxyde.

SOD : Superoxyde dimutase.

TRAP : Paramètre de piégeage du radical total.

UV : Ultraviolet.

v/v : volume à volume.

µg : microgramme.

Liste des figures

- Figure 01.** Structure de base des saponines.
- Figure 02.** Structures chimiques de quelques acides hydroxybenzoïques.
- Figure 03.** Structures chimiques de quelques acides hydroxycinnamiques.
- Figure 04.** Structures chimiques de quelques coumarines.
- Figure 05.** Structure de base des flavonoïdes.
- Figure 06.** Structures chimiques des principales classes des flavonoïdes.
- Figure 07.** Exemple des tanins hydrolysables.
- Figure 08.** Exemple des tanins condensés.
- Figure 09.** Les principales réactions de la défense enzymatique contre les espèces réactives de l'oxygène.
- Figure 10.** *Rhamnus alaternus* L partie aérienne.
- Figure 11.** *Chenopodium album*. L partie aérienne.
- Figure 12.** Montage d'hydrodistillation (Clevenger).
- Figure 13.** Réaction entre le radical libre DPPH[•] et l'antioxydant.
- Figure 14.** Spectrophotomètre UV- visible.
- Figure 15.** Réduction du radical DPPH[•] du violet au jaune.
- Figure 16.** Histogramme représentant les rendements en pourcentage (%) des extraits de *R. alaternus* et *C. album*.
- Figure 17.** Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'acide ascorbique.
- Figure 18.** Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH[•] en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut aqueux de la partie aérienne de *Rhamnus alaternus*.
- Figure 19.** Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH[•] en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut éthanolique de la partie aérienne de *Rhamnus alaternus*.
- Figure 20.** Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH[•] en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut aqueux de la partie aérienne de *Chenopodium album*.
- Figure 21.** Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH[•] en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut éthanolique de la partie aérienne de *Chenopodium album*.

Liste des tableaux

Tableau 01. Quelques structures d'alcaloïdes et leurs usages thérapeutiques.

Tableau 02. Les principales classes des composés phénoliques.

Tableau 03. Les activités biologiques de quelques composés phénoliques.

Tableau 04. Les noms vernaculaires de *Rhamnus alaternus* L.

Tableau 05. Classification botanique de *Rhamnus alaternus* L.

Tableau 06. Les noms vernaculaires de *Chenopodium album* L.

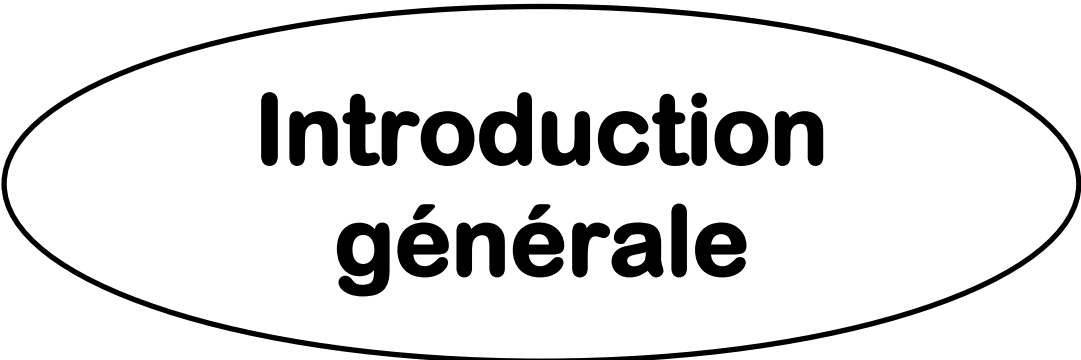
Tableau 07. Classification botanique de *Chenopodium album* L.

Tableau 08. Les caractéristiques géographiques des stations d'études.

Tableau 09. Masses et rendements en extraits bruts secs des plantes étudiées.

Tableau 10. Résultats des réactions de caractérisation des principaux métabolites secondaires contenus dans les extraits aqueux et éthanoliques de *Rhamnus alaternus* et *Chenopodium album*.

Tableau 11. Valeurs des IC₅₀ et de l'activité antiradicalaire des extraits de *R.alaternus*, *C. album* et de l'acide ascorbique.



Introduction générale

Introduction générale

Depuis la préhistoire, l'homme a utilisé les plantes existantes dans son environnement afin de subvenir à ses besoins tel que, nourritures, vêtements et même pour guérir les diverses maladies mortelles, mais ignorant à quoi étaient dues leurs actions bénéfiques. A l'heure actuelle, le développement de la recherche scientifique a bouleversé notre quotidien, le règne végétal devient un réservoir d'une gamme très vaste de composé potentiels et de molécules bioactives attribués aux métabolites secondaires qui présentent un grand intérêt dans multiples secteurs d'activité mis à profit dans l'industrie des produits cosmétiques, des produits pharmaceutiques, et même des produits alimentaires.

Il est connu que les radicaux libres présentent un rôle important pour l'organisme puisqu'elles interviennent dans de nombreuses réponses cellulaires. Néanmoins, à des concentrations élevées ces espèces radicalaires peuvent être entraînées dans le développement de nombreuses pathologies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, la dégénérescence du système immunitaire, pulmonaire et provoquent même certains types de cancer **Qusti et al., (2010)**. Pour lutter contre l'excès de ces radicaux libres notre organisme nécessite des systèmes de défenses antioxydants.

Aujourd'hui, l'utilisation des antioxydants synthétiques dans la conservation des aliments ainsi que la médication humaine a augmenté des effets néfastes sur notre santé. C'est pour cette raison, que ces dernières années la recherche scientifique a contribué au développement de nouveaux agents thérapeutique à base naturelle **Bruneton, (1999)**. En appuyant sur cette vision, les plantes médicinales généralement et les huiles essentielles ainsi que les extraits particulièrement suscitent beaucoup d'intérêt comme source de substances naturels bioactives pouvant être remplacés certains produits synthétiques.

Notre flore, est l'une des plus riches du bassin méditerranéen en plantes de divers composants et vertus thérapeutiques. La présente étude portant essentiellement à l'évaluation et la comparaison de l'activité antioxydante des deux plantes collectées à Tlemcen : *Chenopodium album* L et *Rhamnus alaternus* L. Le choix de ces deux plantes est basé sur une recherche bibliographique qui nous a amené à déduire que les huiles essentielles et les polyphénols extraits de ces dernières sont très peu étudiés, les travaux antérieurs réalisés portent uniquement sur les extraits de ces deux plantes choisis.

Notre étude sera donc subdivisée en deux parties :

- La première partie de ce travail est consacrée à l'étude bibliographique, comprend un aperçu sur les huiles essentielles et les polyphénols, ensuite un rappel sur l'activité

antioxydante et on termine cette partie par une description botanique des deux plantes qui font l'objet de notre étude.

- La deuxième partie est l'étude expérimentale, elle est axée sur l'extraction des huiles essentielles des deux plantes en utilisant un montage d'hydrodistillation type Clevenger, ainsi que la préparation des extraits à l'aide d'un reflux dans deux solvants différents à savoir l'eau et l'éthanol, ensuite un screening phytochimique des extraits des plantes afin de détecter la présence des différentes familles de composés. En outre, il était prévu de réaliser le dégraissage du matériel végétal, suivi par l'extraction des polyphénols et la mise en évidence *in vitro* de l'activité antioxydante des extraits et des huiles essentielles par trois méthodes : la mesure du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH[•], le pouvoir réducteur FRAP et la méthode de décoloration du Béta-carotène. Mais vu les circonstances sanitaires actuelles du Coronavirus, nous avons pu faire que l'évaluation de l'activité anti-oxydante des extraits bruts des deux plantes étudiées par la méthode DPPH[•] et nous terminerons ce travail par une conclusion et quelques perspectives.

Première partie

Étude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales et les métabolites secondaires.

I.1. Définition des plantes médicinales :

Une plante médicinale appelée encore « drogue végétale », est connue depuis la nuit des temps pour ses propriétés médicamenteuses, c'est une plante dont au moins une de ses parties (feuilles, tiges, fleurs, racine...) contient un ou plusieurs principes actifs **Dutertre, J. M-J. (2011)**. Qui leur permet de soulager, prévenir ou guérir certains problèmes de santé. Elle peut s'utiliser de différentes manières (infusion, macération, décoction...) **Beloued, A. (2001)**.

La phytothérapie provient de 2 mots grecs : phyton et therapeia qui dites « soigner avec les plantes » **Cavalier et al. (2014)**. C'est une méthode très ancienne, qui consiste à la consommation ou l'utilisation en voie externe, des extraits ou de produits issus des plantes médicinales.

Actuellement l'utilisation des plantes médicinales et des produits naturels présente une place très importante en médecine, pharmacie, industrie agroalimentaire, cosmétologie et en parfumerie **Touaibia et al. (2014)**.

I.2. Principales substances actives végétales :

Le règne végétal en particulier les plantes médicinales constituent un réservoir immense des composés organiques, Ces derniers sont classés traditionnellement en deux fractions les métabolites primaires et secondaires, qui présentent une variété extraordinaire de rôle, de structure et d'activités biologiques **Madi, A. (2010)**. Nous citerons ci-dessous quelques principales sources de molécules biologiquement actives.

I.2.1. Les huiles essentielles :

L'huile essentielle, autrement appelée « essence » est un mélange de substances aromatiques, volatiles, et complexes, possèdent des caractéristiques liposolubles et hydrophobes. Elle est présente dans divers organes de certaines plantes tel que : les racines, les fruits, les fleurs, les rhizomes et les feuilles. L'huile essentielle est obtenue à partir de matière végétale soit par distillation, soit par entraînement à la vapeur d'eau, ou par d'autres procédés mécaniques **Adlercreutz, H. (2003)**.

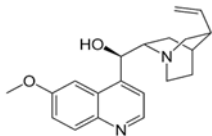
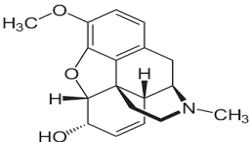
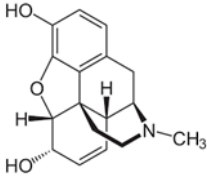
La composition chimique des huiles essentielle peut être classée en deux familles structurales : les terpénoides, formés par la combinaison de deux (monoterpène), de trois (sesquiterpène) et de quatre (diterpène) d'isoprène unités, et de phénylpropanoïdes **Dosoky, N. (2018)**. Ces derniers contiennent des composés actifs qui recèlent des nombreuses propriétés thérapeutiques : Action antibactérienne, antifongique, antioxydante, antivirale, antiparasitaire et anti-inflammatoire, etc. **Pharmaciens, O. (1965)**.

I.2.2. Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des composés organiques, azotés, hétérocycliques et basiques, ayant une grande diversité structurale et qu'ils forment une des plus grandes familles de métabolites secondaires. Ils sont issus du métabolisme des acides aminés comme la tyrosine et le tryptophane **Zenk et Juenger, (2007)**.

Les alcaloïdes jouent un rôle important pour la plante dans la défense contre les prédateurs et les pathogènes, cependant beaucoup entre eux ont également un intérêt dans le domaine pharmaceutique. Le tableau ci-dessous présente quelques structures d'alcaloïdes et leurs usages thérapeutiques **McCalley (2002), Silvestrini et al. (2002), Stöckigt et al. (2002)**.

Tableau 01. Quelques structures d'alcaloïdes et leurs usages thérapeutiques.

Alcaloïde et structure	Activité biologique
 Quinine	Antipaludiques
 Codéine	Antitussifs
 Morphine	Antalgiques

I.2.3. Les saponines :

Les saponines ou saponosides sont des métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des substances constituées d'un noyau glucidique lié à un aglycone, ils sont présents principalement dans les plantes supérieures, ainsi que les animaux marins inférieurs et même chez quelques bactéries **Francis et al., (2002) ; Das et al., (2012)**. On distingue deux types de saponines : les saponines triterpéniques et les saponines stéroïdiques, qui sont caractérisés par leurs propriétés tensio-actives.

Les saponines sont utilisées traditionnellement pour leurs propriétés molluscicides, antimicrobiennes, insecticides, hémolytiques **Vincken et al., (2007)**, anti-inflammatoire **Das et al., (2012)**, antitumoral et cytotoxique **Chwalek et al., (2006)**.

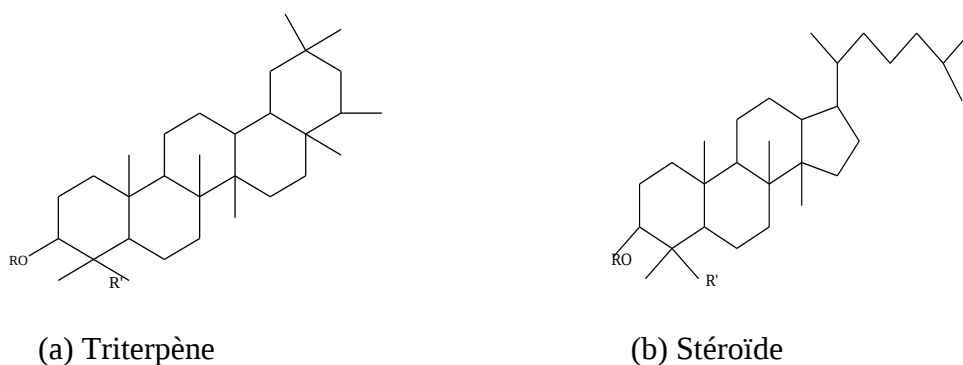


Figure 01. Structure de base des saponines.

I.2.4. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques ou les polyphénols constituent un très vaste ensemble de molécules spécifiques issues par deux voies métaboliques principales : la voie de l'acide shikimique et la voie de l'acétate/malonate.

Ces composés sont largement répandus dans le règne végétal, on les trouve dans toutes les parties des végétaux supérieurs depuis les racines jusqu'aux fruits **Boizot et al., (2006)**, mais avec une répartition quantitative. Ils sont caractérisés par au moins un cycle benzénique, lui-même portant au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé dans une autre fonction tels que : ester, hétéroside, éther ... **Bruneton, (1998)**. Actuellement, plus de 8000 structures phénoliques ont été identifiées, et qui varie d'un seul cycle benzénique, jusqu'aux tanins condensés et complexes **Urquiaga et al., (2000)**.

I.2.4.1. Classification des composés phénoliques :

Les composés phénoliques peuvent être classifiés en fonction du nombre d'atomes de carbone et de l'arrangement dans le squelette de base. Le tableau suivant illustre les principales classes de ces composés **Macheix et al.,(2005)**.

Tableau 02. Les principales classes des composés phénoliques.

Squelette carboné	Classification	Exemple
C6	Phénols simples	Catéchol
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques	p-Hydroxybenzoïques
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acide caféique, acide férulique
C6-C3	Coumarines	Scopolétine, esculétine
C6-C1-C6	Xanthones	Mangiferin
C6-C2-C6	Stilbènes	Résveratol
C6-C3-C6	Flavonoïdes	Kamphérol
(C6-C3) ₂	Lignanes	Pinorésinol
(C6-C3) _n	Lignines	
(C15) _n	Tanins	Tanin gallique Proanthocyanidine

a- Les acides phénoliques et leurs dérivés :

Les acides phénoliques sont présents dans certaines plantes médicinales et agricoles **Psotová et al., (2003)**. Ils sont considérés comme les plus simples des composés phénoliques, et qu'ils peuvent être principalement subdivisés en deux groupes qui sont les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques.

