

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE Science Alimentaire

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Fadila ETHALI

et

Djoumana HAMMOU

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Nutrition et Pathologie. -

THÈME

**L'étude de l' activité antioxydante
d'*Argania spinosa***

DEVANT LE JURY

Encadreur	Mr A. CHAALEL	Grade	MCA	U. Mostaganem
Président	Mme I. YAHLA	Grade	MCB	U. Mostaganem
Examineur	Mme N. BOUKEZZOULA	Grade	MCB	U. Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire des Microorganismes bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé

(LMBAFS) Année Universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant de nous avoir données la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Nous adressons, notre profonde gratitude et tout notre amour à nos parents, nos soeurs et frères, qui ont su nous faire confiance et nous soutenir en toutes circonstances,

Nous tenons particulièrement à remercier notre promoteur,

Dr abdelmalek CHAALEL, Professeur à l'université de Mostaganem, département -des sciences alimentaires- pour avoir accepté la charge d'être rapporteur de ce mémoire, nous le remercions pour sa disponibilité, ses pertinents conseils sa patience et pour les efforts qu'il a consenti durant la réalisation de ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury d'avoir honoré notre soutenance de Master Merci pour votre présence.

Nous voudrions remercier M. Bouzouina, nous ne saurons jamais la remercier assez pour son aide, sa disponibilité, son soutien et sa sympathie.

*Ainsi qu' à tous nos proches amis qui nous ont toujours soutenus et encouragés même dans
les périodes les plus difficiles.*

DEDICACES

*A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et
Qui m'ont donné un magnifique modèle de persévérance.
J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma
Reconnaissance et tout mon amour.*

A mes chers frères et sœurs.

A mes meilleurs amis (es).

A Toute la promotion biotechnologie générale 2021/2022

Je dédie ce mémoire.

FADELA & DJOUMANA

Résumé:

Le but de ce travail est d'évaluer l'activité d'oxydation d'*Argania spinosa* de la région de Stidia, wilaya de Mostaganem, par la méthode de piégeage du radicale libre DPPH.

les résultats de l'extraction a été réalisée avec un rendement de l'ordre de 49.58%. L'extrait des feuilles de l'arganier se caractérise par la présence d'un niveau élevé de polyphénols totaux 0.39 ± 0.004 mg EGlg, avec une présence de flavonoïdes de l'ordre de 0.320 ± 0.008 mg EQ/gMS. de l'extrait.

Les feuilles de l' *Argania spinosa* de la région de Mostaganem se caractérisent par une activité antioxydante intéressantes, ce qui ouvre la possibilité de l'investir ses éventuelles vertus médicinales.

Mots clés:

Argania spinosa - *Activité antioxydante* - Polyphénols - Flavonoïdes.

Abstract:

The aim of this work is to evaluate the oxidation activity of *Argania spinosa* from the region of Stidia, wilaya of Mostaganem, by the DPPH free radical scavenging method. the results of the extraction was carried out with a roundness of the order of 49.58%.

The extract from the leaves of the argan tree is characterized by the presence of a high level of total polyphenols 0.39 ± 0.004 mg EGl_g, with a presence of flavonoids of the order of 0.320 ± 0.008 mg EQ/gMS.

Extract the leaves of *Argania spinosa* from the Mostaganem region are characterized by an interesting antioxidant activity, which opens the possibility of investing its possible medicinal virtues.

Key words:

Argania spinosa - Antioxidant activity - Polyphenols - Flavonoids.

Liste des figures

Figure 1 : Fiche technique de la conservation des forêts de la wilaya de Tindouf, 2002	15
Figure 2 : Arbre de l' <i>Argania spinosa</i>	17
Figure 3 : Les Fruits de l' <i>Argania spinosa</i>	19
Figure 4 : La noix (graine) d'arganier	19
Figure 5 : Caractères botaniques de l'arganier	21
Figure 6 : Les feuilles et les fleurs de l'arganier	21
Figure 7 : Structure chimique des saponosides du bois de l'Arganier	22
Figure 8 : Structure chimique des Saponosides du tourteau de l'Arganier	24
Figure 9 : Les différentes étapes réalisées dans l'expérimentation	29
Figure 10 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique	38
Figure 11 : Teneur des composés phénoliques totaux en mg EAG lg de l'extrait méthanoïque	39
Figure 12 : Courbe d'étalonnage de la quercétine (mg/ml)	40
Figure 13 : Teneurs des composés flavonoïdes totaux en mg EAG lg de l'extrait méthanoïque	41
Figure 14 : Radical DPPH (IC50) d'Acide Ascorbique et l'extrait méthanoïque	42
Figure 15 : Evolution des taux d'inhibition de DPPH par extrait méthanolique	42
Figure 16 : Courbe étalonnage d'acide ascorbique µg/ml	43

Liste des Tableau

Tableau 1: Classification botanique de l'*argania spinosa*

Tableau 2 : Teneur en polyphénols d'extrait méthanoïque d' <i>Argania spinosa</i>	39
Tableau 3 : Teneur en flavonoïdes d'extrait méthanoïques d' <i>Argania spinosa</i>	41
Tableau 4 : IC50, inhibitions maximales et inhibitions minimales des extraits déterminé par la méthode de DPPH	43

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	2
DEDICACES	3
RESUME	4
ABSTRACT	5
LISTE DES FIGURES	7
LISTE DES TABLES	7
INTRODUCTION.....	10
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique	13
1. Généralité sur la plante d'Argan <i>Argania spinosa</i>	13
Histoire de la plante l'Argan	13
Aire de Répartition géographique de l'arganier	14
Taxonomie.....	15
2. Description de la plante.....	17
Classification botanique de l'arganier.....	17
Description botanique.....	20
Composition chimique de l'Arganier.....	22
3. Ecologie de l'Arganier.....	24
Conditions climatiques.....	24
Conditions édaphique	25
4. Reproduction de l'Arganier	25
5. Intérêt et usage de l'Arganier.....	26
Intérêt socio-économique	26
Intérêt biologique et diététique.....	26
Intérêt écologique	27
Chapitre 02 : Matériel et méthodes	29
1. Matériel végétal	29
2. Objectifs de l'expérimentation	29
3. Méthodes	30
Préparation des feuilles d'<i>Argania spinosa</i> L.Skeels	30
Méthode de l'extraction des polyphénols	30
4. Etude phytochimique	30
Détermination des composés phénolique totaux	30

Dosage des polyphénols totaux.....	31
Détermination des Flavonoïdes totaux.....	32
Dosage des flavonoïdes totaux	32
Mesure du pouvoir antioxydant de l'extrait	33
5. Etude des activités biologique et pharmacologiques	34
Activité anti-oxydante.....	34
Chapitre 03 : Résultats et discussion	38
1. Résultats d'extraction de polyphénol.....	38
Rendement d'extraction	38
Quantification des composés phénoliques.....	38
2. Evaluation du pouvoir antioxydant	41
Test de réduction du radical stable le DPPH	41
3. Discussion.....	43
Conclusion.....	45
LISTE DES REFERENCES	47

INTRODUCTION

L'Algérie est considéré parmi les pays connus pour leur diversité taxonomique vue sa position biogéographique privilégiée et son étendue entre la Méditerranée et l'Afrique subsaharienne. La flore algérienne est potentiellement riche en plantes médicinales et aromatiques, dont beaucoup d'espèces endémiques (Charrouf *et al.*, 2006). Ces espèces constituent pour notre pays une véritable richesse qui doit être préservée et valorisée dans le but de la recherche de nouveaux métabolites et principes actifs. Malheureusement, il y a eu peu d'efforts consacrés au développement des agents thérapeutiques de ces plantes. D'où notre choix d'une espèce endémique du sud-ouest de l'Algérie appelée *Argania spinosa* L. (Skeels).

Argania spinosa L. n'a plus besoin d'être présentée. C'est un arbre aux multiples usages qui joue un rôle socio-économique et environnemental très important dans le sud Marocain où il constitue la deuxième essence forestière avec plus de 800 000 ha. Mentionné en 1219 par Ibn El-Beïthar dans son « Traité des simples », puis en 1510 par Jean-Léon L'Africain dans sa « Description de l'Afrique », il est considéré comme un arbre spécifiquement Marocain, malgré qu'il en existe en Algérie. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés spécialement à cette espèce endémique, afin de démontrer que cette plante est bel et bien présente dans notre pays et avec une aire de répartition qui ne cesse d'augmenter grâce aux efforts des spécialistes.

Toutes les parties de l'arganier sont utilisables et présentent des grands intérêts économiques, médicaux et thérapeutiques (Charrouf *et al.*, 2006) et ceci grâce aux différents extraits tirés de ses organes (Pumareda *et al.*, 2006).

Notre modeste travail est scindée en trois chapitres :

Le premier chapitre regroupe un ensemble de données bibliographiques sur l'Arganier en particulier.