- **Les acides hydroxybenzoïques** ce sont des dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque, caractérisés par un squelette de type C6-C1, dont les principaux sont les acides vanillique, p-hydroxybenzoïque, syringique, protocatéchique, et gallique **Chanforan, (2010)**.

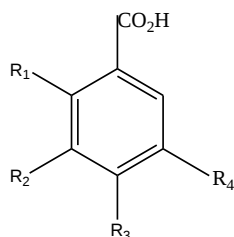


Figure 02. Structures chimiques de quelques acides hydroxybenzoïques.

Acides hydroxybenzoïques	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
Acide vanillique	H	OCH ₃	OH	H
Acide p-hydroxybenzoïque	H	H	OH	H
Acide salicylique	OH	H	H	H
Acide gallique	H	OH	OH	OH

- **Les acides hydroxycinnamiques** font partie des composés phénolique les plus répandus, dérivant de l'acide cinnamique, dont leurs structures de base sont de type C6-C3. Les composés les plus connus sont l'acide cinnamique, l'acide p-coumarique, l'acide caféique et l'acide férulique. **Macheix et al., (2005).**

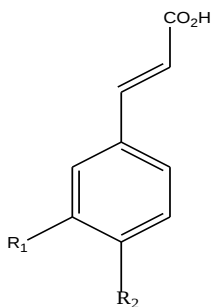


Figure 03. Structures chimiques de quelques acides hydroxycinnamiques.

Acides hydroxycinnamiques	R ₁	R ₂
Acide cinnamique	H	H
Acide p-coumarique	H	OH
Acide caféique	OH	OH
Acide férulique	OCH ₃	OH

b- Les coumarines :

Les coumarines représentent une classe très importante de produit naturels. Ce sont des hétérocycles oxygénés, odorants, ayant le benzo-2-pyrone comme structure de base **Lacy et al., (2004)**, et qui se présentent principalement dans toutes les parties de la plante sous forme glycosylée **Hofmann, (2003)**. Parmi les coumarines les plus répandus : l'umbelliférol, l'aescultol et la Scopolétole (**Figure 4**).

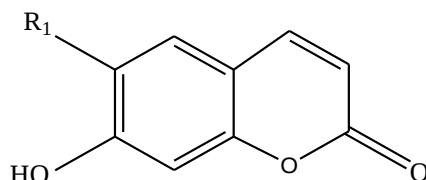


Figure 04. Structures chimiques de quelques coumarines (**Macheix et al., 2005**).

Coumarine	R ₁
Umbelliférol	H
Aescultol	OH
Scopolétole	OCH ₃

c- Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes constituent plus de 6000 composés naturels, ils représentent la classe la plus vaste des composés phénoliques. Ce sont des pigments responsables de la variété de couleur chez les différents organes végétaux **Ghedira, (2005)**, ayant comme structure de base (C6-C3-C6), ils comportent quinze atomes de carbone, avec deux noyaux benzéniques A et B (**Figure 5**) reliés par une chaîne de trois atomes de carbone et un hétérocycle oxygéné C **Tapas et al., (2008)**.

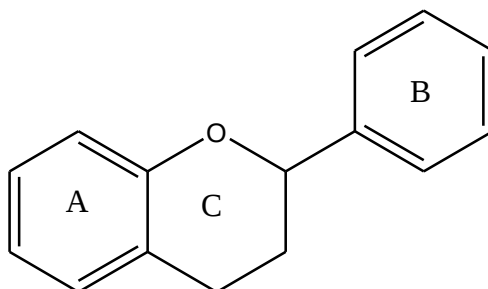


Figure 05. Structure de base des flavonoïdes.

Les flavonoïdes ce sont des substances très répandus dans le règne végétal, ils se rencontrent soit à l'état libre soit liés à des sucres. On les trouve dans toutes les plantes vasculaires, où ils peuvent être stockés dans plusieurs organes : fleurs, feuilles, tiges, fruits, racines **Middleton et al., (1986)**, et même dans le miel **Grange et al., (1990)**. Selon leur squelette de base, les flavonoïdes peuvent être subdivisés en six classes, dont on caractérise principalement : les flavonols, les flavones, flavane-3-ols, flavanones, anthocyanidines et les isoflavones (**Figure 6**).

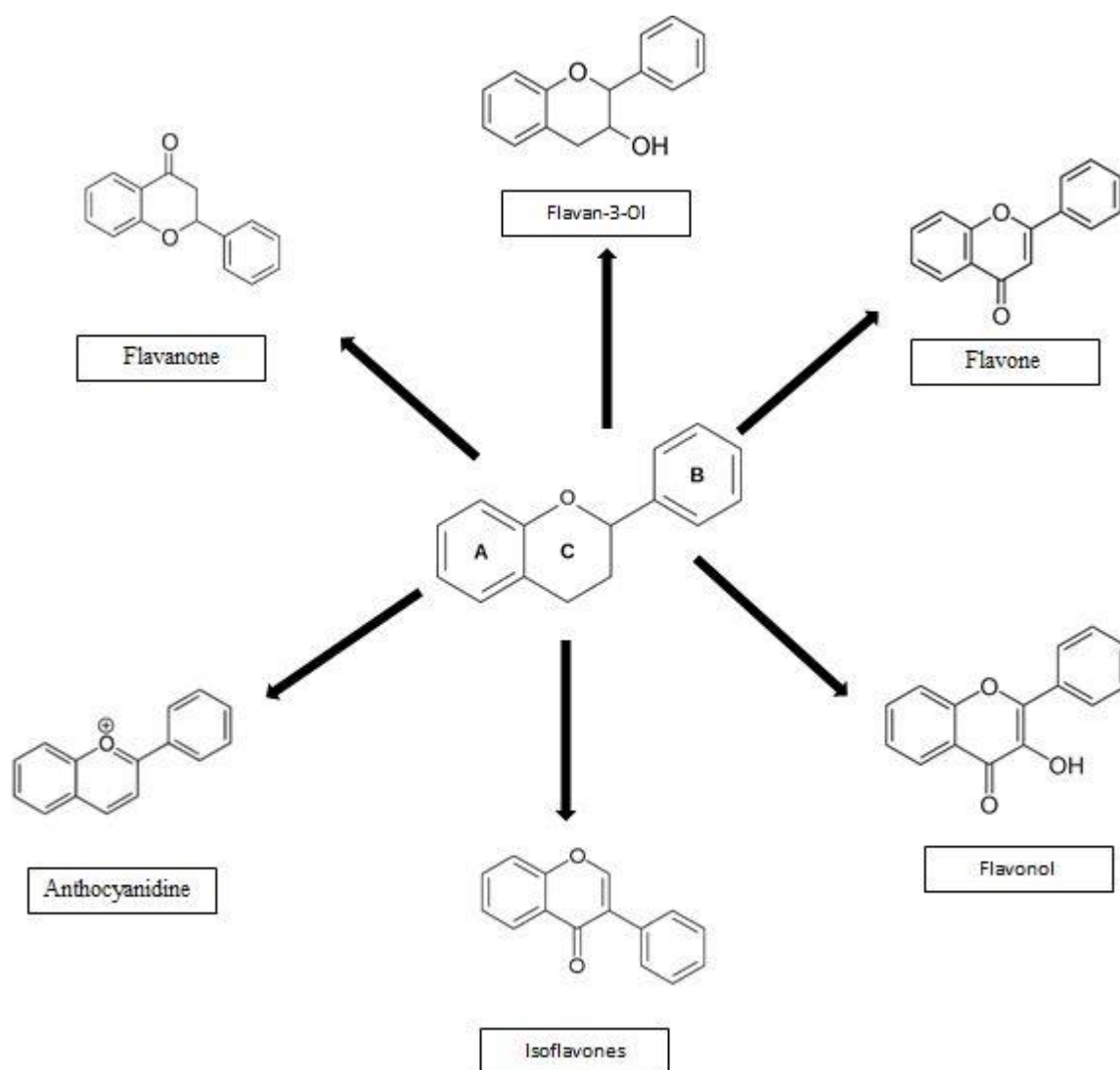


Figure 06. Structures chimiques des principales classes des flavonoïdes.

d- Les tanins :

Les tanins (ou tannins) sont des composés polyphénoliques de structure variée, largement utilisés pour tanner la peau, ayant la capacité commune de se combiner et de précipiter les protéines d'où apparait la propriété tannante de ces composés (**Scharenberg et al., 2007**). Leur poids moléculaire varie entre 500 et 3000 Da. Ils sont solubles dans l'acétone, l'eau et l'alcool mais insolubles dans l'éther (**Deysson, 1981**).

Les tanins sont largement répandus dans les organismes végétaux et plus particulièrement dans les graines de céréales, les fruits, l'écorce, les feuilles et diverses boissons. Dans l'alimentation humaine, les tannins sont très répandus dans le thé et les dattes (**Pénicaud, 2009**). Structuellement, on distingue deux types de tanins : les tanins hydrolysables et les tanins condensés.

- Tanins hydrolysables (Figure 7) sont des polyesters de glucides et d'acides phénoliques, ils sont facilement scindés par les enzymes de tannases en oses et en acide phénolique, selon la nature de celui-ci on caractérise : les tanins ellagiques, les tanins galliques (**Paris et Hurabielle., 1981**).

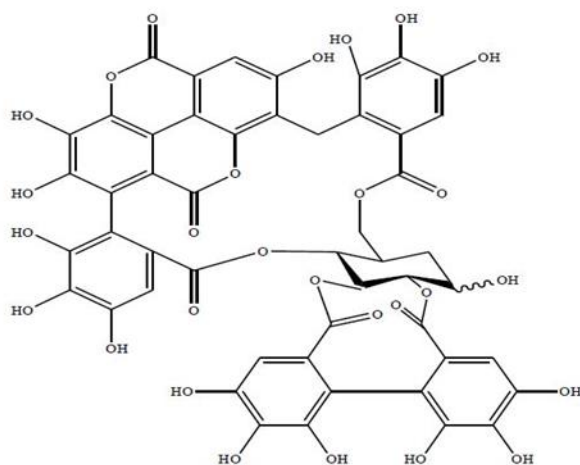


Figure 07. Exemple des tanins hydrolysables.

Les tanins condensés (Figure 8) sont des polymères flavanolique constitués d'unités flavan-3-ols, le plus souvent épicatechine et catéchine (**Khanbabaea et Ree., 2001**). Les tanins condensés sont des molécules hydrolysables, leur structure voisine de celle des flavonoïdes est caractérisée par l'absence de sucre (**Paris et Hurabielle, 1981**).

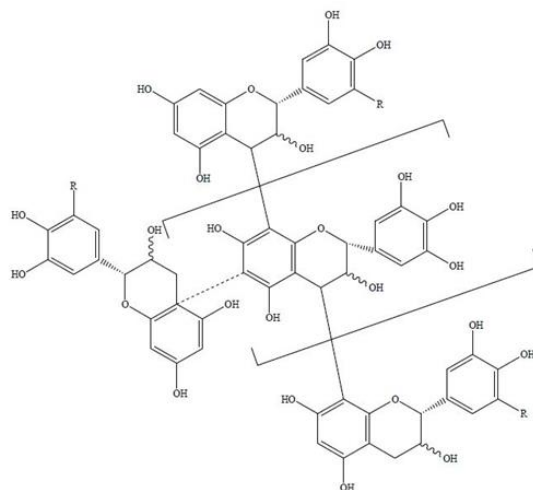


Figure 08. Exemple des tanins condensés.

I.2.4.2. Activités biologiques des polyphénols :

Les polyphénols sont reconnus par leurs activités biologiques nombreuses qui sont en relation direct avec la santé humaine. Le tableau ci-dessous représente les activités biologiques de quelques composés phénoliques.

Tableau 03. Les activités biologiques de quelques composés phénoliques.

Composés phénoliques	Activité biologique
Acides phénoliques	- Anti-inflammatoires, antiradicalaires, antiseptiques urinaire, immunostimulants Bruneton, (1999).
Flavonoïdes	- Fortes propriétés anti-oxydantes Halliwell,(1994). - Anticancérigènes Tripoli et al.,(2007). - Anti-ulcéreuses Gurbuz et al., (2009). - Anti-inflammatoires Rao et al., (2009). - Analgésiques Sutradhar et al., (2008). - Vasodilatateurs Padilla et al., (2005).
Tanins	- Tonifient la peau dans le cas des rides - Favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation veineuse. - Action astringente. - Propriétés anti oxydantes et anti-inflammatoires Chevallier, (2001).
Coumarines	- Anticancérigènes Hirata et al., (2009). - Anti-inflammatoires Melagraki et al., (2009). - Analgésiques Kalkhambkar et al., (2007).

Chapitre II : Activité antioxydante

II.1. Les radicaux libres et le stress oxydatif :

L'oxygène est un élément clé de la vie, car il est responsable de la production de l'énergie nécessaire pour les organismes multicellulaires par l'oxydation de la matière organique. Mais une partie de cet oxygène se transforme en métabolites toxiques dites « radicaux libres de l'oxygène » ou « espèces réactives oxygénées » **Lesgards, (2000)**, ces derniers peuvent causer des dégâts oxydatifs cellulaires, endommagement des tissus et même la mort des cellules qui associés au plusieurs maladies graves telle que la dégénérescence du système immunitaire, le cancer aussi les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson, Huntington) **Guinebert et al., (2005)**. Mais également responsable des phénomènes de vieillissement et l'altération de l'ADN **Favier, (2003)**.

Un radical libre est une substance chimique, atome ou molécule portant un électron non apparié sur sa couche périphérique, ce qui leur confère une grande instabilité et une forte réactivité sur les molécules biologiques. Les radicaux libres ont toujours tendance à accepter un électron pour remplir son orbitale externe et devenir plus stable. En effet la production physiologique de ces espèces est immobilisée par des systèmes de défense. Cependant dans certains cas, la balance entre le système de défenses antioxydant d'un organisme et les entités pro-oxydants se déséquilibrent, soit par une diminution de la capacité antioxydante, soit par la production immense de radicaux dérivés de l'oxygène, l'excès de ces radicaux communément appelé « Stress oxydatif » **Gutteridge, (1993)**.

Parmi toutes les espèces réactives oxygénées (ERO) susceptibles de se produire dans les cellules, on distingue: **les radicaux libres primaires** qui jouent un rôle particulier en physiologie telle que le radical hydroxyle ($\text{OH}^\bullet$), l'anion superoxyde ($\text{O}_2^{\bullet-}$), le monoxyde d'azote ($\text{NO}^\bullet$), le radical alkoxy ($\text{RO}^\bullet$) et le radical peroxy ($\text{ROO}^\bullet$). les autres radicaux appelés **radicaux libres secondaires** ce sont des radicaux qui ne sont pas formés spontanément, sont issus de la réaction d'un radical libre primaire avec les composés biochimiques cellulaires (protéines, glucides, lipides...) **Favier, (2003)**.

II.2. Les antioxydants :

Plusieurs espèces oxydantes sont produites et bien qu'elles soient souvent indispensables à l'organisme, elles ne sont pas moins responsables de dégâts importants. Pour

faire face à ces produits oxydants délétères, le corps humain possède tout un arsenal de défenses que l'on qualifie d'antioxydants **Halliwell et Gutteridge, (1999)**.

Un antioxydant est défini comme une substance ou enzyme capable en petite quantité d'inhiber ou ralentir l'oxydation d'un substrat, et réduit la concentration des radicaux libres dans le corps **Halliwell et Gutteridge, (1999)**. Les antioxydants sont des composés puissants de défense contre les dommages causés par les espèces réactives dérivées de l'oxygène (ERO), en outre nous aident à garder une vie saine et active **Pincemail et Defraigne, (2004)**. Quelques antioxydants sont produits par le corps humain tels les enzymes, d'autres proviennent de notre alimentation comme les minéraux, les composés phénoliques et les vitamines **Pincemail et Defraigne, (2004)**.

Selon la nature chimique des antioxydants on distingue deux catégories : les antioxydants synthétiques et naturels.

- **Les antioxydants synthétiques :**

Les antioxydants synthétiques sont largement utilisés en industrie alimentaire, car ils sont moins chers, et très efficaces par rapport aux antioxydants naturels, ainsi qu'ils sont introduits dans toutes les formulations contenant des corps gras insaturés, parmi les principaux citons : le butylhydroxytoluène (BHT), le tétrabutylhydroquinone (TBHQ), le butylhydroxyanisole (BHA) et gallate propylée (PG). Cependant, des études toxicologiques ont jugé certains antioxydants synthétiques comme sources de danger **Evans et al, (1992)**, en cas d'excès de consommation, dont certains entre eux peuvent être un potentiel cancérigène ainsi que provoque des problèmes du foie et des organes extra-hépatiques **Yu et al, (2000)**.

- **Les antioxydants naturels :**

L'organisme possède des systèmes de défense très efficaces, qu'ils peuvent être classifiés en deux types :

- Les antioxydants enzymatiques : Ce sont des antioxydants endogènes synthétisés par l'organisme. Il s'agit principalement du glutathion peroxydase (GPx), superoxyde dismutase (SOD), la glutathion reductase (GR) et la catalase (CAT). Ils sont considérés comme la première ligne de défense de notre organisme contre les radicaux libres **Pincemail et al., (2000)**. Ces enzymes ont une action complémentaire sur la cascade radicalaire au niveau du ($O_2^{\bullet-}$) et du (H_2O_2), conduisant finalement à la formation de l'oxygène moléculaire et de l'eau selon les réactions suivantes : **Lehucher-Michelet al., (2001)**.

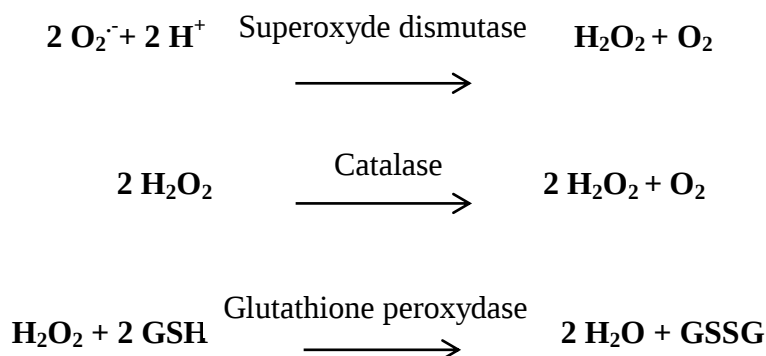


Figure 09. Les principales réactions de la défense enzymatique contre les espèces réactives de l'oxygène.

-Les antioxydants non enzymatiques ce sont des composants naturels, apportés par l'alimentation et qu'ils montrent toute l'importance d'une alimentation équilibrée, riche en fruits et légumes, pour l'efficacité nutritionnel afin de préserver un équilibre cellulaire adéquat entre oxydants et antioxydants. Dans cette classe d'antioxydant on caractérise principalement (Vitamine E, Vitamine C, Acides phénoliques, flavonoïdes, tanins et β -carotène) **Koechlin-Ramonatxo, (2006)**.

Il existe plusieurs méthodes qui sont employées pour évaluer l'activité antioxydante, citons ci-dessous les plus répandues :

- La méthode ABTS (2,2'- azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonate)) ou TEAC (Capacité antioxydante équivalente de TROLOX) **Miller et al., (1993)**.
- La méthode ORAC (Capacité d'absorbance du radical de l'oxygène) **Cao et al., (1993)**.
- La méthode FRAP (Capacités réductrices ferriques d'antioxydants) **Benzie et Strain., (1996)**.
- La méthode du radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) **Brand-Williams et al., (1995)**.
- La méthode de TRAP (Paramètre de piégeage du radical total) **Wayner et al., (1985)**.
- La méthode de décoloration du bêta-carotène (β -carotene bleaching method).

Chapitre III : Présentations des plantes étudiées

III.1. Présentation de l'espèce *Rhamnus alaternus* L :

III.1.1. Description de la famille des Rhamnacées :

Les Rhamnacées sont une famille très ancienne de plantes dicotylédones, qui comprennent environ 950 espèces, réparties en 45 genres, dont on caractérise principalement : *Rhamnus* (150 espèces), *Phytolacca* (150 espèces), *Zizyphus* (100 espèces), *Gouania* (60 espèces), *Pomaderris* (55 espèces) **Spichiger, R. (2004)**.

Cette famille renferme des arbres, des arbustes, ou des plantes herbacées, souvent épineux, ou des lianes à vrilles, volubiles, ou étayée par les branches axillaires, parfois à nodules symbiotiques abritant des bactéries fixatrices d'azotes, c'est une famille quasi cosmopolite. Elle est répandue un peu partout dans le monde, particulièrement dans les régions tempérées (tropicales et subtropicales) **Judd et al. (2002)**.

III.1.2. Description botanique :

C'est un arbuste qui appartient à la famille des Rhamnacées, qui peut atteindre 5 mètres de haut, ayant des feuilles coriaces, persistantes, alternes, épaisses, ovales et légèrement dentées. Les fleurs sont jaunâtres, de petite taille, dioïques, mono-sexuées, qui apparaissent à partir de mois de mars. Ses fruits sont des baies que l'on qualifie de drupes, sa surface est d'abord rouge, puis devient noir à maturité. Les tiges sont dressées et rameuses, sa croissance est très lente, cependant sa longévité est considérable **Bas et al. (2009)**.



Figure 10. *Rhamnus alaternus* L (partie aérienne) – photo originale-.

- La floraison de *R. alaternus* s'effectue en Mars-Avril **Beloued, A. (2001)**. Ses fruits charnus mûrissent à la fin du printemps et le début de l'été **Gulias et al. (2004)**.
- La Récolte est favorisée en septembre et octobre **Bardin, J-M. (2004)**.

III.1.3. Distribution géographique :

Rhamnus alaternus L à une large répartition méditerranéenne, On la trouve sur le littoral de l'Europe méridionale et dans les pays d'Afrique du Nord **Gulias et al. (2004)**. Elle se trouve encore dans la France, l'Isère, l'Ardèche, et en Bretagne. En Algérie elle est très commune, elle pousse surtout dans les forêts et les rocailles **Ait youssef M. (2006)**.

III.1.4. Nomenclature :

Les noms vernaculaires du nerprun sont mentionnés dans le (Tableau 4).

Tableau 04. Les noms vernaculaires de *Rhamnus alaternus* L.

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

III.1.5. Classification botanique :

Le tableau ci-dessous montre la classification botanique complète de *Rhamnus alaternus*.

Tableau 05. Classification botanique de *Rhamnus alaternus* L. **Yi-ling et Pan-kai, (1982).**

Taxon	Nom
Règne	Plantae-Végétal
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Rhamnales
Famille	Rhamnaceae
Genre	Rhamnus
Espèce	<i>Rhamnus alaternus</i>

III.1.6. L'utilisation thérapeutique :

R. Alaternus L est une plante médicinale, elle a été employée traditionnellement contre les désordres diurétiques, digestifs, hypotensifs, ainsi pour le traitement des troubles hépatiques et dermatologiques **Bhourri et al., (2012)**, et même pour soigner quelques maladies graves d'hémoglobines, des brûlures, d'odontalgie et pour le soin oculaire **Ben Ammar et al., (2008)**. De plus, les baies de cette plante possèdent une action purgative, utilisés en médecine vétérinaire **Gubb et al., (1913)**. Son bois est à fibre courte et cassante, il est très homogène, lourd et il peut servir dans le domaine de menuiserie, c'est un petit arbuste attirant, très demandé pour la décoration des jardins et des espaces verts. **Bergeret et al., (1909)**.

III.1.7. Travaux scientifiques antérieurs :

De nombreux travaux scientifiques ont été réalisés sur *Rhamnus alaternus*, afin de connaître les activités biologiques des diverses parties de cette plante, ainsi sa composition chimique.

Des études phytochimiques ont montré que les extraits organiques de *R. alaternus* possèdent des activités anti-inflammatoires. Ces activités sont corrélées avec la composition en polyphénols surtout en flavonoïdes et coumarines **Ben Ammar et al., (2005)**.

D'autres études ont prouvé que *Rhamnus alaternus* est caractérisé par une vaste gamme des substances phénoliques, particulièrement les tannins, anthraquinones comme

chysophanol, l'émodin, chysophanol, physcion et alaternin isolés à partir des parties aériennes de *Rhamnus alaternus* **Izhaki et al., (2002) ; Ben Ammar et al., (2007)**. De plus, d'autres travaux révèlent que l'extrait brut de *Rhamnus alaternus* L est un puissant antioxydant, antimutagène et antigénotoxique **Ben Ammar et al., (2008) ; Bhourri et al., (2011)**.

Par ailleurs, **Percival, (2004)** a démontré que l'extrait méthanolique de *Rhamnus alaternus* exerce une activité antimicrobienne contre une gamme très vaste des microorganismes, particulièrement les bactéries résistantes aux multiples antibiotiques.

En outre, des études in vitro ont démontré que les extraits organiques de *R. alaternus* inhibent significativement l'activité des carboxyl estérases, enzymes largement distribuées dans les tissus animaux, Cette propriété inhibitrice est attribuée aux flavonoïdes qui exercent une activité non compétitive **Stocker et al., (2004)**.

Une autre étude a été consacrée sur l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanoliques d'écorces de *Rhamnus alaternus*, les résultats des tests DPPH et FRAP des extraits aqueux sont respectivement (0.39 ± 0.050 mmol TE/g), (1.240 ± 0.052 mmol Fe^{2+} /g) et pour les extraits méthanoliques (0.61 ± 0.108 mmol TE/g), (1.72 ± 0.068 mmol Fe^{2+} /g). Ils ont constaté que l'extrait méthanolique a exercé une meilleure puissance d'élimination des radicaux par rapport à l'extrait aqueux, cette propriété due principalement à la quantité des flavonoïdes **Boussahel et al., (2015)**, en revanche, trois flavonoïdes aglycones ont été isolés à partir des feuilles de *R. alaternus* : l'apigénine, le kaempferol et la quercétine **Ammar et al., (2009)**.

III.2. Présentation de l'espèce *Chenopodium album* L :

III.2.1. Description de la famille des Amaranthacées :

Les Amaranthacées est une famille cosmopolite de plantes dicotylédones, elle regroupe plus de 100 genres, et 2400 espèces. Ce sont des plantes halophiles, souvent herbacées annuelles ou vivaces, caractérisées par des fleurs très petites, Elles sont hermaphrodites ou unisexuées monoïques et parfois même dioïques **Dupont et al., (2007)**. Cette famille a une répartition très vaste, elle se trouve dans le bassin méditerranéen, le Sahara, en Afrique du sud, en Europe et les deux Amériques.

III.2.2. Description botanique :

Chenopodium album L est une adventice annuelle, de 30 cm à 2 m de haut, à feuilles alternes, ovale ou en losange, dentée et farineuses à leur face inférieure. Sa tige dressée, anguleuse, simple ou ramifiée souvent marquée de rouge sur les côtés. La floraison a lieu de juin à octobre. Les fleurs sont petites, verdâtres, sans pétale, groupées en glomérules farineux blanchâtres. Elles sont suivies de petits fruits, des akènes, noirs et luisants **Amodeo et al., (2019) ; Nishimura et al., (2010)**.



Figure 11. *Chenopodium album* L (partie aérienne) – photo originale-.

III.2.3. Distribution géographique :

Elle est très commune en Europe du Nord, au Moyen-Orient, ainsi que dans tous les pays africains, sous les tropiques **Amodeo et al., (2019)**.

III.2.4. Nomenclature :

Les noms vernaculaires du *Chenopodium album* L sont mentionnés dans le (Tableau 6).

Tableau 06. Les noms vernaculaires de *Chenopodium album* L **Amodeo et al., (2019).**

Nom scientifique	<i>Chenopodium album</i> L
Noms français	Chénopode blanc, épinard sauvage ou Ansérine blanche.
Autres noms vernaculaires	Senousse, Drageline, Poule-grasse ou encore Chou gras, aussi Blé-blanc, Herbe aux vendangeursou encore Dame (en Champagne).

III.2.5. Classification botanique :

La classification des plantes de la famille des Amaranthacées est la suivante (Tableau 7).

Tableau 07. Classification botanique de *Chenopodium album* L **Amodeo et al., (2019).**

Taxon	Nom
Règne	Plantae
Division	Angiospermes
Clade	Dicotylédones vraies
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae
Genre	Chenopodium
Espèce	<i>Chenopodium album</i> L

III.2.6. L'utilisation thérapeutique :

Chenopodium album L. est un adventice comestible, elle a été utilisée traditionnellement comme légume, dans les salades, les soupes et les ragoûts. Ses feuilles riches en vitamines A et C, calcium, ainsi qu'en protéines. Les jeunes tiges, se consomment comme des asperges. De plus les graines sont considérées comme aliment pour la volaille et le bétail. Outres de ces utilisations traditionnelles, cette espèce est un antirhumatismaux,

également un remède pour les douleurs abdominales, les troubles de la gorge, les affections hépatiques, les maladies du sang, du cœur et les hémorroïdes **Pérez et al., (2011)**. En revanche, on peut obtenir un colorant vert à partir des jeunes pousses. Ainsi que les racines fraîches écrasées donnent un substitut de savon doux **Amodeo et al., (2019)**.