Le deuxième de la thèse est consacré au matériel utilisé et aux différentes méthodes et techniques utilisées au cours de notre travail expérimental. Ce chapitre est une étude des feuilles de l'Arganier.

Le troisième chapitre expose les résultats obtenus et à la fin une discussion et enfin une conclusion.

CHAPITRE 01

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

1. Généralité sur la plante d'Argan *ARGANIA SPINOSA*

Histoire de la plante l'Argan

L'arbre de l'Arganier est très anciennement connu et utilisé par l'homme puisque les premiers écrits sur l'Arganier sont ceux de géographe et médecins arabe qui ont étudié la région du Maghreb. En effet, AU Xe, XIe et XIIe siècle, les usages du fruit de l'Arganier ont été relatés respectivement par *El Bekri*, *El Idrissi* et *Ibn Radhom*. En 1219, *Ibn al Baythar*, médecin égyptien, décrit dans son « Traité des simples » l'arbre et la technique d'extraction de l'huile.

De même certaines sources indiquent que les Phéniciens ont connu l'arbre et l'ont exploité pour en extraire ses huiles (particulièrement dans la région d'Essaouira au Maroc), Ils auraient utilisé l'huile qu'ils produisent dans leurs comptoirs installés le long de la côte atlantique.

En 1515, *Hassan El Wazzam* dit le Léon l'Africain évoque dans son livre Description de l'Afrique, l'existence d'arbres épineux produisant un fruit dénommé « Argan » à partir duquel on extrait une huile servant pour l'alimentation et l'éclairage.

Ce n'est qu'en 1737, que la première description spécifique fut donnée par *Carl Von Linné* à partir seulement de rameaux séchés et sans fleurs dans son « Hortus Clifortianus » sous le nom de *Sidéroxylon spinosum L. (Bois de fer)*.

En 1791, *Hosst* mentionna l'utilisation de l'huile d'Argan dans les usines, notamment à Marseille, dans la fabrication du savon.

En 1906, *Coton* a pu isolé un principe actif du tourteau du fruit de l'arbre et l'identifie comme un mélange de saponines et l'appelle Arganine.

En 1926, *Lamaire*, publie à la suite de ses missions dans le Souss un premier article sur la végétation du Sud-ouest marocain, citant deux types d'Arganeraies : Celle à *Euphorbia Echinus* du littoral atlantique et celle à *Hesperola Barnum Platycarpum* (Maire) des montagnes d'Adar-ou-Amane ébauchant la première classification d'Arganerais des plaines et des montagnes.

En 1929, *Battino* s'intéresse à l'huile et aux d'autres produits d'Arganier notamment l'Aarganine isolée par *Cotton* et laquelle il prête une action hémolytique *in vivo et in vitro*.

En 1999, l'UNESCO a ajouté cet arbre à la liste de l'héritage mondial.

Aire de Répartition géographique de l'arganier

En Algérie, son aire de répartition géographique couvre un territoire relativement important dans le nord-ouest de la wilaya de Tindouf (Hamada de Tindouf), où cette espèce constitue la deuxième essence forestière après l'*Acacia raddiana*. Il forme dans ce territoire des populations dispersées, regroupées selon un mode contracté, le long des berges des oueds où il trouve les compensations hydriques nécessaires (Figure 01).

L'arganier de Tindouf formait, probablement, à l'origine une même unité écologique avec celle du Maroc qui couvrait de vastes territoires. A l'avènement des périodes glaciaires, un déplacement de la totalité de l'aire à arganier qui couvrait le territoire marocain s'est opéré vers le sud marocain (*Kechebar et al.*, 2013).

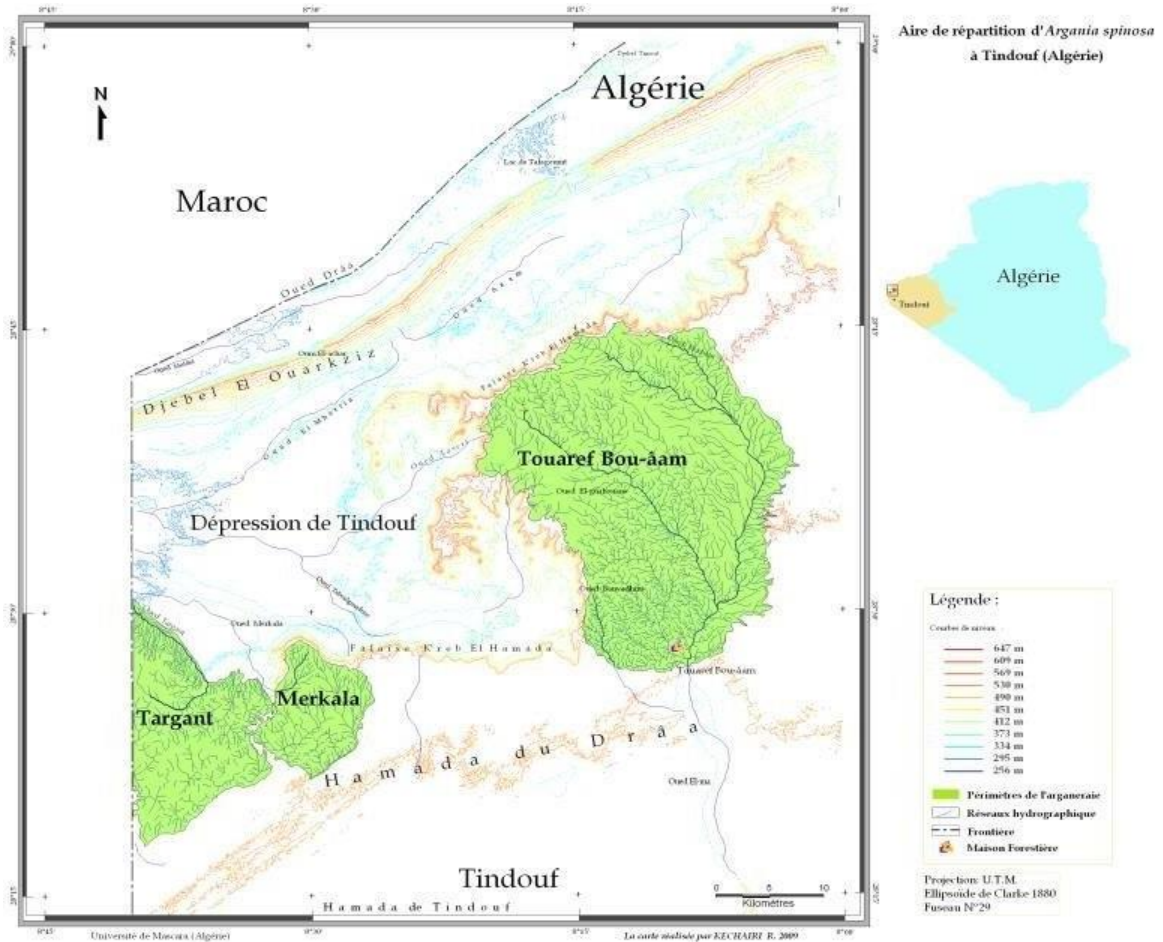


Figure 1 : Fiche technique de la conservation des forêts de la wilaya de Tindouf, 2002

Taxonomie

L'arganier, *Argania spinosa* (L.) Skeels appartient à une famille tropicale, celle des Sapotaceae, qui comptent environ 10 genres et 600 espèces. Espèce endémique spécifiquement marocaine, l'arganier est un arbre fruitier-forestier dont la taille ne dépassant guère 8 à 10 m. et dont, présente des rameaux épineux (M'hirit, Benzyane *et al.* 1998).

Le genre *d'Argania Roem et Schult* est monotype. Il appartient au phylum des Ebénales et à la famille tropicale et subtropicale des Sapotacées qui compte une cinquantaine de genres et plus de 600 espèces (M'Hirit *et al.*, 1998).

L'arganier, *Argania spinosa* (L.) Skeels est synonymes *Argania sideroxylon* Roem. Et *Schult.* = *Sideroxylon spinosum* L. = *Elaeodendron Argan* Retz. Son vernaculaire est argan (berbère). Sa classification botanique se présente comme suit (**Tableau 1**).

Tableau 1: Classification botanique de l'argania spinosa.

Nom	<i>Argania spinosa</i> L (Skeels)
Embranchement	Phanérogames
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Ordre	Ebenales
Famille	Sapotacées
Genre	Argania
Espèce	spinosa

La systématique de l'arganier selon Radi (2003), M'HIRIT *et al.* (1998) est comme suit :

- Embranchement : Phanérogame.
- Sous embranchement : Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- Sous classe : Gamopétales.
- Ordre : Ebénales.
- Famille : Sapotacées.
- Genre : *Argania*.
- Espèce : *Argania spinosa* L.

2. Description de la plante

Classification botanique de l'arganier

L'arganier est un arbre oléagineux, c'est un arbre épineux d'où le nom d'espèce « *spinosa* », de taille pouvant atteindre 8 à 10 m de hauteur selon les conditions écologiques, la cime est très grande et étalée, dense et à contours arrondis (**Figure 2**). Le tronc très vigoureux et court, avec une grande couronne, et l'écorce rugueuse craquelée en « peau de serpent », permettent aux chèvres de grimper dans la couronne pour brouter les feuilles et les fruits. Cela conduit à la réduction de l'arganier à l'état de buissons médiocre (7 à 10 m).

L'arganier est très résistant à la chaleur et à l'aridité. Il peut supporter des températures allant jusqu'à 50°C. Grâce à son système racinaire puissant, l'arganier maintient les sols, entretient leur fertilité et les protège contre l'érosion hydrique ainsi que l'éolienne qui menacent de désertification des sols situés notamment au sud.



Figure 2 : Arbre de l'*argania spinosa*

Le caractère polymorphe de l'arganier est très rencontré, du fait qu'on trouve des formes extrêmement variées selon les secteurs et le stade du développement de l'arbre.

Les feuilles alternes, souvent réunies en fascicules, entières lancéolées, généralement longues de 2 à 3 cm, de couleur vert sombre à la face supérieure, plus claire en dessous, glabres, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées. Les feuilles d'arganier sont sub-persistantes même en période de sécheresse.

La fleur de l'arganier est monoïque (hermaphrodite), pentamère, constituée en glomérules localisés au niveau des entrenœuds et à l'aisselle des feuilles et pouvant être composés de 15 fleurs et plus. Celles-ci sont blanches à jaune verdâtre. Le calice de la fleur est composé de cinq sépales pubescents succédant à deux bractées. La corolle, en cloche, est formée de cinq pétales obtus et arrondis. La floraison a lieu en Mai-Juin et conduit à des fruits qui deviennent matures vers septembre.

Le fruit de l'arganier est une drupe dont la couleur à maturité évolue vers le jaune ou le rouge (Bani-Aameur *et al.*, 2000). Il présente six formes différentes : fusiforme ; ovale apiculée, ovale, goutte, arrondie et globuleuse. Sa taille varie de 1 à 5 cm.

Il est formé d'un péricarpe charnu qui couvre un noyau très dur (ou noix), représentant environ un quart du poids du fruit frais (**Figure 3**) (Adlouni, 2010).



Figure 3 : les fruits de l'Argania spinosa.

Au centre du fruit se trouve une noix constituée d'une à trois amandes albuminées et huileuses renfermant jusqu'à 55% d'huile (**Figure 4**). A maturation, le fruit prend une couleur jaune ou jaune-brun clair en fonction des arbres. La couleur sombre se développe après abscission.



Figure 4 : La noix (graine) avec amande d'arganier

C'est à partir de cette amande que l'huile d'argan est extraite, ce qui donne une huile comestible et un tourteau.

Le bois de l'arganier est très dur et compact, de densité variant de 0,9 à 1, appelé bois de fer, de couleur blanc-jaunâtre. Il est utilisé comme bois de chauffage (Jaccard, 1926 ; Nouaim *et al.*, 1991).

Les racines de l'arganier plongent très profondément dans le sol (30 m de profondeur), ce qui permet ainsi la récupération des eaux à partir de couches profondes, et par conséquent une adaptation de l'arganier à un climat semi-aride et aride (Mokhtari, 2002).

L'huile d'argan est une essence forestière parmi les plus originales et remarquables de l'Afrique du Nord par son intérêt botanique et par ses usages multiples à caractère écologique et socio-économique.

Description botanique

L'arganier, *Argania spinosa* (L.) Skeels est le seul représentant en Algérie de la famille tropicale des Sapotaceae. À l'état adulte, lorsqu'il n'est pas mutilé ou soumis à l'action des troupeaux, ce qui est exceptionnel, c'est un arbre de grande taille à tronc court et tourmenté et très grande couronne. Il possède un bois très dur et lourd, une écorce rugueuse craquelée en « peau de serpent », des rameaux aux extrémités épineuses et des feuilles d'un vert plus clair dessous que dessus. La ramification est très dense, les feuilles sont sub-persistantes, coriaces, alternes ou fasciculées, aborales à lancéolées atténuées à la base en un court pétiole, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées (**Figure 06**).

Les fleurs, hermaphrodites, apparaissant en mai- juin, de couleur blanche à jaune verdâtre, sont gamopétales (tube très court) (**Figure 05**). Le calice de la fleur est composé de cinq sépales pubescents succédant à deux bractées (Emberger, 1938 ; Mensier, 1995). La corolle en cloche est formée de cinq pétales obtus et arrondis.

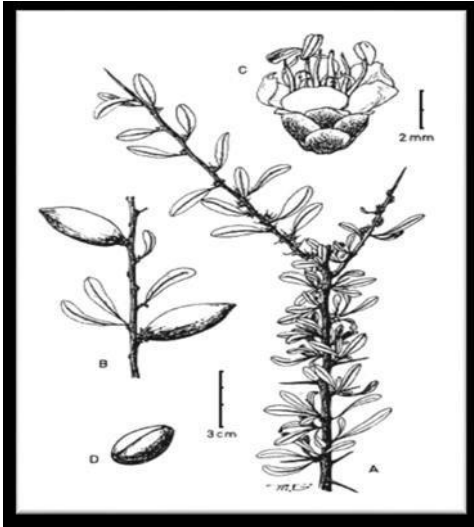


Figure 5 : Caractères botaniques de l'arganier A : branche avec inflorescences ; B : *rameau avec fruit* ; C : *fleur* ; D : *graine*.



Figure 6 : Les feuilles et les fleurs de l'arganier

Le fruit est une baie vert jaunâtre, apparaît au bout de 9 à 16 mois, de forme et de dimension variables, de taille allant de l'olive à la noix de forme variable. Il possède un péricarpe charnu avec un noyau central très dur comprenant une amande source de l'huile d'Argan.

Composition chimique de l'Arganier

i. Feuille

D'après El kabouss *et al.*, 1995 ; La feuille d'Arganier est très riche en composés polyphénoliques principalement les flavonoïdes.

L'extrait lipidique représente 4.4% des feuilles avec un taux d'insaponifiable de 27%. Ce dernier renferme des stérols (5%), des méthylstérols (1%), des triterpènes monohydroxylés (32%) et dihydroxylés (22%) ainsi que des hydrocarbures et des tocophérols (16%). Les principaux composés isolés sont T- amyrine, N-amyrine, lupéol, i- taraxastérol, érythrodiol, spinastérol et schotténol.

ii. Bois

Le bois de l'Arganier est particulièrement riche en saponines, celles-ci étant retrouvées à une concentration d'environ 6 %. L'étude phytochimique du bois de ce dernier a permis d'identifier trois nouvelles Saponines triterpéniques (Figure 8) nommées Arganine G, H et J. Récemment, on a pu isoler cinq nouvelles saponines à partir du bois de l'arganier, qui sont les arganines L, O, P, Q et R.

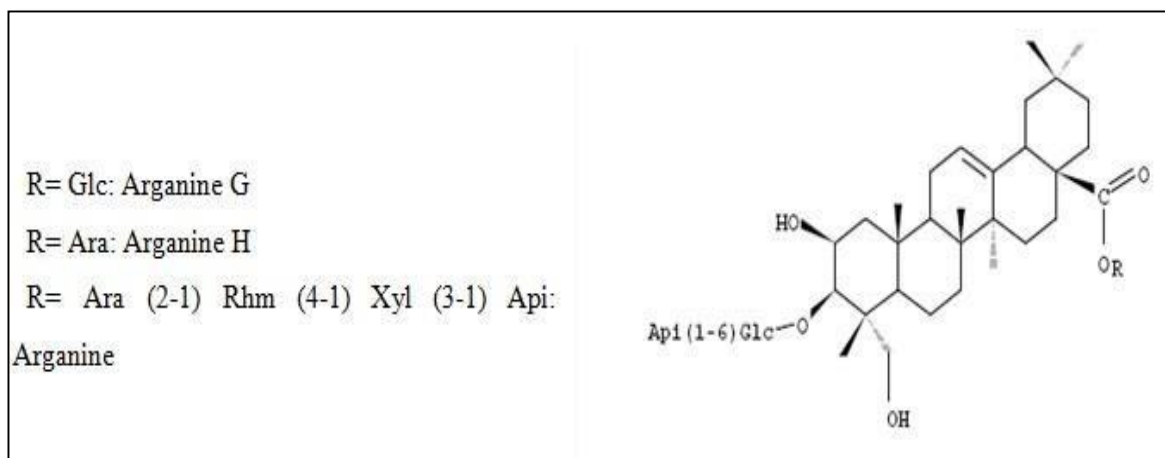


Figure 7 : Structure chimique des saponosides du bois de l'Arganier.

iii. Pulpe

Caractérisée par une forte teneur en cellulose, glucides et protide. L'extrait lipidique de la pulpe est constitué de glycérides composés essentiellement d'acide gras myristique et linoléique ; de latex comme le Poly isoprène et d'insaponifiables qui sont triterpènes, des stérols, et les saponosides. Des poly phénols ont été également mis en évidence dans la pulpe du fruit de l'Arganier, la (+)-catéchine, la (-)-épicatéchine, la rutine, l'acide phydroxybenzoïque et les dérivés hydroxycinnamiques. L'érythrodiol, le lupéol, l'T-et la N- amyrine, d'autres triterpènes ont été isolé dans l'insaponifiable de la pulpe; il s'agit du taraxastérol, i- taraxastérol, bétulinaldéhyde et bétuline. Les stérols identifiés dans la pulpe du fruit de l'Arganier sont le schotténol et le spinastérol, leur teneur dans l'insaponifiable est inférieure à 0.4%.