III.2.7. Travaux scientifiques antérieurs :

Des études scientifiques réalisées par Arora et ses collaborateurs, ont démontrées que *C. album* riche en composés phénoliques notamment les tanins et les flavonoïdes qui exercent une forte activité antioxydante et antiarthritique **Arora et al., (2014)**. D'autres études ont été consacrées sur l'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits de *C. album*. Les résultats de ces travaux révèlent que tous les extraits testés possèdent un pouvoir d'éliminer les radicaux libres. Dont l'extrait brut présente une ($IC_{50} = 172,70 \pm 2,18 \mu\text{g/ml}$, test DPPH) **Amodeo et al., (2019)**. En revanche, d'autres travaux ont étudié la même activité précédente, ainsi que la détermination de la teneur en acides phénoliques des extraits méthanoliques des fruits et des feuilles de *Chenopodium album*. Les résultats ont révélé que l'extrait de feuilles présente un meilleur pouvoir antioxydant dont le contenu phénolique total plus élevé (3066 mg EAG / 100 g) par rapport à l'extrait de fruits (1385 mg EAG / 100 g). L'étude a prouvé que les extraits méthanoliques de la partie aérienne de *C. album* ont un grand potentiel antioxydant donc c'est une source de produits de santé naturels **Laghari et al., (2011)**.

Deuxième partie
Étude expérimentale

I. Matériel et méthodes :

Le présent travail est réalisé au niveau du laboratoire des substances naturelles et bioactives (LASNABIO), université ABOU BEKR BELKAID -Tlemcen-

I.1. Choix des plantes :

Les deux plantes ayant fait l'objet de notre étude ont été choisies sur la base d'une recherche bibliographique minutieuse qui a montré que ces espèces végétales sont très peu étudiées. L'intérêt thérapeutique est un autre facteur important pris en considération dans notre choix.

I.2. Matériel végétal :

Notre étude a été réalisée sur les parties aériennes de *Chenopodium album* L et *Rhamnus alaternus* L. Les feuilles et les fleurs de *C. album* ont été cueillies au début du mois de mars 2020 dans la région de Béni Boublène, commune de Mansourah de la wilaya de Tlemcen. Tandis que celles de *R. alaternus* ont été récoltées en février 2020 dans la région de Zariffet de la wilaya de Tlemcen. Les paramètres géographiques des deux stations sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 08. Les caractéristiques géographiques des stations d'études.

Plante	Station	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (km)
<i>C. album</i>	Béni Boublène	34°51'18"	1°20'24"	1,86
<i>R. alaternus</i>	Zariffet	34°47'55"	1°26'01"	2,84

I.3. Identification botanique :

L'identification des espèces a été réalisé par le professeur Hassani F. du laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels, Université ABOU BEKR BELKAID - Tlemcen-(Algérie).

I.4. Préparations des échantillons :

Les parties aériennes des deux plantes ont été séchées à l'air libre, à l'ombre et à température ambiante pendant 15 jours, Une fois séchées les différents organes des plantes étudiées ont été soumis aux extractions.

I.5. Méthodes d'analyses :

I.5.1. Préparation des extraits bruts :

Les extraits bruts des parties aériennes des deux espèces ont été préparés par une décoction en utilisant deux solvants de polarité différente (l'eau distillée et l'éthanol), La quantité de solvant doit être appropriée à la quantité de matière végétale à extraire.

- **Extrait aqueux :**

Dans un ballon monocol, surmonté d'un réfrigérant, une quantité de 68 g de *R. alaternus* pulvérisé en une poudre grossière a été mis en présence de 400 ml d'eau distillée. Le mélange a été porté à reflux pendant une heure. Après refroidissement à température ambiante, l'extrait aqueux obtenu a été filtré à l'aide d'un papier wattman N°03. Ensuite le filtrat est récupéré et versé dans une boîte à pétri et mis dans une étuve à 40°C pendant 24 h pour sécher. L'extrait sec est conservé dans un pilulier au réfrigérateur.

Le même procédé a été suivi pour l'espèce de *C. album* en utilisant 25 g de matière végétale fraîche dans 170 ml d'eau distillée **Jouad et al., (2002).**

- **Extrait éthanolique :**

L'extrait éthanolique de la partie aérienne de *R. alaternus* a été préparé à partir de 11 g de matière végétale découpée en petits morceaux puis mis en présence de 100 ml d'éthanol dans un ballon surmonté d'un réfrigérant, le mélange a été porté à reflux pendant une heure, l'extrait éthanolique est ensuite filtré, le filtrat obtenu a été séché dans l'étuve à 40°C.

La même opération a été répétée pour l'espèce de *C. album* avec une quantité de 14 g de matière végétale dans 170 ml d'éthanol **Jouad et al., (2002).**

I.5.2. Calcul des rendements en extraits bruts secs :

Le rendement en extraits bruts sec aqueux et éthanolique exprimé en (%) des deux plantes a été déterminé en se basant sur la formule suivante :

$$R^{mt} (\%) = M_b / M_a \times 100$$

Avec :

R^{mt} (%) : Rendement exprimé en pourcentage.

M_b : Masse en (g) de l'extrait brut sec.

M_a : Masse en (g) de la matière végétale sèche traitée (Carrée et al., 1953).

I.5.3. Screening phytochimique :

Les quatre extraits bruts préparés précédemment ont servi à la réalisation des différents tests, qui sont des méthodes et techniques qui permettent de détecter d'une manière qualitative la coexistante des différentes familles de produits naturels présent dans les plantes étudiées. La détection de ces familles compose le criblage ou screening phytochimique.

Ces essais de caractérisation sont basés sur des réactions de précipitation et/ou de coloration ainsi que sur des examens sous la lumière U.V.

▪ Flavonoïdes :

La détection des flavonoïdes consiste à traiter 5 ml de chaque extrait avec 3 gouttes de HCl concentré. Ajouter une quantité de 0,5g de tournures de magnésium. L'apparition d'une couleur rouge– rose confirme l'existence des flavonoïdes Karumi et al.,(2004).

▪ Alcaloïdes :

La présence des alcaloïdes est mise en évidence en ajoutant 5 ml d'HCl 1 % à 1 ml de chaque extrait, chauffer le mélange au bain marie pendant quelques minutes. Ensuite filtrer la solution et diviser le filtrat en deux volumes égaux. Traiter le premier demi volume avec 5 gouttes du réactif de Mayer et le 2^{ème} avec le réactif de Wagner. L'obtention de précipité brun ou blanc indique un test positif Majob, (2003).

⇒ Les réactifs de Mayer et de Wagner sont préparés comme suit :

- Réactif de Mayer :

Dissoudre 1, 358g d' $HgCl_2$ dans 60 ml d'eau distillée et 5g de KI dans 10 ml d'eau distillée. Dans une fiole de 100 ml mélanger les deux solutions en ajoutant l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

- Réactif de Wagner :

Dans 75 ml d'eau distillée, dissoudre 2 g de KI et 1,27 g de I_2 . Puis, ajuster le volume total à 100 ml d'eau distillée.

▪ Hétérosides :

3 ml de chaque extrait à tester sont mélangés avec 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré. La présence des triterpènes hétérosidiques est indiquée par l'apparition d'une coloration rouge marron.

▪ **Tanins :**

La réaction de détection des tanins consiste à mélanger 1 ml de chaque extrait avec 2 ml d'eau distillée et 2 à 3 gouttes de la solution de FeCl_3 diluée à 1%, agiter et laisser reposer quelques minutes. L'obtention d'une couleur verdâtre confirme la présence des tanins catéchiques, ou bleu – noirâtre qui indique l'existence des tanins galliques **Karumi et al.,(2004)**.

▪ **Amidon :**

Le test effectué consiste à ajouter 5 ml de chaque extrait à 10 ml d'une solution de NaCl saturée, chauffer le mélange dans un bain marie jusqu'à ébullition, ensuite ajouter le réactif d'amidon. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue violacée.

▪ **Coumarines :**

Dissoudre quelques milligrammes de chaque extrait dans 1 à 2 ml d'eau chaude, diviser le volume en deux parties égales. Dont la moitié de volume représente un témoin. D'autre part, ajouter à la 2^{ème} moitié 0,5 ml de NH_4OH (10%). Mettre deux taches sur un papier filtre et les examinées sous la lumière U.V à 366 nm. La fluorescence des taches indique la présence des coumarines.

▪ **Anthracénosides**

Traiter 8 ml de chaque extrait par le réactif de Bontrager (réaction entre cycle quinoniques en milieu NH_4OH).

La présence des anthracénosides est confirmée par l'apparition d'une teinte vive vire de l'orangé – rouge au violet pourpre.

▪ **Anthraquinones :**

Leur détection consiste à ajouter quelque goutte de HCl à 0,5 ml de chaque extrait. Un test positif est révélé par l'apparition d'un précipité de couleur rouge (**Oloyede, 2005**).

▪ **Saponosides :**

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant un peu d'eau distillée à 2 ml de chaque extrait, ensuite agiter fortement pendant 20 secondes et laisser reposer 20 mn. La formation d'une mousse alvéolaire révèle la présence des saponosides **Mamadou, (2005)**.

▪ **Stérols et stéroïdes :**

Deux essais ont été effectués :

1– Le 1^{er} essai consiste à traiter 10 ml de chaque extrait avec 10 ml de chloroforme anhydre ensuite filtrer. Mélanger 5 ml d'anhydride acétique avec 5 ml de la solution chloroformique et ajouté 0,5 ml d'acide sulfurique concentré. Agiter, et laisser reposer pendant quelques secondes. L'apparition d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert (maximum d'intensité en 30 mn à 21°C), révèle un test positif.

2– Le 2^{ème} essai consiste à dissoudre le résidu obtenu après évaporation des extraits dans 0,5 ml d'anhydride acétique et 0,5 ml de chloroforme. Ensuite filtrer la solution, et traiter le filtrat par le réactif de Liebermann Burchardt. Si on remarque l'apparition de colorations verte-violette et verte-bleue cela confirme la présence des triterpéniques et des hétérosides stéroïdiques respectivement **Trease et Evans., (1987)**.

⇒ Réaction de Liebermann Burchardt :

Ajouter 5 ml d'anhydride acétique à 5 ml de la solution à tester, et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Puis, agiter et laisser reposer pendant 30 mn à 21°C.

I.5.4. Préparation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles des deux plantes (*C. album* et *R. alaternus*) ont été obtenues par le procédé d'hydrodistillation, en utilisant un appareil de type Clevenger. Le montage expérimental est constitué d'un ballon en pyrex où l'on place le matériel végétal sec ou frais et l'eau distillée, un chauffe ballon qui permet la distribution homogène de la chaleur dans le ballon et une colonne de condensation de vapeurs (réfrigérant) (Figure 12).

Cette technique est basée sur l'immersion de la matière végétale dans l'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition durant 4h à 6h. Les vapeurs hétérogènes aromatiques sont condensées et liquéfiées dans un réfrigérant et se séparent par différence de densité (décantation) en deux phases liquides : une phase organique (l'huile essentielle) et une phase aqueuse (l'eau florale ou l'hydrolat). Une fois l'huile essentielle est récupérée mise dans des piluliers en verre ambré, fermé hermétiquement, à l'abri de l'air et l'humidité et conservée dans un réfrigérateur à une température voisine de 4°C jusqu'à leur usage.



Figure 12. Montage d'hydrodistillation (Clevenger) -photo originale-

I.5.5. Calcul du rendement en huiles essentielles :

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre le poids d'huile essentielle obtenue et le poids du matériel végétal à traiter **Carrée et al., (1953)**.

Le rendement (R^{mt}) est exprimé en pourcentage, et il est calculé par la formule suivante :

$$R^{mt} (\%) = P_{HE} / P_{MV} \times 100$$

Où :

P_{HE} : poids en grammes de l'huile essentielle obtenue après extraction.

P_{MV} : poids en grammes du matériel végétal à traiter.

I.6. Evaluation de l'activité antioxydante :

En ce qui concerne notre étude, la mise en évidence de l'activité antioxydante *in vitro* des huiles essentielles, des extraits aqueux et éthanoliques a été prévue de la réalisée par trois techniques chimiques à savoir : le piégeage du radical libre $DPPH^\bullet$, la réduction de fer FRAP et la méthode de décoloration du Béta-carotène. Mais à cause de la pandémie du COVID-19 nous avons pu réaliser qu'une seule méthode.

I.6.1. Piégeage du radical libre $DPPH^\bullet$ (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) :

C'est une méthode précise et pratique de balayage des radicaux libres en utilisant le radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil ($DPPH^\bullet$) et elle est considérée comme l'une des

principales techniques employées pour explorer l'utilisation des extraits des plantes comme antioxydants **Markowicz et al., (2007)**.

Principe :

Le DPPH[•] est un radical libre stable, il présente un maximum d'absorbance dans l'intervalle 515 - 520 nm, ayant une couleur violacée intense et possédant un électron non apparié sur l'un des atomes d'azote (figure 13). En présence des capteurs de radicaux libres, le DPPH[•] (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl) se réduit en DPPH-H (2,2 diphényl-1- picryl hydrazine) et change de couleur en virant au jaune pâle (Figure 13), le virage vers cette coloration est proportionnel à la capacité des antioxydants qui se traduit par une diminution de l'absorbance à 517 nm et par la suite servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH[•] **Popovici et al., (2009)**.

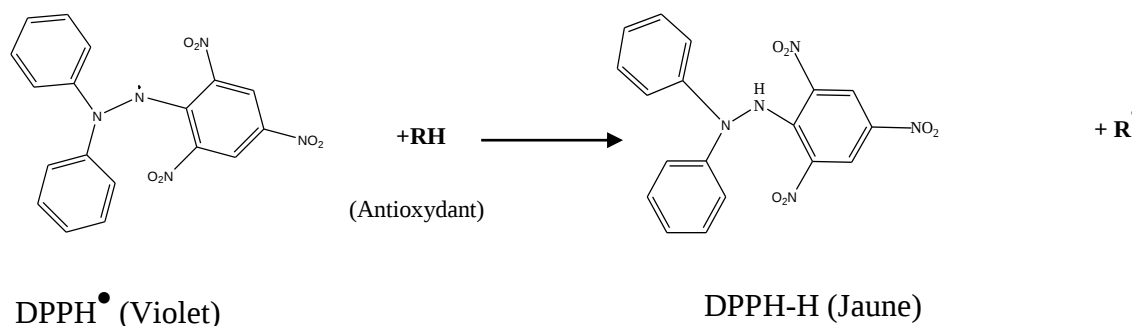


Figure 13. Réaction entre le radical libre DPPH[•] et l'antioxydant.

Procédure expérimentale :

- **Préparation de la solution de DPPH :**

0,006g de DPPH[•] ont été dissout dans 100 mL d'éthanol 96% (v/v), l'ensemble a été placé sous agitation pour avoir une solution parfaitement soluble, ensuite recouvert avec du papier aluminium et conservé dans le frigo afin d'éviter toute dégradation.

- **Préparation des dilutions dans l'éthanol :**

Les extraits aqueux et éthanoliques des plantes à tester ont été dissoutes et dilués en différentes concentrations. Dans des tubes à hémolyses 1 ml de chaque dilution des extraits

sont ajoutés à 1 ml de la solution éthanolique de DPPH. Le mélange réactionnel obtenu a été incubé à l'obscurité et à température ambiante durant 30 mn. La lecture des absorbances a été effectuée à une longueur d'onde de 517 nm, à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible et contre un blanc qui contient l'éthanol.