Les substances volatiles de la pulpe du fruit de l'Arganier ont été analysées, le résorcinol a été identifié comme étant le composé majoritaire (73,5%).

2- Tourteau

C'est les résidus d'extraction de l'huile, de couleur blanchâtre très amer. Il est riche en glucides et en protéines, il renferme un important groupe pharmacodynamique à large spectre d'activité biologique constitué de poly phénols et saponosides.

Sept saponosides ont été isolées et identifiées dans le tourteau de l'Arganier (Figure 9), 5 sont des nouvelles substances naturelles nommées Arganine A, B, C, D, E, F, Mi- Saponine

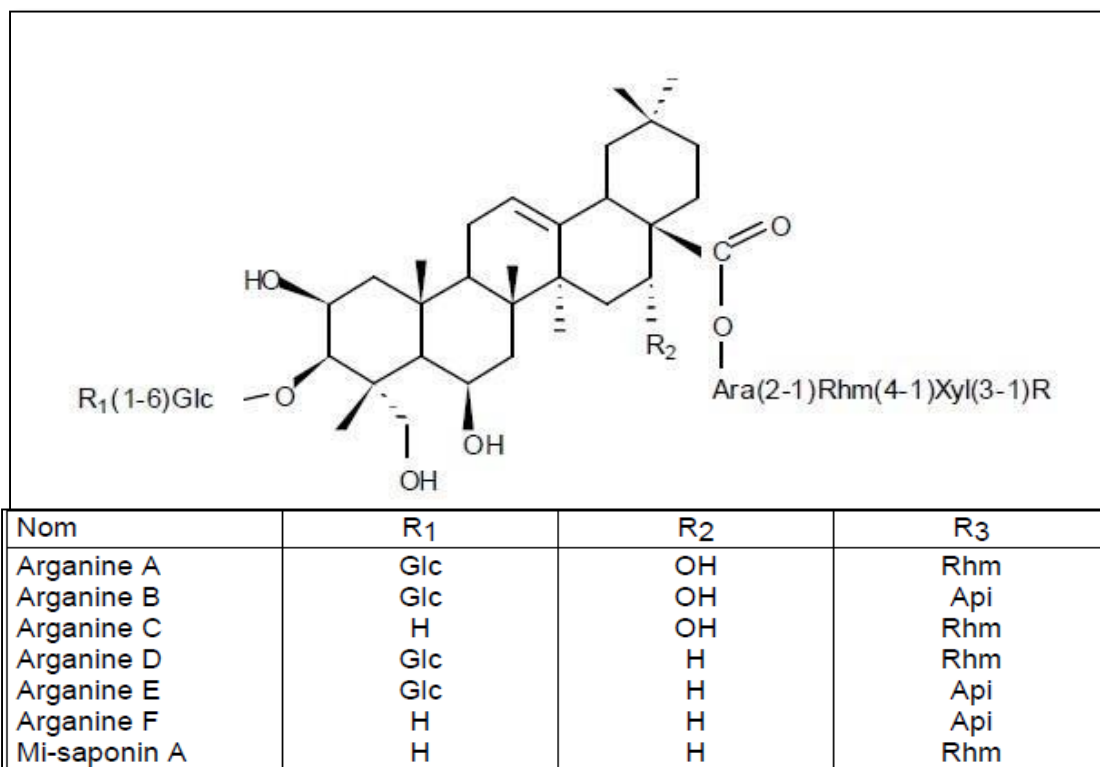


Figure 8 : Structure chimique des Saponosides du tourteau de l'Arganier.

3. Ecologie de l'Arganier

L'arganier est une espèce thermoxérophyle résistantes, admirablement adaptée aux conditions climatiques et édaphique rudes. Des études biologique, physiologiques et génétique, réalisées sur l'Arganier ont confirmé que cette espèce peut résister à des conditions écologique d'une extrême sévérité. Son are de réparations chevauche avec les bioclimats sahariens, arides et demi arides.

Conditions climatiques

- **Pluviométrie :** l'Arganier peut supporter des régimes de précipitation très faibles et variable selon les régions qu'il occupe. En semi-aride, la pluviométrie est en moyenne comprise entre 250 et 400m/an et dans les zones sahariennes les pluies descendent au-dessous de 100m/an.
- **Humidité :** les arganiers exigent une atmosphère humide surtout en période estivo-automnale, ce qui explique sa présence au niveau des zones littorales de l'océan

atlantique ou nous enregistrons une forte saturation en humidité par les brumes, brouillards et rosée.

- **Température** : de point de vue thermique, l'arganier essence thermoxérophyte peut supporter les périodes chaudes avec des températures très élevées pouvant dépasser 50°C (Tindouf), et des températures extrêmement minimales inférieures à 2,6°C.
- **Altitude** : l'Arganier peuple les tronçons altitudinaux allant du littoral à 1600-1700m d'altitude sur le versant sud du haut Atlas occidentale et l'Anti-Atlas.

Conditions édaphiques

L'Arganier est une essence qui semble être indifférente à la structure physico- chimique des substrats du sol, il pousse sur tous types de sols, y compris les sols salés.

On le retrouve également sur les schistes, les roches calcaires et les alluvions. Cependant, il semble exclure les dunes. Par ailleurs, l'Arganier semble supporter une large gamme de pH allant de 4.6 à 7.5.

4. Reproduction de l'Arganier

La reproduction de l'arganier peut être

- **Germination naturelle** : Elle se fait par la chute de graines sur le sol mais nécessitent un sol approprié et des conditions climatiques favorables ; surtout pour la survie des plantules après germination.

- **Le reboisement** : Il consiste à récolter et sélectionner des graines et semis en pépinière. L'élevage des plants en pépinière est la seule alternative pour augmenter les chances de réussite de la plantation.
- **Rejets de souche** : La régénération par des rejets est très rapide après un incendie ou des coupes mais nécessite une mise en défens pendant 6 à 8 ans pour protéger les rejets contre le pâturage.
- **Bouture** : Cette technique est en cours d'essais, on reporte que l'Arganier peut se multiplier par boutures à partir des jeunes pousses mais cette technique nécessite la mise en œuvre d'un brunissement. Les boutures peuvent être obtenues à partir de rameaux prélevés sur des adultes ou sur de jeunes arbres maintenus en serre.

5. Intérêt et usage de l'Arganier

Intérêt socio-économique

L'arganier est en effet, un arbre multi-usagers, chaque partie ou production de l'arbre est utilisable et est une source de revenu ou de nourriture pour la population qui doit sa subsistance à l'Arganeraie. Ce patrimoine qui offre 1.470.000 journées de travail familial par an pour la seule opération d'extraction d'huile (la production d'un litre d'huile nécessite une journée et demi de travail) et constitue un support alimentaire permanent pour plus de 250.000 petits ruminants (caprins, ovins), représentant une importante source de vie pour des centaines de milliers d'autochtones. Tout en les stabilisant dans leurs campagnes, cette forêt a fortement limité le phénomène d'exode rural. Au point de vue production, l'Arganeraie offre une triple vocation : forestière, pastorale et fruitière.

Intérêt biologique et diététique

L'huile d'argan est riche en matières grasses du type oléique-linoléique, elle contient environ 80% d'acides gras insaturés, qui ne présentent aucun problème d'assimilation et de digestion par l'organisme humain. La proportion des acides gras de l'huile d'argan dépasse celle du lait de la femme qui ne titre que 10% d'acide linoléique, ainsi que celle du lait de vache, de la viande, et du poisson. L'acide linoléique, bien représenté (environ 34%), intervient dans la biosynthèse des prostaglandines, hormones régulatrices des échanges membranaires qui jouent un rôle prépondérant dans la perméabilité de l'épiderme (Abdullah et Mohammed, 2012).

Intérêt écologique

Cet arbre a des propriétés écologiques et physiologiques et il est le seul pratiquement adapté aux régions arides et semi-arides où il pousse. Dans ces zones, l'arganier est pratiquement irremplaçable pour la conservation des sols et des pâturages, la lutte contre l'érosion et la désertification, la protection de la biomasse en assurant ses besoins à travers les phénomènes (évaporation, condensation) et la contribution à l'alimentation de la nappe phréatique. Grâce à ses racines, qui peuvent atteindre plusieurs mètres de long, cet arbre très rustique participe à la fixation des sols qu'ils enrichissent par ailleurs en matières organiques issus des feuilles mortes. Certains chercheurs ont inventorié jusqu'à cent variétés végétales.

CHAPITRE 02

MATERIAL ET METHODES

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

Les feuilles d'Arganier ont été récoltées durant la période allant du mois de Juin 2022 de la wilaya de Mostaganem, région de Stidia (Nord-ouest de l'Algérie). Cette étude est portée sur les feuilles des fruits d'*Argania spinosa* L. Skeels.

2. Objectifs de l'expérimentation:

L'objectif général de ce travail est de déterminer le contenu en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux dans les feuilles de l'Arganier.

Ensuite mesurer le pouvoir antioxydant des composés phénoliques contenu dans l'extrait de la plante étudié.

Les étapes de l'expérimentation sont présentées dans la Figure 10 :

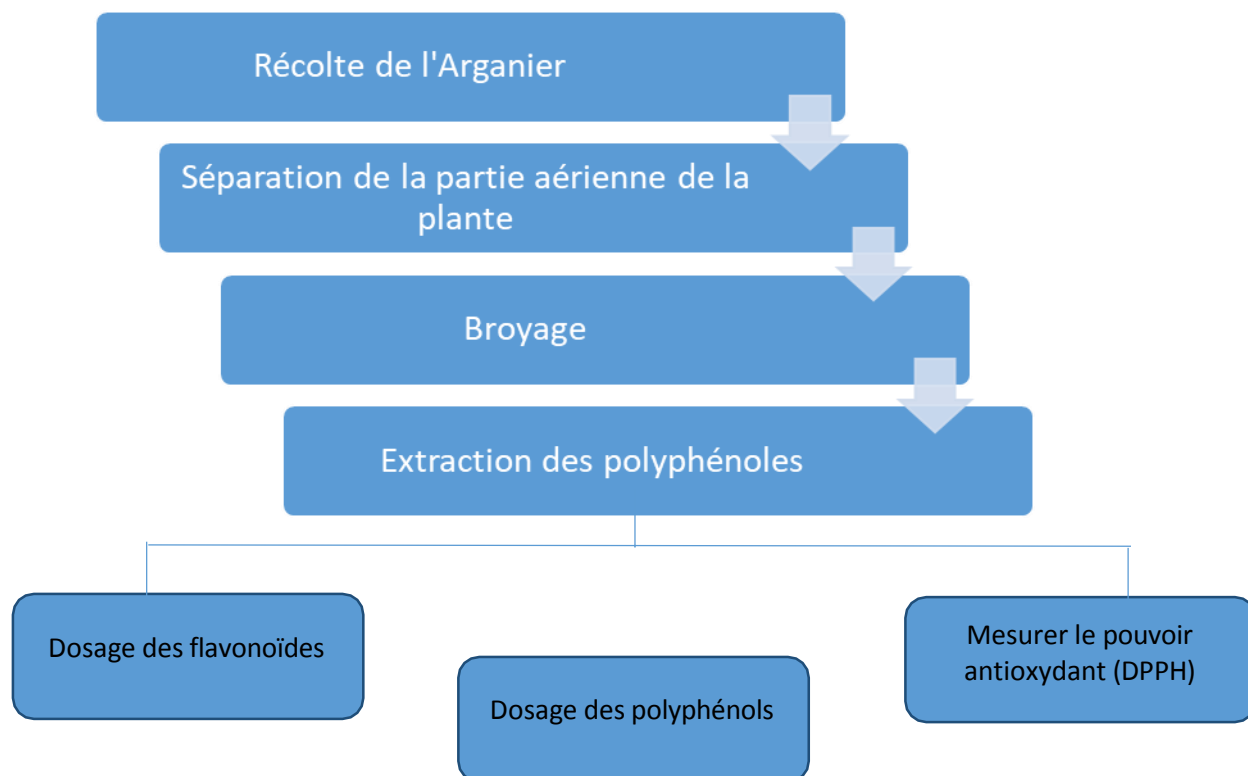


Figure 9 : Les différentes étapes réalisées dans l'expérimentation.

3. Méthodes

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau de Laboratoire de recherche, Faculté de biologie, université de Mostaganem (UMAB)

Préparation des feuilles d'*Argania spinosa* L. Skeels :

La préparation des feuilles, a été réalisée selon les étapes suivantes :

- Les feuilles arrivées à la saison de récolte ont été cueillis et soigneusement lavés puis séchés à l'ombre à température ambiante.
- Notre étude a été réalisée sur les feuilles broyées directement après séchage.

Méthode de l'extraction des polyphénols

Mode opératoire : Le dosage des composés phénoliques dans la feuille d'Arganier a été fait comme suit :

Préparation de l'échantillon :

- Presser 5.27g de poids de feuille
- Ajouter 40ml de méthanol est 10ml de l'eau distillé
- Mets le dans l'agitateur (24h)
- Filtration et le recueil du filtrat

4. Etude phytochimique

Détermination des composés phénolique totaux

Plusieurs méthodes analytiques peuvent être utilisé pour la quantification des composés phénoliques totaux. L'analyse par le réactif de Folin Ciocalteu est la plus utilisée. Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_2PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{48}$). Lors de l'oxydation, il est réduit en un mélange d'oxyde bleu. La coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait analysé (Boizot et Charpentier, 2006).

Dosage des polyphénols totaux :

Les polyphénols totaux sont dosés par la méthode colorimétrique de Slinkard et Singleton. (1977).

Principe :

Le réactif de Folin Ciocalteu (FCR) est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phospho tungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phospho molybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène.

Les étapes de la préparation de courbe d'étalonnage

- Prendre 1ml de l'extrait et 39ml de l'eau distillée.
- Préparation de 3 tubes à essais numérotés de 1 à 3
- Préparer la courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique.
- On ajoute 5ml de folin, après 5 minutes qui passe après la préparation de 1ml de folin dans 9ml de l'eau distillé.
- Puis on ajoute 4ml de carbonate de sodium après les 5 minutes, ensuite on le met dans un endroit fermé et sombre pendant 1 heure.
- La lecture de l'absorbance se fait à 765nm.
- Le blanc est préparé avec 1ml de méthanol, 49ml de l'eau distillé et 4ml de carbonate de sodium.

Lecture

Calculer la concentration des composés phénoliques selon l'équation de la droite linéaire : $Y = ax + b$ obtenue par le tracé de la courbe d'étalonnage. D'après la loi de Beer Lambert, l'absorbance est proportionnelle à la concentration, dont :

$$\text{Absorbance} = a (\text{concentration d'acide gallique en } \mu\text{g}) + b$$

Y : représente l'absorbance, X : représente la concentration en phénols

L'expérience a été réalisée en triplicata (courbe d'étalonnage et échantillons).

Détermination des Flavonoïdes totaux

La teneur des flavonoïdes totaux contenu dans les extraits feuilles, fleurs et brindilles de *l'hymalaea hirsuta* a été déterminée en appliquant la méthode décrite par Chang *et al* (2002).

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyde (OH) libre en position 5, susceptible de donner avec le groupement CO un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Ils forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (Fer *et aluminium*). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (Ribéreau-Gayon *et al*, 1972).

Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes dans les extraits bruts de feuille a été déterminée par spectrophotométrie selon la méthode décrite par Kim *et al.*, 2003.

Mode opératoire :

Préparation de l'échantillon :

- Peser 1mg d'extrait de feuille.
- Ajouter 9 ml de méthanol,
- Préparer 2g de $AlCl_3$ + 100ml de méthanol
- Introduire la solution obtenue dans un tube à essai.

Préparation de la courbe d'étalonnage :

- Préparer 3 tubes à essais numérotés de 1 à 3,
- Préparer 1ml de chaque tube d'extrait
- Prendre 1ml de $AlCl_3$
- Laisser reposer pendant 10mn.
- Mesurer l'absorbance à 430nm

Lecture :

Calculer la concentration des composés phénoliques selon l'équation de la droite linéaire ; $Y = ax + b$ obtenue par le tracé de la courbe d'étalonnage. D'après la loi de Beer Lambert, l'absorbance est proportionnelle à la concentration, dont :

$$\text{Absorbance} = a (\text{concentration de Quercétine en } \mu\text{g}) + b$$

Y : représente l'absorbance, X : représente la concentration en flavonoïdes.