Le contrôle négatif est composé de 1 ml d'éthanol et 1 ml de la solution de DPPH, ainsi que l'absorbance de l'acide ascorbique (contrôle positif) est mesuré dans les mêmes conditions que celle des échantillons testés.



Figure14. Spectrophotomètre UV visible.

-photo originale-



Figure 15. Réduction du radical DPPH[•] du violet au jaune.

-photo originale-

- Expression des résultats :

Pour explorer les résultats obtenus, la manière la plus commune utilisée par la majorité des auteurs est de tracer les graphes des absorbances obtenues en fonctions des différentes concentrations utilisées des extraits des deux plantes étudiées. L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des fractions testées.

L'activité antioxydante des extraits testés est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la formule ci-dessous :

$$\text{Le \% d'inhibition du DPPH} = [(A0 - A1)/A0] \times 100$$

Avec :

- A0 : Absorbance du contrôle négatif.
- A1 : Absorbance de l'échantillon.

- **Calcul des IC₅₀ :**

IC₅₀ ou concentration inhibitrice de 50 % (aussi appelée EC₅₀ *Efficient concentration* 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH[•]. Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés ; pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions testées (Fabri R.L. et al., 2009).

- **Calcul de l'activité anti-radicalaire (*Scavenging activity*) :**

L'activité anti-radicalaire est déterminée en calculant l'inverse des valeurs des IC₅₀ Maisuthisakul P. et al., (2007).

$$A_{AR} = 1 / IC_{50}$$

Effectivement, on a recherché d'éventuelle efficacité anti-radicalaire de l'extrait éthanolique. De ce fait, différentes concentrations de cet extrait ainsi que de l'acide ascorbique ont été étudiées. La mesure de l'absorbance (ou densité optique DO) a été effectuée par spectrophotométrie à 517 nm. Le spectrophotomètre est couplé à un enregistreur qui affiche les différentes valeurs obtenues.

II. Résultats et discussions :

II.1. Rendements des extractions :

II.1.1.Rendements des extraits bruts secs :

Une décoction a été réalisée sur les parties aériennes de *Rhamnus alaternus* L et *Chenopodium album* L, en utilisant deux solvants de polarité différente à savoir : l'eau et l'éthanol, après évaporation du solvant et récupération des produits. Les masses et les rendements de chacun des extraits ont été déterminés et exprimés en gramme et en pourcentage dans le tableau 09.

Tableau 09. Masse et rendement en extraits bruts secs des plantes étudiées.

Matériel végétal	Les extraits des plantes	Masse (g)	Rendements (%)
<i>Rhamnus alaternus</i> L	EA	8,659	12,734
	EE	0,956	8,691
<i>Chenopodium album</i> L	EA	1,084	4,336
	EE	0,410	2,930

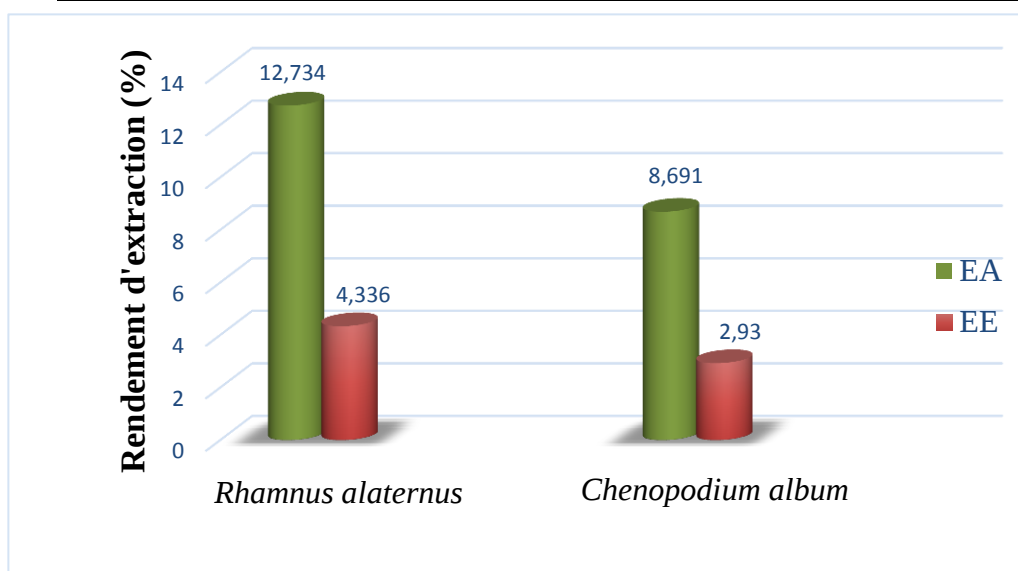


Figure 16. Histogramme représentant les rendements en pourcentage (%) des extraits de *R. alaternus* et *C. album*.

D'après cet histogramme et les résultats récapitulés dans le tableau 09, les rendements en extraits aqueux et éthanolique de la partie aérienne de *R.alaternus* été 12.734 % et 8.691%, respectivement. À titre comparative, on constate que le rendement de l'extrait aqueux est supérieur par rapport à celui de l'extrait éthanolique. En outre, une macération des feuilles dans le méthanol suivi par le butanol saturé en eau réalisée par **Ben Ammar et ses collaborateurs (2008)** sur la même espèce originaire de la Tunisie a donné un rendement de 9%, résultat proche de la présente étude.

D'autre part, l'EA et l'EE de la partie aérienne de *C. album* ont enregistrés des rendements moyennement importants de l'ordre de 4,336 % et 2,93 % respectivement, ces résultats sont comparables à ceux reportés par **Arora et al., (2014)** qui ont déterminés les rendements en extrait d'acétate d'éthyle et d'acétone de la même espèce provenant de l'Inde. Les valeurs trouvées étaient de 3,90 % et 4,74 %, respectivement. Cependant, **Amodeo et al., (2019)** ont obtenus un rendement de 23,2 % pour l'extrait méthanolique de *Chenopodium album* du l'Italie, cette valeur est importante comparé à celles de nos résultats. Nous pouvons expliquer la différence entre les valeurs des rendements par le temps d'extraction, la taille des particules de l'échantillon, les conditions de séchage, la nature ainsi que le volume du solvant utilisé et probablement dû aussi à la nature du sol et du climat ainsi à la période de récolte **Chavan et al., (2001)**.

Après l'analyse des résultats précédents nous pouvons conclure que l'espèce *R. alaternus* présente des rendements plus élevés par rapport à ceux de l'espèce *C. album*.

II.1.2.Rendement en huiles essentielles :

La partie aérienne de chaque espèce étudiée a été hydrodistillée pendant 5h, en utilisant un appareil de type Clevenger, l'extraction a été répété plusieurs fois afin de confirmer les résultats. Cependant, les rendements des huiles essentielles obtenues sont très faibles et peuvent être considérés comme négligeables. A notre connaissance aucune étude n'a été consacré sur l'extraction des huiles essentielles de *R. alaternus* et *C. album* afin de comparer le résultat.

II.2. Criblage phytochimique :

Dans le but de rechercher les différents groupes de métabolites secondaires constituant les plantes étudiées (*R. alaternus* et *C. album*), une analyse qualitative basée sur des phénomènes de colorations, de précipitation ou des essais de solubilités en utilisant des réactifs chimiques spécifiques a été réalisée sur les échantillons à détecter, Les différentes méthodes utilisées ont été mentionnées dans la partie expérimentale. Les résultats obtenus de nos extraits sont consignés dans le tableau 10.

Tableau 10. Résultats des réactions de caractérisation des principaux groupes chimiques contenus dans les extraits aqueux et éthanoliques de *Rhamnus alaternus* L et *Chenopodium album* L.

Les groupes chimiques recherchés		<i>Rhamnus alaternus</i> L		<i>Chenopodium album</i> L	
		EA	EE	EA	EE
Flavonoïdes		+	+	+	-
Alcaloïdes	Test de Mayer	-	-	-	-
	Test de Wagner	-	-	-	-
Hétérosides		-	-	-	-
Tannins		+	+	+	-
Amidon		-	-	+	-
Coumarines		+	+	-	+
Anthracénosides		+	+	+	-
Anthraquinones		+	+	-	-
Saponosides		+	-	+	-
Stérols et stéroïdes		-	+	-	-

(-) : absence

(+) : présence

L'évaluation préliminaire menée sur les extraits de *R. alaternus* a révélé la présence des flavonoïdes qui sont confirmés par l'apparition d'une coloration rouge rosé, et des tanins qui sont détectés par un virage de couleur vers bleu-noirâtre ce qui révèle l'existence des tanins galliques, on note aussi la présence des coumarines, des anthracénosides et des anthraquinones. Pour les saponosides, l'apparition de la couche d'une mousse de 1 cm a été prouvée que dans l'extrait aqueux, d'autre part la présence des stérols et stéroïdes a été montrée uniquement dans l'extrait éthanolique. Par ailleurs, les hétérosides, l'amidon et les alcaloïdes n'étaient pas présents dans les deux extraits de l'espèce *R. alaternus*, donc on remarque une similitude entre la composition phytochimique des deux extraits (aqueux et éthanolique) de cette espèce.

D'autre part, les résultats obtenus confirment que les composés chimiques détectés dans les extraits éthanoliques et aqueux de *R. alaternus* sont conformes aux travaux antérieurs de **Ben Ammar et ses collaborateurs (2007)** qui ont révélés que l'extrait aqueux et méthanolique des feuilles de la même espèce originaire de la Tunisie contient plusieurs substances phénoliques, notamment les flavonoïdes et les tanins. De même, une autre étude menée par **Khettal et ses collaborateurs (2011)** qui ont montré que l'extrait éthanolique des feuilles de la même espèce récoltée en Algérie riche en composés phénoliques.

En revanche, Le screening phytochimique de l'extrait aqueux de la plante *C. album* a permis la mise en évidence de plusieurs composés chimiques, entre autres des substances phénoliques (Tanins, Anthracénosides, Saponosides et Flavonoïdes), ainsi que l'amidon. Alors que l'EE est dépourvu en composés phénoliques dont il a montré une inférence positive uniquement pour le test des coumarines. La comparaison de la présence des métabolites secondaires entre les deux extraits de cette plante nous a permis de constater que l'extrait aqueux riche en polyphénols par rapport l'extrait éthanolique, qui peut être due à la forte solubilité de ces composés dans les solvants polaires.

Les travaux antérieurs sur les tests phytochimiques de *Chenopodium album* de l'Inde, effectués par **Arora et ses collaborateurs (2014)** en utilisant différents solvants pour l'extraction à savoir : l'acétate d'éthyle, l'acétone, méthanol et méthanol 50%. Les résultats obtenus mettent en évidence la présence des tanins, des stérols et des flavonoïdes dans l'extrait d'acétate d'éthyle. De même l'extrait d'acétone a révélé la présence des tanins, des flavonoïdes, et des protéines. Cependant, l'extrait méthanolique a montré la présence des saponines, des tanins, des flavonoïdes, des glucides et protéines, Ceci est comparable à nos

résultats d'extrait aqueux. En outre de ces études, les résultats obtenus par **Amodeo et ses collaborateurs (2019)** et **Laghari et ses collaborateurs (2011)** ont rapporté que les extraits méthanoliques des fruits et des feuilles de *C.album* sont riches en polyphénols, ce qui est différent aux résultats obtenus par l'extrait éthanolique.

D'après **Hayouni et al., (2007)** et **Fiorucci et al., (2006)**, la différence de la composition phytochimique des échantillons des plantes étudiées et des mêmes plantes dans une autre région peut être due à plusieurs facteurs : l'origine géographique (le climat et la nature de sol), la période dans laquelle la plante récoltée, la procédure d'extraction utilisée et la nature du solvant ainsi que l'organe végétal étudié.

D'une façon générale, les résultats de criblage phytochimique de la partie aérienne des deux plantes étudiées, nous ont permis de constater que *Rhamnus alaternus* est plus riche en métabolites secondaires que l'espèce de *Chenopodium album*. En effet, la présence de ces principes actifs comprenant les substances phénoliques (flavonoïdes, tannins...) confère à la plante un spectre très large d'activités biologiques ce qui justifie leurs fort pouvoir thérapeutique et leurs usages en médecine traditionnelle. Par conséquent, ces résultats nous ont permis d'élargir notre champ d'étude.

II.3. Evaluation de l'activité antiradicalaire et antioxydante :

II.3.1. Activité antiradicalaire au DPPH :

L'estimation de l'activité anti-oxydante *in-vitro* des extraits élaborés de *Rhamnus alaternus*, de *Chenopodium album* et de l'acide ascorbique (antioxydant de référence) a été réalisée spectrophotométriquement en mesurant les valeurs du pouvoir de piégeage du radical DPPH (2,2 -diphényl -1- picrylhydrazyl) à une longueur d'onde de 517 nm. Cette méthode est basée sur la réduction de la solution de DPPH en présence d'une substance donneuse d'un électron ou un hydrogène, qui s'accompagne par un changement de couleur violette vers la couleur jaune. Cette décoloration est proportionnelle à la concentration des échantillons à tester et par conséquent, à la capacité d'inhibition du radical DPPH.

Tous les tests du pouvoir antiradicalaire par DPPH sont réalisés avec deux répétitions pour chaque concentration, les calculs et les courbes de régressions ci-dessous sont faits à l'aide du logiciel Excel version 2019. Le calcul de la valeur IC₅₀, qui indique la

concentration nécessaire de l'extrait qui réduit ou cause la perte de 50% du radical libre DPPH a été déterminée par la méthode de régression linéaire à partir des graphes.

Les résultats obtenus des extraits des plantes étudiées et d'acide ascorbique sont exprimés en pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration dans les figures suivantes :

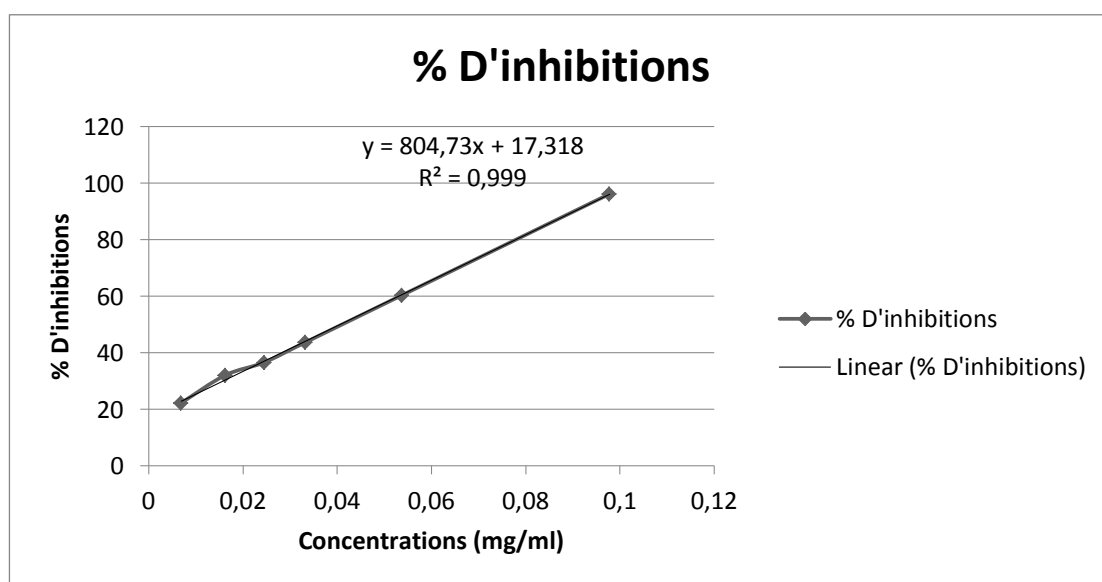


Figure 17. Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'acide ascorbique.