L'expérience a été réalisée en triplicata (courbe d'étalonnage et échantillons).

Mesure du pouvoir antioxydant de l'extrait

De nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydantes des composés phénoliques purs ou d'extrait. Dans notre étude nous avons utilisé des tests chimiques qui mesurent la réduction du radical stable le DPPH.

Principe de pouvoir anti radicalaire

Le test de DPPH est un des tests les plus utilisés pour déterminer l'activité anti-radicalaire de l'extrait.

La réduction du radical libre DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie UV-visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par la présence des extraits. Le DPPH est initialement violet, se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie.

Cette décoloration est représentative de la capacité des extraits à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques (Figure 11).

Mode opératoire :

Pour évaluer l'activité antioxydante, nous avons utilisé la méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) selon le protocole décrit par Dangles *et al.* (1999).

Préparation du DPPH

3.15 mg de DPPH est dissous (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) est dissoute dans 100ml duméthanol pure (CH₃-OH) pour obtenir une solution de DPPH.

Préparation des échantillons

2ml de notre extrait est dissout dans 1 ml de méthanol (CH₃-OH) ; à partir de cette concentration ; on prépare 4 tubes moins concentré que le premier ; on prépare (100 ; 50 ; 20 ; 10) en ajoutant 1 ml de DPPH.

Le mélange obtenu est ensuite gardé à l'abri de lumière à température ambiante pendant 30 minutes. La lecture de la densité optique à 517nm. On prépare des solutions d'acide ascorbique (vitamine C) de différentes concentrations et le même protocole que pour les échantillons est réalisé.

5. Etude des activités biologique et pharmacologiques :

Activité anti-oxydante :

Evaluation, *in vitro*, de l'activité antioxydante

L'activité antioxydant des extraits végétaux traduit leur aptitude à piéger les radicaux libres de l'organisme. Trois méthodes ont été utilisées pour évaluer l'activité anti radicalaire des extraits : DPPH (2,2 diphényl -1-picrylhydrazyl, ABTS (2,2 -azynobis - [3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid]) et FRAP (Ferrié Reducing Antioxidant Power).

Test du piégeage des radicaux DPPH

Le 1,1 -diphényl -2-picryl-hydrazyl (DPPH) est défini comme radical libre stable par vertu de la délocalisation de l'électron disponible qui provoque la couleur violette profonde, les composés hydro-aromatique, etc... Cette propriété est largement recommandée et utilisée dans la pratique analytique.

Quand la solution de DPPH est mélangée à une substance qui peut donner un atome d'hydrogène ou un électron, provoquera sa réduction (1,1 -diphényl-2-(2, 4,6 trinitrophényl) hydrazine (DPPH₂) avec la perte de la couleur violette est apparition d'une couleur jaune pâle

résiduelle due à la présence de groupement picryl (Molyneux, 2004). La capacité antioxydante des extraits a été exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la formule suivante :

$$\% \text{Inhibition} = [(A \text{ blanc} - A \text{ échantillon} / A \text{ blanc}] \times 100$$

A blanc : Absorbance du blanc (absorbance de la solution en absence de molécules testées)

A échantillon : Absorbance de la solution en présence de molécules testées.

Mode opératoire :

Le test du DPPH est réalisé en suivant la méthode décrite par :

- Préparation de la solution DPPH
- Préparer la solution de DPPH de 0.4g et 50ml de méthanol absolu.
- Conserver la solution obtenu à l'abri de la lumière à 4°C jusqu'à utilisation.

Préparation de la gamme de solution de l'extrait testé :

- Préparer 7 tube a essai numérotés de 1 à 7.
- Préparer une série de 7 solutions de l'extrait testé di méthanol absolu.

Préparation de la gamme de solution de antioxydants de référence :

- Prélever 4ml de DPPH en chaque tube.
- Ajouter dans chaque tube concentration diffèrent (25ml, 50, 75, 100, 200, 300) ml.
- Mesurer l'absorbance à 517nm.

CHAPITRE 03

RESULTATS & DISCUSSION

Chapitre 03 : Résultats et discussion

1. Résultats d'extraction de polyphénols

Le rondement d'extraction:

Le rondement de l'extraction se calcule par le rapport entre la masse de polyphénols extraits et la masse de la matière première végétale traitée. Le rondement exprimé en pourcentage est 49,58%.

Quantification des composés phénoliques

C'est une étape qui permet d'avoir une estimation sur la teneur en phénol totaux et en flavonoïdes de l'échantillon.

La teneur en polyphénols totaux

Le tracé de la courbe d'étalonnage donne une droite linéaire dans laquelle l'absorbance est proportionnelle à la concentration de l'étalon utilisé :

Pour le dosage des polyphénols le coefficient obtenu est $R^2=0.9797$

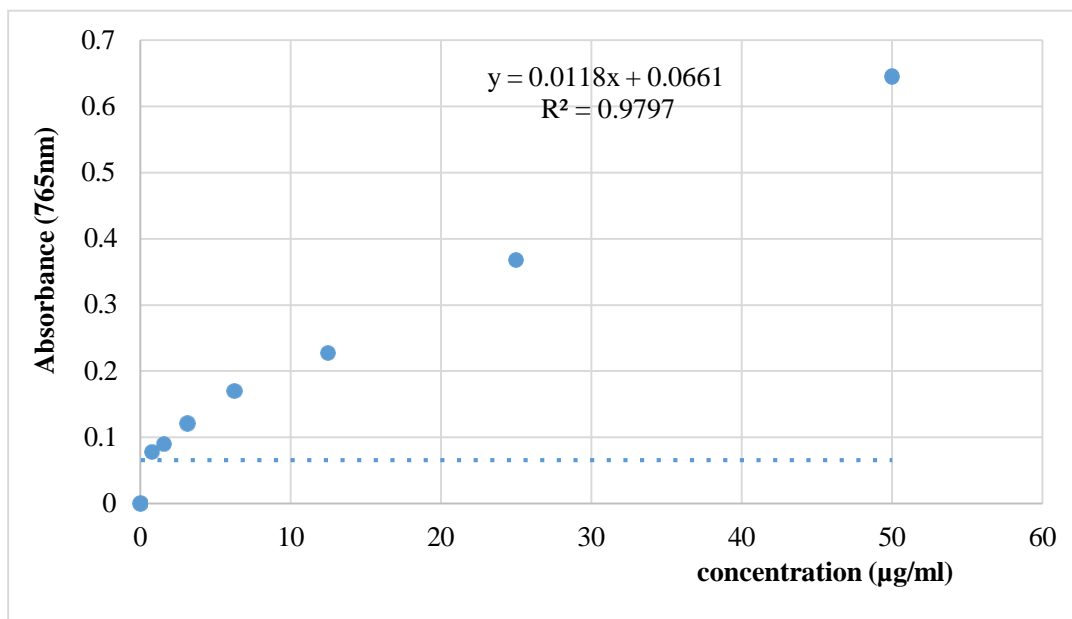


Figure 10 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

Le taux des polyphénols a été obtenu à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type $y=0.0118x + 0.0661$. Sachant que $R^2=0.9797$

Les teneurs en phénols totaux d'extrait méthanoïques d'*Argania spinosa* sont ainsi estimées au cours de notre analyse présentant une teneur 0.39 ± 0.004 mg EAG Ig M.S

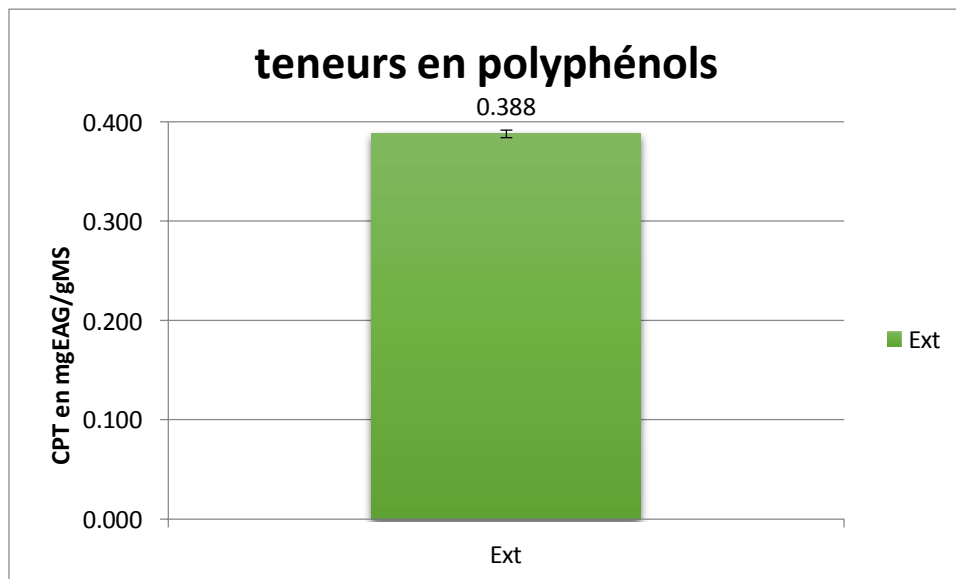


Figure 11 : Teneur des composés phénoliques totaux en mg EAG Ig de l'extrait méthanoïque.