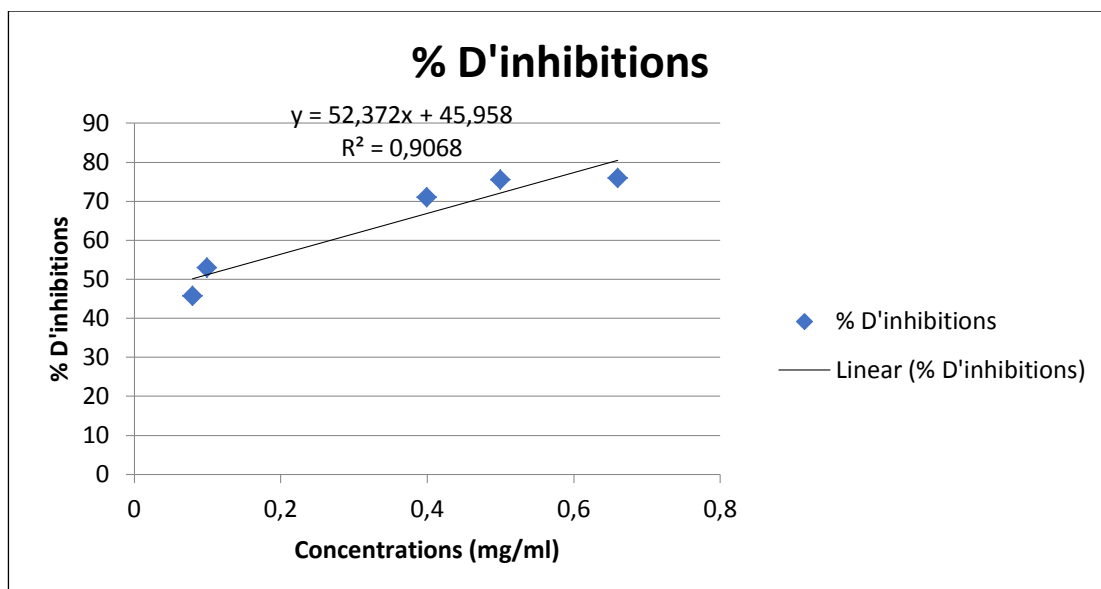


Figure 18. Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut aqueux de la partie aérienne de *Rhamnus alaternus*.

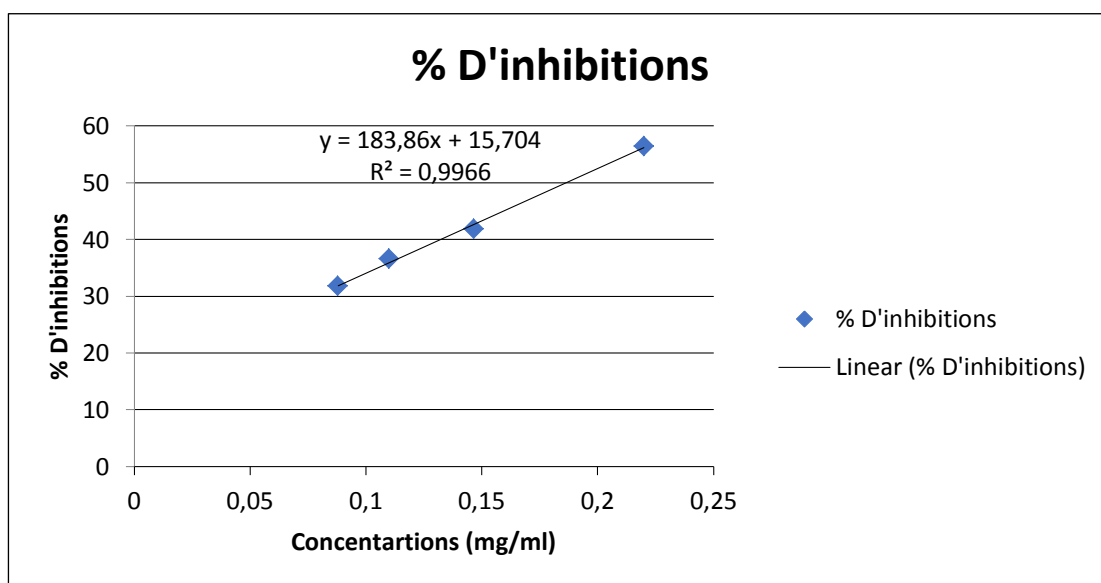


Figure 19. Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut éthanolique de la partie aérienne de *Rhamnus alaternus*.

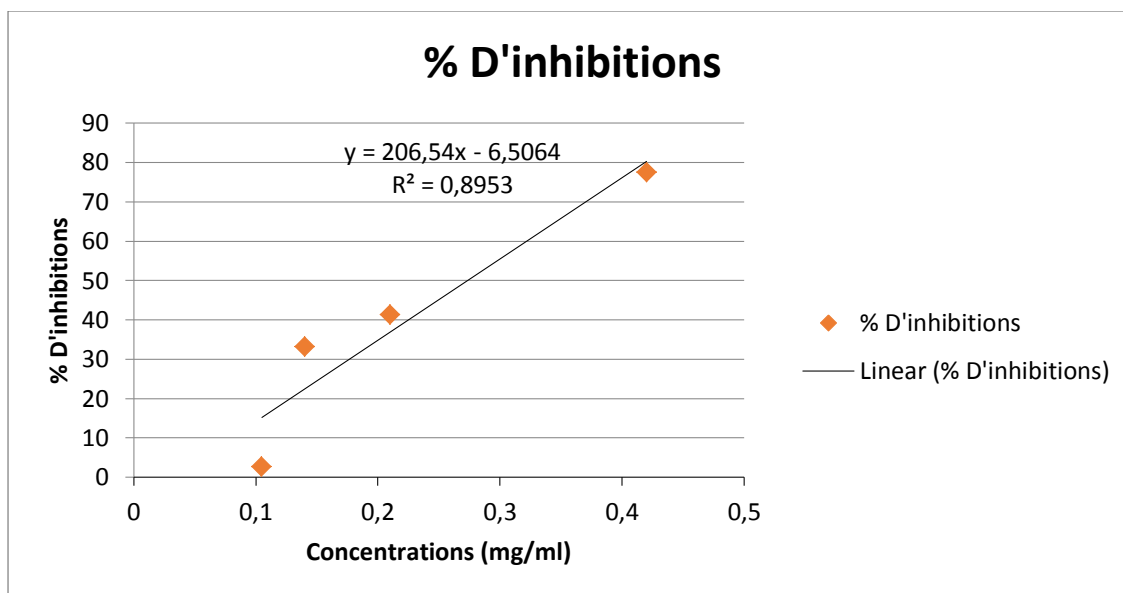


Figure 20. Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut aqueux de la partie aérienne de *Chenopodium album*.

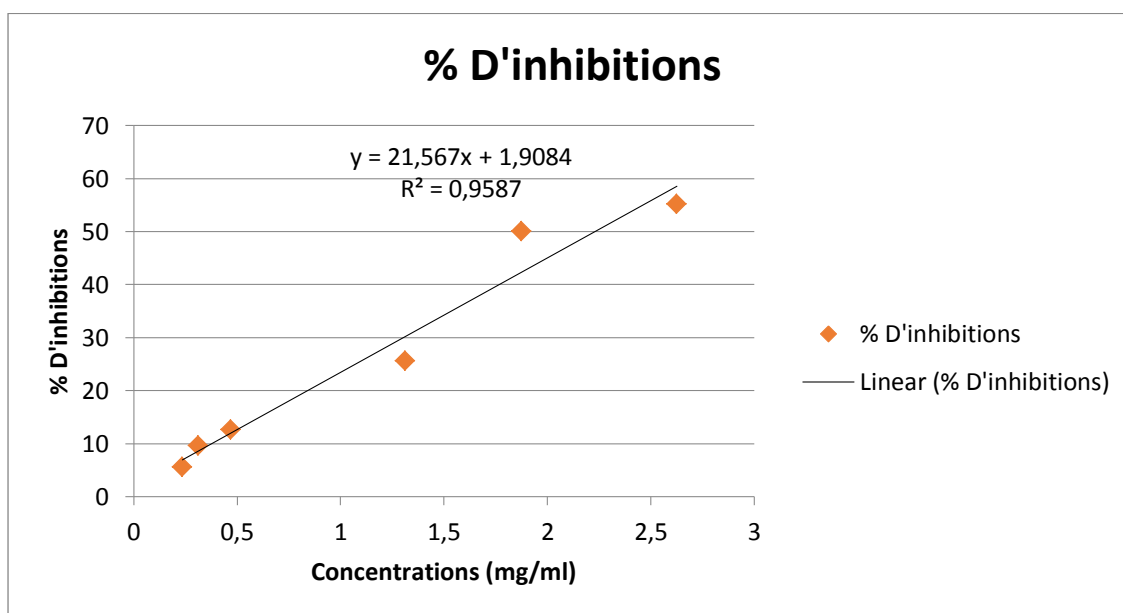


Figure 21. Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations utilisées pour l'extrait brut éthanolique de la partie aérienne de *Chenopodium album*.

A partir de l'interprétation des courbes d'étalonnages ci- dessus, nous avons remarqué que le pourcentage d'inhibition du radical augmente en fonction de la concentration des échantillons, ainsi que l'ensemble des extraits testés possèdent un pouvoir anti-radicalaire envers le DPPH[•], mais à des capacités et des concentrations différentes. Dont il apparaît que l'extrait aqueux de *R. alaternus* présente un pourcentage d'inhibition de DPPH[•] le plus élevé de 75,84 % pour une concentration de 0,660 mg/ml, Figure (18). Par contre l'extrait éthanolique a exprimé un pourcentage de 56,42 % pour une dose de 0,22 mg/ml, Figure (19). Tandis que l'extrait aqueux et éthanolique de *C.album* atteints des pourcentages d'inhibition de 64,87 % et 55,2% pour des doses de 0,840 mg/ml et 2,625 mg/ml, respectivement. Figures (20) et (21). Alors que l'acide ascorbique a montré un pourcentage d'inhibition très important qui est de l'ordre de 96,21 % à une faible concentration (0,097 mg/ml) Figure (17), ce qui est largement supérieur à ceux des échantillons étudiés. Ce constat est démontré par les valeurs de IC₅₀ et de A_{AR} mentionnés dans le tableau suivant, sachant que la valeur de l'IC₅₀ est inversement proportionnelle à l'activité anti-radicalaire d'un produit.

Tableau 11. Valeurs des IC₅₀ et de l'activité antiradicalaire des extraits de *R.alaternus*, *C. album* et de l'acide ascorbique.

	Extraits	IC ₅₀ (µg/ml)	A _{AR}
	Acide ascorbique	41,036	0,024
<i>R.alaternus</i>	EA	77,17	0,012
	EE	186,53	0,005
<i>C. album</i>	EA	210,581	0,004
	EE	2229,86	0,0004

D'après les résultats mentionnés sur le tableau 11 nous pouvons classer la capacité de balayage du radical DPPH[•] comme suit :

$$AA > EA (R.a) > EE (R.a) > EA (C.a) > EE (C.a).$$

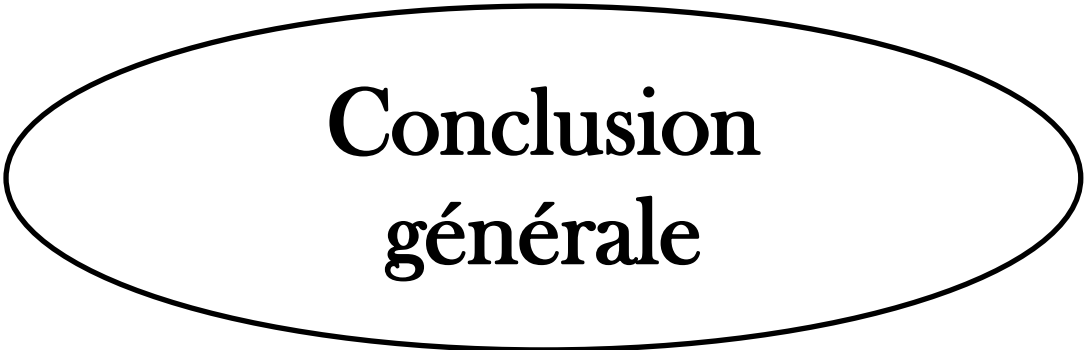
En ce qui concerne la littérature, une étude réalisée par **Ben Ammar et al., (2007)** sur les feuilles de *R.alaternus* provenant de la Tunisie, les résultats trouvés montrent que la IC₅₀ de l'extrait méthanolique des feuilles de cette espèce égale à 25,38 µg/ml, ce qui est nettement inférieur par rapport aux IC₅₀ de nos extraits (aqueux et éthanolique) qui ont respectivement des valeurs de l'ordre de 77,17 µg/ml et 186,53 µg/ml. En outre, la même équipe de recherche en 2009 a démontré que *R.alaternus* riche en flavonoïdes principalement : le rhamnocitrin-3-Oisorhamnoside, kaempférol-3-O-isorhamnoside et le rhamnetin-3-O-isorhamnoside qui ont montré des IC₅₀ de l'ordre de 38 µg/ml, 23 µg/ml et 1.5 µg/ml respectivement. Les résultats des deux études a permis de déduire que IC₅₀ de l'extrait méthanolique de *R.alaternus* proche à celle des flavonoides pures.

D'autres études menées par **Kosalec ses collaborateurs (2013)** et **Boussahel et al., (2013)** ont trouvé que la même espèce possède des IC₅₀ de 78,7 ± 3,16 µg/ml et 82 ± 0,6 µg/ml respectivement, ce qui est comparable aux résultats obtenus dans notre étude (EA).

Au sujet de *Chenopodium album*, nos résultats ne corroborent pas ceux trouvés par **Amodeo et al., (2019)**, qui ont étudié la capacité de piégeage du radical DPPH[•] de différents extraits de *C. album* provenant de l'Italie. Dont l'extrait méthanolique a donné une valeur de IC₅₀ de l'ordre de 172.70 ± 2.18 µg/ml, de plus l'extrait aqueux a enregistré une IC₅₀ supérieur à 1000 µg/ml. Ensuite une extraction par des solvants de polarité différentes a été réalisé sur l'extrait méthanolique à savoir : n-hexane, le dichlorométane et de l'acétate d'éthyle, les valeurs des IC₅₀ obtenues sont respectivement >1000 µg/ml, 435.60 ± 12.97 µg/ml et 140.40 ± 4.36 µg/ml.

En revanche, une étude effectuée par **Arora et al., (2014)** sur l'activité antioxydante de *C. album* de l'Inde, les résultats de l'extrait d'acétone et de méthanol montre que cette espèce a un pouvoir très important de piégeage du radical DPPH[•]. Dont les valeurs de IC₅₀ trouvés sont respectivement : 18,72 µg/ml et 13,85 µg/ml, ce qui est très inférieurs à celles trouvés dans la présente étude. Par conséquent, nous pouvons expliquer cette variation par l'analyse phytochimique précédente, c'est-à-dire par la richesse différentielle de l'extrait en composés phénoliques ainsi que la nature de ces composés. Cependant, cette activité ne dépend pas que de ces paramètres, elle peut être influencée même par la dose, la polarité des solvants, la technique d'extraction utilisée, et l'organe végétal étudié.

D'une manière générale, les résultats de l'activité antioxydante de nos échantillons, nous ont permis de déduire que l'EA *R. alaternus* a une activité très élevée par rapport aux autres extraits qui ont une capacité de piégeage du radical DPPH[•] moyenne. Donc nous pouvons considérer l'extrait aqueux de la partie aérienne de *R. alaternus* tant qu'un puissant antioxydant.



Conclusion générale

Conclusion générale

La diversité de la flore algérienne, ainsi leurs propriétés biologiques et thérapeutiques n'étant plus à prouver. Actuellement la découverte des nouvelles substances bioactives qui peuvent être un alternatif des composés synthétiques était le but de plusieurs études.

Le travail qui fait l'objet de ce mémoire est consacré à la comparaison des contenus en polyphénols et l'activité anti-oxydante des deux plantes collectées à Tlemcen (*Rhamnus alaternus* L et *Chenopodium album* L). Mais vu la situation sanitaire qui nous a empêché de poursuivre notre travail pratique, nous avons pu réaliser que les extractions des huiles essentielles et les extraits bruts en utilisant deux solvants de polarités différentes (l'eau distillée et l'éthanol), ensuite une analyse qualitative a été réalisé sur les extraits bruts en basant sur un criblage phytochimique afin de détecter la coexistence des différentes familles chimiques et nous avons terminé notre travail par l'évaluation de l'activité antioxydante des échantillons extraits par la méthode de piégeage du radical libre DPPH[•].

Les résultats montrent que les rendements obtenus en extraits bruts des deux espèces étudiées sont variables, Cependant *R. alaternus* a été la plus rentable par rapport *C. album*. Quant aux huiles essentielles des deux plantes ont donné des rendements très faibles et peuvent être négligeables.

De plus l'étude phytochimique a montré que les deux extraits (EA, EE) de la partie aérienne de *R. alaternus* ainsi que l'EA de *Chenopodium album* riche en polyphénols principalement les flavonoïdes, les tanins et les anthracénosides, cependant l'EE de *C. album* a noté la présence des coumarines uniquement.

L'évaluation de l'activité anti-oxydante des extraits a été réalisée par la méthode de DPPH, les résultats trouvés montrent que l'ensemble des extraits des deux plantes testées manifestent un pouvoir antioxydant, cependant à des concentrations et des pourcentages distincts. Dont l'extrait aqueux de *R.alaternus* représente l'extrait le plus actif avec une IC₅₀ de 77,17 µg/ml, mais reste toujours un pouvoir inférieur à celui de l'acide ascorbique. Alors que les extraits de *C. album* et l'EE de *R. alaternus* présentent une capacité de piégeage du radical DPPH[•] moins importantes.

En outre, l'analyse globale de nos résultats nous a permis de constater qu'il y a une forte relation entre la composition phytochimique des extraits testés principalement le contenu phénolique et leur activité anti-oxydante, donc nous pouvons dire que la partie aérienne des deux plantes ciblées contiennent des substances intéressantes qui confèrent à ces dernières des multiples applications notamment thérapeutique.

Enfin la gamme des résultats obtenus lors de la présente étude ne constitue qu'une première étape dans la recherche des principes actifs d'origine naturelle. Pour cela des travaux supplémentaires seront nécessaires afin d'identifier et d'isoler les composés responsables de cette activité et même de tester d'autres activités biologiques, et pourquoi pas de faire des tests *in vivo* pour confirmer leur usage traditionnel.

Références bibliographiques

- Adlercreutz H., Phytoestrogens and breast cancer. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, 83, 113-118, **2003**.
- Ait Youssef M., Plantes médicinales de Kabylies. *Edition Ibis Press*. ISBN: 978- 9961-57-259-7 Paris. 18. **2006**.
- Akerreta S., *Etnobotánica farmacéutica en Navarra: del uso tradicional de las plantas medicinales a su evidencia científica* (Ph.D.thesis). Faculty of Science, University of Navarra, p. 831, Pamplona, Spain. **2009**.
- Amodeo V., Marrelli M., Pontieri V., Cassano R., Trombino S., Conforti F. et Statti G., *Chenopodium album* L. and *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.: Phytochemical Content and In Vitro Antioxidant and Anti-Inflammatory Potential. *Plants*, 8, 2-14. **2019**.
- Arora S.K., Itankar P.R., Verma P.R., Bharne A.P. et Kokare D.M., Involvement of NFκB in the antirheumatic potential of *Chenopodium album* L., aerial parts extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 155(1) :222-229. **2014**.
- Baborun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J.C. et Pinkas M., Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei. Forschung*, 46: 1086-1089. **1996**.
- Bardin J-M., *Dictionnaire illustré des plantes médicinales*. France: Ed. Lodi, **2004**.
- Bas J.M., Oliveras J., Gomez C., Myrmecochory and short-term seed fate in *Rhamnus alaternus*: ant species and seed characteristics. *Acta Oecologica*. 35: 380-384. **2009**.
- Beloued A., *Les plantes médicinales d'Algérie*. Ben Aknoun, Alger: Ed. OPU, **2001**.
- Ben Ammar R., Bhourri W., Ben Sghaier M., Boubaker J., Skandrani I., Neffati A., Bouhlel I., Kilani S., Mariotte A.M., Chekir-Ghedira L., Dijoux-Franca M.G. et Ghedira K., Antioxidant and free radical-scavenging properties of three flavonoids isolated from the leaves of *Rhamnus alaternus* L. (Rhamnaceae): a structure-activity relationship study. *Food Chem.*, 116: 258–264. **2009**.
- Ben Ammar R., Bouhlel I., Valenti K., Ben Sghaier M., Kilani S., Mariotte A-M, Dijoux-Franca M-G., Laporte F., Ghedira K. et Chekir-Ghedira L., Transcriptional response of genes involved in cell defense system in human cells stressed by H₂O₂ and pre- treated with (Tunisian) *Rhamnus alaternus* extracts: Combination with polyphenolic compounds and classic in vitro assays. *Chemico- Biological Interactio.*,168:171-183. **2007**.

- Ben Ammar R., Kilani S., Abdelwahed A., Hayder N., Mahmoud A., Chibani J., Chekir-Ghedira L. et Ghedira K., In vitro Mutagenicity, Antimutagenicity and free Radical scavenging Activities of *Rhamnus alaternus* L.(Rhamnaceae) Extracts. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(3): 439-445. **2005**.
- Ben Ammar R., Kilani S., Bouhlel I., Ezzi L., Skandrani I., Boubaker J., Ben Sghaier M., Naffeti A., Mahmoud A., Chekir-Ghedira L. and Ghedira K., Antiproliferative, Antioxidant, and Antimutagenic Activities of Flavonoid-Enriched Extracts from (Tunisian) *Rhamnus alaternus* L: Combination with the Phytochemical Composition. *Drug, Chem.Toxicol*, 31: 61-80. **2008**.
- Benzie I. F. F., Strain J. J., The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239: 70-76. **1996**.
- Bergeret JP, Bergeret E et Bergeret G., Flore des Basses-Pyrénées. Ed. Imprimerie-stéréotype Garet, Pau, p. 230-231. **1909**.
- Bhouri W., Ben Sghaier M., Kilani S., Bouhlel I., Dijoux-Franca M-G., Ghedira K., Chekir Ghedira, L., Evaluation of antioxidant and antigenotoxic activity of two flavonoids from *Rhamnus alaternus* L. (*Rhamnaceae*): Kaempferol 3-O- β -isorhamninoside and rhamnocitrin 3-O- β isorhamninoside. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 1167–1173. **2011**.
- Bhouri W., Boubaker J., Kilani S., Ghedira K. and Chekir-Ghedira L. Evaluation of antioxidant and antigenotoxic activity of two flavonoids from *Rhamnus alaternus* L. (*Rhamnaceae*): Kaempferol 3-O- α -isorhamninoside and rhamnocitrin 3-O-B-isorhamninoside. *S. Afr. J. Bot.*; 80: 57-62. **2012**.
- Boizot N. et Charpentier J.P., Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra. Pp 79-82. (cited in Djemai Zoueglache S.,2008). **2006**.
- Boussahel, S., Dahamna, S., Ruberto, G., Siracusa, L., Harzallah, D., Phytochemical study and antioxidant activities of leaves extracts from *Rhamnus alaternus* L. *Pharmacognosy Communications* 3: 46-47. **2013**.
- Boussahel S., Speciale A., Dahamna S., Amar Y., Bonaccorsi I., Cacciola F., Cimino F., Donato P., Ferlazzo G., Harzallah D., Flavonoid profile, antioxidant and cytotoxic activity of different extracts from Algerian *Rhamnus alaternus* L. bark. *Pharmacogn Mag* 11, S102-109. **2015**.

- Brand- williams W., Cuvelier M. E., Berset C., Use of a free radical method to evaluate antioxydant activity, *Lebensmittel-Wissenschaft ind technologie*, 20 :25-30. **1995**.
- Brunton J., Pharmacognosie (Phytochimie, Plantes médicinales), 3ème Edition, Paris, France. **1998**.
- Bruneton J., Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Editions TEC & DOC, 3ème édition, PP 783- 785. **1999**.
- Cao G., Alessio H.M. et Cutler R.G., Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants, *Free Radic Biol Med* 14: 303-311. **1993**.
- Carrée, P. Précis de technologie et de chimie industrielle. Tome II. Ed. Ballière J. B. et fils. 432 pages. **1953**.
- Cavalier C., Dupriez C., Huret J., Ar Lauriane L., Nebon D., Mence L., Montard C., Morin C., La phytothérapie ou l'art de soigner par les plantes. **2014**.
- Chanforan C., Stabilité de micro constituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de Doctorat : Université d'Avignon et des pays de Vaucluse. **2010**.
- Chavan, U.D., Naczsk M., Shahidi F., Extraction of condensed tanins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvent. *Food Chemistry*.75: 509-512. **2001**.
- Chevallier A., Larousse. Encyclopedia of Medicinal Plants (2nd Edition). **2001**.
- Chwalek M., Lalun N., Bobichon H., Ple K., Voutquenne-Nazabadiokoet L., Structure–activity relationships of some hederagenin diglycosides: Haemolysis, cytotoxicity and apoptosis induction. *Biochimica et Biophysica Acta* 1760 (2006) 1418–1427. plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology* 94. 219–243. **2006**.
- Das T K., Banerjee D., Chakraborty D., Pakhira M C, Shrivastava B, Kuhad R C., Saponin: Role in Animal system. *Vet. World*. 5(4): 248-254. **2012**.
- Deysson G., Formation, distribution et utilisation des composés ternaires divers, acycliques et cycliques. In *Physiologie et biologie des plantes vasculaires. Nutrition et métabolisme*. 5ème édition, Tome III : 212. **1981**.
- Dosoky, N. S.; Setzer, W. N. Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils of *Curcuma* Species. *Nutrients*. 2018.

- Dupont F. et Guignard J. – L., Abrégés de Botanique : Systématique moléculaire. Ed. Masson, 14^{ème} Ed. Paris, p 285. **2007.**
- Dutertre J. M-J., Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse de doctorat. Université Bordeaux 2, France. **2011.**
- Evans R.J., Reynhout G.S., Alternates to synthetic antioxidants, *Food Science and human Nutrition*, 29: 27-42. **1992.**
- Fabri R.L., Nogueira M.S., Braga F.G., Coimbra E.S., Mitracarpus frigidus aerial parts exhibited potent antimicrobial, antileishmanial, and antioxidant effects, *Bioresource Technology*, 100: 428-433. **2009.**
- Favier A., Le stress oxydant. Interêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité Clinique. 108-115. **2003.**
- Fiorucci, S., *Activités biologiques de composés de la famille des flavonoïdes : approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire*. Thèse de doctorat. Nice, France. 211 P. **2006.**
- Francis G., Kerem Z., Makkar H. P. S. and Becker K., The biological action of saponins in animal systems: a review. *Br. J. Nutr.* 88. 587–605. **2002.**
- Ghedira, K., Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie* 3(4), 162-169. **2005.**
- Grange J.M, Davey R.W. Antibacterial properties of propolis (bee glue). *J. R. Soc. Med.*, 83:159–60. **1990.**
- Gubb AS., La flore algérienne, naturelle et acquise. Ed. A. Jourdan, Alger, p16-17. **1913.**
- Gulias J., Traveset A., Riera N. et Mus M., Critical Stages in the recruitment process of *Rhamnus alaternus* L. *Annals of Botany*, 93: 723-731. **2004.**
- Guinebert E., Durand P., Prost M., Grinand R. and Bernigault R., Mesure de la résistance aux radicaux libres. *Sixièmes Journées de la Recherche Avicole*, 554-558. **2005.**
- Gurbuz I., Yesilada E., Ito S., An anti-ulcerogenic flavonol diglucoside from *Equisetum palustre* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 121, 360–365. **2009.**
- Gutteridge J.M., Free radicals in disease processes: a compilation of cause and consequence, *Free Radic Res Commun*, 19:141-158. **1993.**

- Halliwell B., Gutteridge J.M.C., Aruoma O., The deoxyribose method: a simple test-tube assay for determination of rate constant for reaction of hydroxyl Radicals, *Anal. Biochem*, 1215-219. **1987**.
- Halliwell B., Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutr. Rev.*, 52 (8), pp253-265. **1994**.
- Hayouni, E. A., Abedrabba, M., Bouix, M. and Hamdi, M., The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chemistry*, 105(3), 1126-1134. **2007**.
- Hirata T., Fujii M., Akita K., Yanaka N., Ogawa K., Kuroyanagi M., Hongo D., Identification and physiological evaluation of the components from Citrus fruits as potential drugs for anti-corpulence and anticancer. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 17, 25– 28. **2009**.
- Hoffman L., Étude du métabolisme des phénylpropanoïdes. Thèse de doctorat. Strasbourg. P:245. **2003**.
- Izhaki I., Tsahar E., Irena P. et Jacob F., Within population variation and interrelationships between morphology, nutritional content, and secondary compounds of *Rhamnus alaternus* fruits, *New Phytologist*, 156: 217-223. **2002**.
- Jouad, H., Maghrani, M., et Eddouks, M., Hypoglycaemic effect of *Rubus fruticosus* L. and *Globularia alypum* L. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *J Ethnopharmacol.* 81, 351-6. **2002**.
- Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens P.E. et Donoghue M.J., *Plant Systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. p 576. **2002**.
- Kalkhambkar R.G., Kulkarni G.M., Shivkumar H., Rao R.N., Synthesis of novel triheterocyclic thiazoles as anti-inflammatory and analgesic agents. *European Journal of Medicinal Chemistry.* 42, 1272 -1276. **2007**.
- Karumi Y., Onyeyili PA., Ogugb uaja VO., Identification of active principales of *M. balsamina* (Balsam apple) leaf extract. *J Med Scien* 2004 ; 4: 179- 182. **2004**.
- Khanbabae K and Ree T.R. Tannins: Classification and Defenition. *Journal of Royal Society of Chemistry.* 18: 641-649(cited in Djemai Zoueglache S, 2008). **2001**.
- Khettal, B., Zaidi, A., Tacherfiout, M., et Sobhi, W., Effet des extraits de feuilles de *Rhamnus Altarnus* à activités antioxydant et antilipasique sur la masse corporelle et le

métabolisme des lipides des souris nourries avec un régime enrichie en carbohydrates. *Nutrition clinique et metabolism*, 28 : S 149-150. **2011**.