Tableau 2 : Teneur en polyphénols d'extrait méthanoïque d'*Argania spinosa*

Extrait	Teneur en polyphénols
Extrait méthanoïques	0.39 ± 0.004

Teneur en flavonoïdes :

La raison principale pour laquelle on a choisi cette classe de polyphénols, réside dans le fait que les flavonoïdes constituent la classe polyphénolique la plus importante, avec plus de 5000 composés déjà décrits (Gomez-Caravaca *et al.*, 2006).

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃), à partir de la courbe d'étalonnage de la quercétine.

L'absorbance a été lue dans une longueur d'onde de 430nm. Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme par gramme.

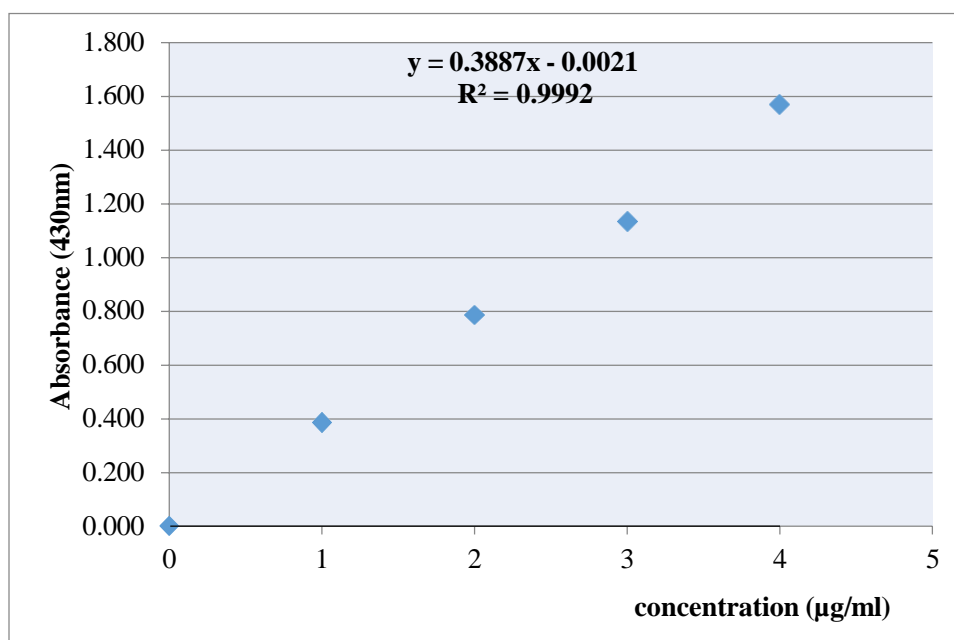


Figure 12 : Courbe étalonnage de la quercétine (mg/ml).

Pour le dosage des flavonoïdes le coefficient de corrélation obtenu est $r = 0.999$

Le taux des flavonoïdes a été obtenu à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type $y = 0.388 + 0.0021x$ sachant que $R^2 = 0.9992$.

Les teneurs en phénols totaux d'extrait méthanoïques d'*Argania spinosa* sont ainsi estimées au cours de notre analyse présentent une teneur de 0.320 ± 0.008 mg EQ/g MS.

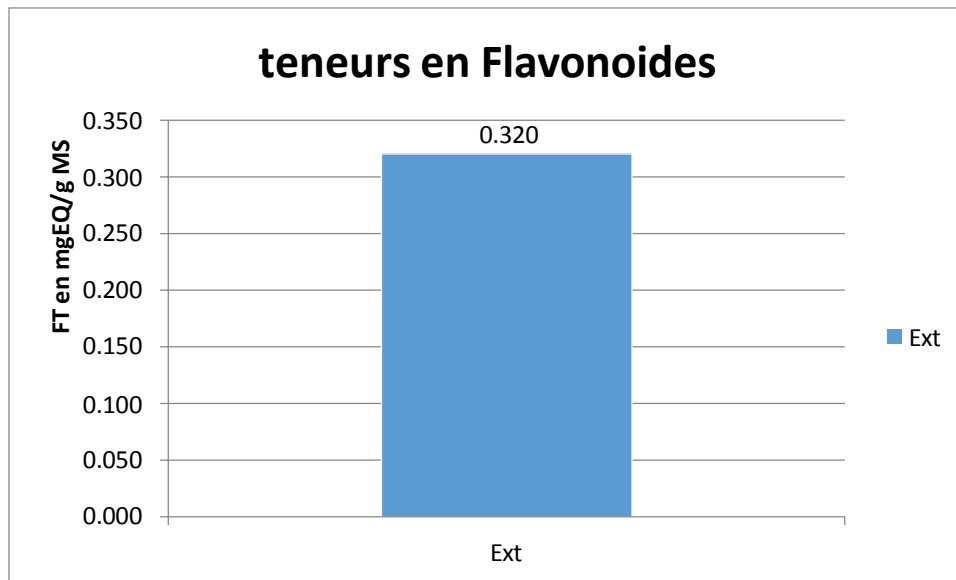


Figure 13: Teneurs des composés flavonoïdes totaux en mg EAG lg de l'extrait méthanoïque

D'après les résultats on constate que l'extrait de la plante étudiés, est riche en polyphénols.

Table 3 : Teneur en flavonoïdes d'extrait méthanoïques d'*Argania spinosa*

Extrait	Teneur en flavonoïdes
Extrait méthanoïque	0.320 ± 0.008

2. Evaluation du pouvoir antioxydant

2.1. Test de réduction du radical stable le DPPH

Le DPPH est un radical stable, qui pourrait être facilement employé pour la détection des propriétés antioxydantes de différents composés. Le potentiel antioxydant de l'extrait de feuille d'*Argania spinosa* a été déterminé en utilisant le test de piégeage des radicaux libres DPPH.

La figure présente graphiquement les pourcentages de l'activité antioxydant d'*Argania spinosa* et de l'acide ascorbique.

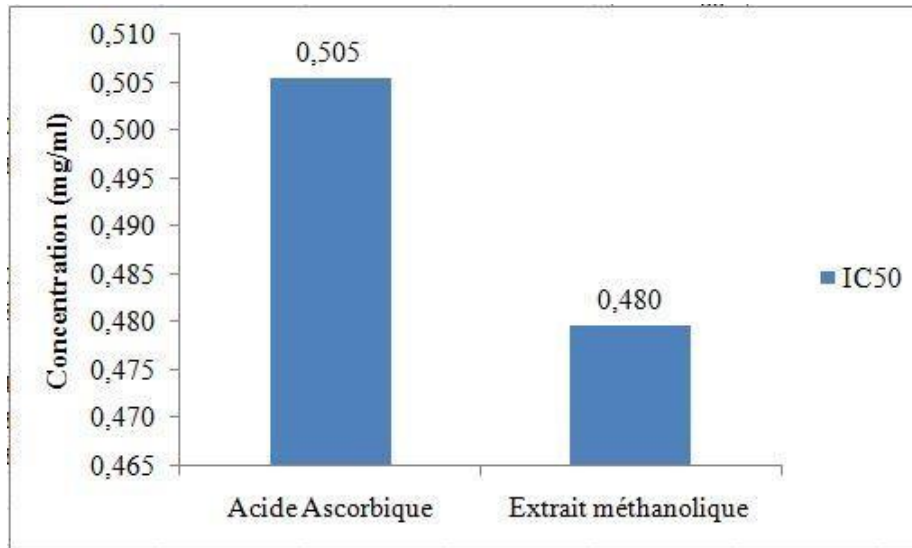


Figure 14 : Radical DPPH (IC50) d'Acide Ascorbique et l'extrait méthanolique.

Le pourcentage d'inhibition d'extrait méthanolique d'AS est supérieur à 90% à une concentration de l'ordre de 100 μ g /ml d'extrait d'AS. De plus Ic50 d'extrait méthanolique d'AS est égale de 0.505 μ g /ml.

Le taux de radical DPPH a été obtenu à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type : $-36.41x^2 + 117,33x$ sachant que $R^2=0.9993$.

Les résultats de la courbe d'étalonnage d'aide ascorbique sont représentées sur la figure (16-17).