- Koechlin-Ramonatxo C., Oxygène, stress oxydant et supplementations antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoire. *Nutrition clinique et métabilisme*, 20: 165-177. **2006**.
- Kosalec, I., Kremer, D., Locatelli, M., Epifano, F., Genovese, S., Carlucci, G., Randić, M and Zovko Konc'ic, M., Anthraquinone profile, antioxidant and antimicrobial activity of bark extracts of *Rhamnus alaternus*, *R. fallax*, *R. intermedia* and *R. pumila*. *Food Chemistry*, 136: 335–341. **2013**.
- Lacy A. et O'Kennedy R., Studies on Coumarins and Coumarin-Related Compounds to Determine their Therapeutic Role in the Treatment of Cancer. *Current Pharmaceutical Design* 10, 3797-3811. **2004**.
- Laghari A.H., Memon S., Nelofar A., Khan K.M. et Yasmin A., Determination of free phenolic acids and antioxidant activity of methanolic extracts obtained from fruits and leaves of *Chenopodium album*. *Food Chemistry* 126, 1850–1855. **2011**.
- Lesgards J.F., Contribution à l'étude du statut antioxydant de l'homme ; aspects chimiques et biochimique. Thèse de doctorat, 19-20. **2000**.
- Macheix J.-J., Fleuriot F. et Jay-Allemand C., Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR presses polytechniques, p 134. **2005**.
- Madi A., *Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques*. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister (Ecole doctorale), Université de Mentouri Constantine. **2010**.
- Mamadou A. O., Étude phytochimique et de l'activité antipaludique in vivo et in vitro de *Momordica balsamina* Linn. (Cucurbitaceae). Université de BAMAKO. Faculté de médecine, de pharmacie et d'odonto-stomatologie. 48-49-50. **(2005)**.
- Maisuthisakul P., Suttajit M., Pongsawatmnit R., Assessment of phenolic content and free radical scavenging capacity of some that indigenous plants, *Food Chemistry*, 100: 1409-1418. **2007**.
- Majob F., Kamalinejab M., Ghaderi N., Vahidipour H.R., Phytochemical screening of some species of Iranian plants. *Iranien Journal of Pharmaceutical Research*. 77-82. **2003**.

- Markowicz B. D. H., Saldanha, L.A., Catharino, R.R., Sawaya A.C.H. F., Cunha I B.S., Carvalho P. O., Eberlin M.N., Phenolic Antioxidants Identified by ESI- MS from Yerba Maté (*Ilex paraguariensis*) and Green Tea (*Camelia sinensis*) Extracts *Molecules*. 12: 423-432. **2007**.
- Melagraki G., Afantitis A., Igglessi-Markopoulou O., Detsi A., Koufaki M., Kontogiorgis C., Hadjipavlou – Litina D. J., Synthesis and evaluation of the antioxidant and anti-inflammatory activity of novel coumarin-3-aminoamides and their α -lipoic acid adducts. *European Journal of Medicinal Chemistry* doi: 10.1016/j.ejmech.2008.12.027. **2009**.
- McCalley D.V., Analysis of the *Cinchona* alkaloids by high-performance liquid chromatography and other separation techniques, Review. *Journal of Chromatography A*, 967, 1–19. **2002**.
- Middleton.JR. E, Chithan.K. The impact of plant flavonoids on mammalian biology implications for immunity, inflammation and cancer. In: Harborne J.B., editor. *The Flavonoids: advances in research since 1986*. London, UK : Chapman and Hall ; **1993**.
- Miller N. J., Rice-Evans C., Davies M. J., Gopinathan V. et Milner A. A novel method for measuring antioxydant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical science (London, England: 1979)*, 84(4), 407-412. **1993**.
- Nishimura E., Suzaki E., Irie M., Nagashima H., Hirose T., Architecture and growth of an annual plant *Chenopodium album* in diferent light climates. *Ecol. Res.*, 25, 383–393. **2010**.
- Oloyede, O.I., Chemical Profile of Unripe Pulp of *Carica papaya*. *Pakistan journal of nutrition*. 4: 379-381. **2005**.
- Padilla E., Ruiz E., Redondo S., Gordillo-Moscoso A., Slowing K., Tejerina T., Relationship between vasodilation capacity and phenolic content of Spanish wines *European Journal of Pharmacology* 517, 84 – 91. **2005**.
- Paris M. et Hurabielle, Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome 1. Ed Masson. Paris. p 102-103-104-107. **1981**.
- Pincemail J., Defraigne J.D., Les antioxydants un vaste réseau de defenses pour latter contre les effets toxiques de l'oxygène. Service de Chirurgie Cardio-vasculaire, Pro biox SA. Sart Tilman 4000 Liège, Belgique. **2004**.
- Pénicaud C. Etude et modélisation du couplage entre le transfert d'oxygène et les réactions d'oxydation dans les aliments au cours de leur conservation. Thèse de Doctorat : Université de Montpellier II. **2009**.

- Pérez S.G., Zavala M.S., Arias L.G., Ramos M.L. Anti-inflammatory activity of some essential oils. *J. Essent. Oil Res.*, 23, 38–44. **2011**.
- Percival S.L., Microbiology of waterborne diseases. Amsterdam; Boston: Elsevier Academic Press. p 480. **2004**.
- Pharmaciens, O., *Pharmacopée Française, Codex Medicamentarius Gallicus, Codex Français : Monographie, Préparations Homéopathiques*. MDLSPEDL Population, ed., Paris, **1965**.
- Popovici C., Saykova I. and Tylkowski B., Evaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel* 4 : 25-39. **2009**.
- Psotova J, Lasovsky J et Vicar J., Metal chelating properties, electrochemical behavior, scavenging and cytoprotective activities of six natural phenolic. *Biomed. Papers* p 174-153. **2003**.
- Qusti S. Y., Abo-khatwa A. N. et Bin Lahwa M. A., Screening of antioxidant activity and phenolic content of selected food items cited in the holy quran. *ejbs* 2(1): 40-51. **2010**.
- Rao Y. K., Fang S.H., Hsieh S.C., Yeh T.-H., Tzeng Y.-M., The constituents of *Anisomeles indica* and their anti-inflammatory activities. *Journal of Ethnopharmacology* 121 292–296. **2009**.
- Said O., Khalil, K., Fulder, S. et Azaizeh, H., Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the west bank region. *Journal of Ethnopharmacology*, 83: 251-265. **2002**.
- Scharenberg A et Hess H.D., Les plantes contenant des tanins dans l'alimentation des ruminants. *Revue, UFA* 2. 44-45. **2007**.
- Silva O., Ferreira E., Vaz Pato M., Canica M., Gomes E.T., In vitro anti- *Neisseria gonorrhoeae* activity of *Terminalia macroptera* leaves. *FEMS Microbiology Letters*, 211, 203-206. **2002**.
- Spichiger R., Préface. In : Aeschmann, D., Lauber K., Moser D.M. et Theurillat J-P., *Flora alpina. Atlas des 4500 plantes vasculaires des Alpes*. 1:7-8. Belin, Paris. **2004**.
- Stalikas C. D., Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Review. J. Sep. Sci.* 30, 3268 – 3295. **2007**.
- Stocker P., Yousfi M., Djerridane O., Perrier J., Amziani R., El Boustani S., Moulin A., Effect of flavonoids from various Mediterranean plants on enzymatic activity of intestinal carboxylesterase. *Biochimie*, 86: 919-925. **2004**.

- Stöckigt J., Sheludko Y., Unger M., Gerasimenko I., Warzecha, H., Stöckigt D., High-performance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoretic–electrospray ionisation mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups Review Journal of Chromatography A, 967, 85–113. **2002.**
- Sutradhar R. K., Rahman A.K.M. M., Ahmad M.U., Bachar S. C., Bioactive flavones of *Sida cordifolia*. *Phytochemistry Letters* 1, 179–182. **2008.**
- Tapas A. R., Sakarkar D. M. & Kakde R. B., Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 7 (3), 1089-1099. **2008.**
- Touaibia M., et Chaouc, FZ. Pouvoir antioxydant des extraits de *Myrtus communis* L.obtenus *in situ* et *in vitro*. *Nature & Technologie*, 10: 03-08. **2014.**
- Trease E., Evans W.C., Pharmacognosie, Billiaire Tindall. London 13 th Edition. P 61-62. In Karumi Y, Onyeyili PA et Ogugduaja VO, 2004. Identification des principes actifs de l'`extrait de feuilles de *M. balsamia* (Baume du pomme). Journal of Medicine and scintific. Nigeria. Vol. 4(3): 179- 182. **1987.**
- Tripoli E., Guardia M. L., Giammanco S., Di Majo D., Giammanco M., Review Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: *Food Chemistry* 104 466 – 479. **2007.**
- Urquiaga I. N. E. S. and Leighton F. E. D. E. Plant Polyphenol Antioxidants and Oxidative Stress. *Biol. Res.* 33: 55-64. **2000.**
- Vincken J.P., Heng L., De Groot A., Gruppen H. Review Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry* 68, 275–297. **2007.**
- Wayner D. D. M., Burton G. W., Ingold K. U. et Locke S., Quantitative measurement of the total peroxy radical-trapping antioxydant capability of human blood plasma by controlled peroxidation. The important contribution made by plasma proteins. *FEBS letters*, 187(1), 33-37. **1985.**
- Yi-ling C., Pan-Kai C., Ramnaceae. In: Chen Yin-ling, ed, *FI. Reipubl. Popularissin*, 48 (1): 1-169. **1982.**
- Yu R., Mandlekar S., Tony Kong A.N., Molecular mechanisms of butylated hydroxylanisoleinduced toxicity: induction of apoptosis through direct release of cytochrome c. *Molecular Pharmacology*, 58: 431- 437. EPHE. **2000.**
- Zenk M.H., Juenger M., Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. *Phytochemistry Review* 68, 2757 – 2772. **2007.**

Résumé

A l'heure actuelle, de nombreuses études focalisées sur les effets thérapeutiques des plantes médicinales, dont le but de découvrir de nouveaux médicaments d'origine naturelle. Dans ce contexte on s'est intéressé à une comparaison de l'activité anti-oxydante des extraits et des huiles essentielles de la partie aérienne de deux plantes poussant à l'état spontané à l'ouest Algérien dans la région de Tlemcen : *Rhamnus alaternus* L et *Chenopodium album* L.

La première partie de cette étude concerne l'extraction des extraits bruts, qui a été faite par une macération à chaud en utilisant deux solvants de polarités différents à savoir : l'eau et l'éthanol. Ensuite l'extraction des huiles essentielles de deux espèces qui a été réalisé à l'aide d'un montage d'hydrodistillation de type Clevenger. De plus une étude phytochimique a été réalisée sur les extraits bruts qui nous a permis de cibler les différentes familles de composés existantes dans les échantillons des deux espèces. Et enfin l'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH•.

Tous les extraits testés ont montré un effet inhibiteur du radical DPPH•, donc les résultats obtenus indiquent que les extraits de *Rhamnus alaternus* et *Chenopodium album* constituent une source de substances actives ayant une propriété comme des agents anti-oxydants.

Mots clés : plantes médicinales, *Rhamnus alaternus* L, *Chenopodium album* L, les huiles essentielles, les polyphénols, étude phytochimique, l'activité anti-oxydante, DPPH•.

Abstract

Currently, many studies focus on the therapeutic effects of medicinal plants, including the goal of discovering new drugs of natural origin. In this context, we were interested in a comparison of the antioxidant activity of extracts and essential oils from the aerial part of two plants growing spontaneously in Algerian western in the Tlemcen region: *Rhamnus alaternus* L and *Chenopodium album* L. The first part of this study concerns the extraction of crude extracts, which was done by hot maceration using two solvents of different polarities namely: water and ethanol. Then the extraction of essential oils of two species which was carried out using a Clevenger type hydrodistillation assembly. Moreover, a phytochemical study on the crude extracts which allowed us to target the different families of compounds existing in the samples of two species. And finally, the evaluation of antioxidant activity by the method of DPPH •.

All the extracts tested showed an inhibitory effect on the DPPH • radical, therefore the results obtained indicate that the extracts of *Rhamnus alaternus* and *Chenopodium album* constitute a source of active substances having a property such as antioxidants.

Key words: medicinal plants, *Rhamnus alaternus* L, *Chenopodium album* L, essential oils, polyphenols, phytochemical screening, anti-oxidant activity, DPPH •.

المخلص

في الوقت الحالي، ركزت العديد من الدراسات على الآثار العلاجية للنباتات الطبية، بما في ذلك هدف اكتشاف أدوية جديدة ذات أصل طبيعي. في هذا السياق، كان الاهتمام بمقارنة النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات والزيوت الأساسية المستخرجة من الجزء العلوي لنبتتين ينموان تلقائياً في غرب الجزائر في منطقة تلمسان النبتتين *Rhamnus alaternus* و *Chenopodium album* هما موضوع دراستنا.

يتعلق الجزء الأول من هذه الدراسة باستخراج المستخلصات الخامة، والتي تم إجراؤها عن طريق النقع الساخن باستخدام مذيبات مختلفة القطبية وهما: الماء والإيثانول. ثم تم استخلاص زيوت عطرية من النبتتين تم إجراؤها باستخدام تجميع التقطير المائي من نوع Clevenger. بالإضافة اجري الفحص الكيميائي على المستخلصات الخامة من أجل استهداف العائلات المختلفة للمركبات الموجودة في عينات من النبتتين وأخيراً تقييم النشاط المضاد للأكسدة بطريقة DPPH •. جميع المستخلصات التي تم اختبارها أظهرت تأثيراً مثبطاً على جذو DPPH • اذن بينت النتائج المتحصل عليها ان مستخلصات *Chenopodium album* L ; *Rhamnus alaternus* L مصدرًا للمواد الفعالة التي لها خصائص مثل مضادات الأكسدة.

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية، *Rhamnus alaternus* L، *Chenopodium album* L، الزيوت الأساسية، البوليفينول، الفحص الكيميائي النباتي، النشاط المضاد للأكسدة، DPPH•.