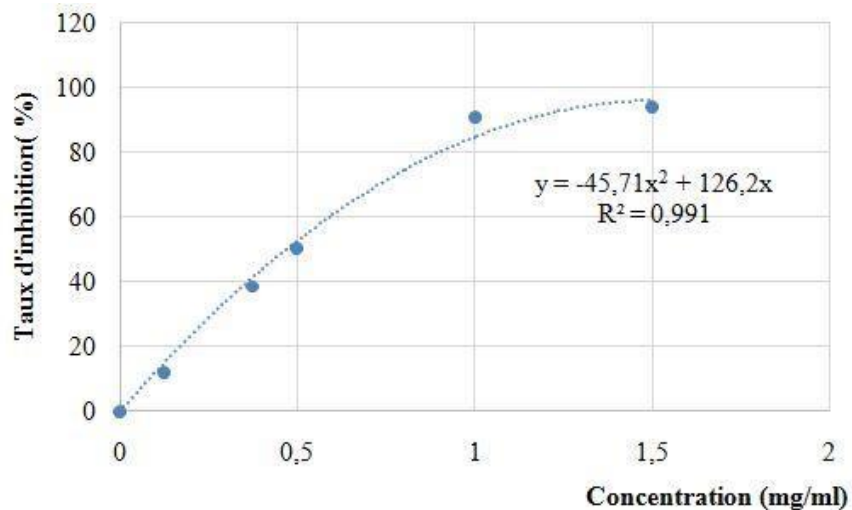


Figure 15 : Evolution des taux d'inhibition de DPPH par extrait méthanolique.

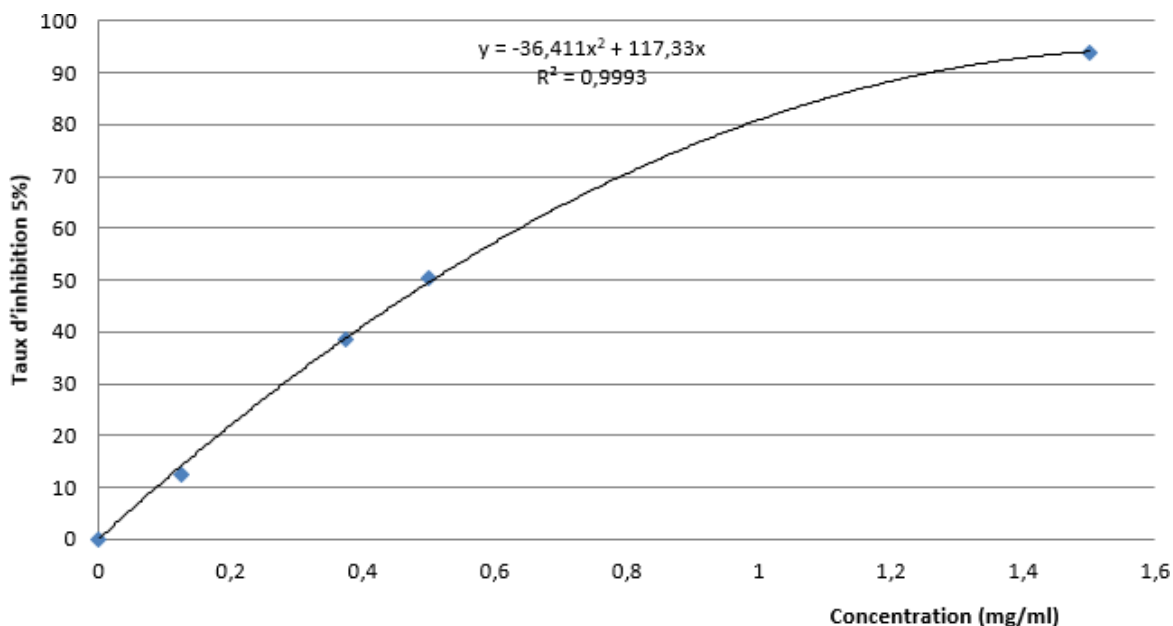


Figure 16 : Courbe étalonnage d'acide ascorbique $\mu\text{g/ml}$.

Table 4 : IC50, inhibitions maximales et inhibitions minimales des extraits déterminé par la méthode de DPPH.

Echantillons	I. max (mg/ml)	IC50 (mg/ml)	I. min (mg/ml)
Extrait méthanolique	94,01% à (1,5 mg/ml)	0,4795	12,10% (0.125 mg/ml)
Acide Ascorbique	94% à (1,5 mg/ml)	0.505	12,31% à (0.125 mg/ml)

3. Discussion

Un antioxydant est une molécule qui ralentit ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques à leur contact.

Les antioxydants se réduisent avec les radicaux libres en inhibant ainsi leur prolifération, la propriété antioxydante se trouve beaucoup dans les familles des thiols et des phénols.

Après avoir eu un échantillon d'*Argania spinosa* et avoir aussi passés par la méthode : DPPH nous avons constatés que la plante étudiée possède un pouvoir réducteur moins important que celui de l'acide ascorbique.

Les résultats obtenus montrent que *l'Argania spinosa* a un effet significatif sur le pouvoir réducteur en captant les radicaux libres et ainsi empêcher leurs proliférations qui sont à l'origine de des beaucoup de dégâts à long terme.

Les résultats obtenus au cours de notre travail montrent que *l'Argania spinosa* est une plante riche en polyphénols dans toute sa partie aérienne. L'activité antioxydante de cette plante a été prouvée dans ce travail et confirme l'utilisation très fréquente de cette plante en médecine traditionnelle.

Conclusion

Ce travail s'inscrit dans le cadre des travaux de recherche du laboratoire de l'Université de Mostaganem (Ex ITA) l'un des objectifs majeurs est la valorisation des plantes endémiques Algériennes. Nous avons pour cela sélectionné une espèce végétale endémique à usage multiple peu connue chez nous.

Compte tenu de ses caractéristiques botaniques, physiologiques et écologiques d'une part, et de son intérêt économique croissant d'autre part, l'Arganier est l'arbre d'avenir pour l'Algérie. C'est dans ce contexte, que notre étude vient pour contribuer à la connaissance et la valorisation de l'espèce *Argania spinosa* (L.) Skeels.

Le travail présenté dans cette thèse résume donc les résultats obtenus de l'extraction et de la caractérisation phytochimique de la feuille de la plante d'*Argania spinosa* L. Skeels. Après avoir déterminé leur composition chimique, nos efforts sont portés sur leur valorisation par le biais de la mise en évidence de leurs propriétés biologiques et pharmacotoxicologiques.

La première partie de notre travail expérimental a été consacrée à l'étude des feuilles d'*Argania spinosa* L. :

Il ressort de l'analyse phytochimique effectuée pour la première fois par UPLC-QTOF-ESI-MS que ces extraits sont riches en composés phénoliques particulièrement les dérivés glucosidiques de flavonols notamment la quercétine et la myricétine.

Cette étude a permis donc de montrer le potentiel cytotoxique de la feuille d'Arganier sur les cellules tumorales de la prostate et de déterminer leur IC50, les résultats obtenus sont à notre sens très encourageants.

L'étude du pouvoir anti-radicalaire a confirmé la propriété antioxydante puissante que possèdent les extraits de feuilles et de pulpe à piéger les radicaux libres, sa puissance est dépendante du contenu en polyphénols.

Le profil chimique et le potentiel pharmacologique des feuilles d'*Argania spinosa* L. n'ont pas encore été à ce jour complètement explorés. Cette étude contribue donc à une meilleure compréhension de sa composition et de ses propriétés biologiques ainsi de son éventuelle application en tant qu'agents antimicrobien et cytotoxique.

La présente étude montre particulièrement les feuilles d'Arganier pourraient être utilisées comme une nouvelle source pour la prévention et la thérapie naturelle. En conséquence, ces résultats peuvent ouvrir de nouvelles opportunités prometteuses pour la valorisation et le développement des sous- produits de l'arbre d'*Argania spinosa* L.

Le résultat de l'étude de l'argania spinosa à été donc positif car l'ensemble des résultats obtenus constituait une justification scientifique de son utilisation et de son évaluation.

LISTE DES REFERENCES :

- **Adlouni . A . 2010.** L'huile d'argan, de la nutrition à la santé. *Phytothérapie* 8, 89-97.
- **Bani-Aameur F.** Phenological phases of *Argania spinosa* (L.) Skeels flower. **For Genetics. 2000 ;7 : 333-8.**
- **Chahboun, J.,** "La filière triterpénique dans les lipides des feuilles d'*Argania spinosa*", Thèse d'Université, Université de Perpignan, France, (1993).
- **Charrouf Z, Pumareda L, Henry F, Pauly G, Flaconne G. 2006.** Valorisation des feuilles d'arganier: impact environnemental. *Bois et Forêts des Tropique*, n° 287 (1) 35-44.
- **Charrouf, Z.,** "L'huile d'Argane, une prodigieuse vitalité née au bord du désert". In *Espérance médicale*, V.9, N°87,(2002).
- **Charrouf, Z., J. M. Wieruszkeski, S. Fkih-Tetouani, Y. Leroy, M. Charrouf, et Fournet,B.,** "Triterpenoid saponins from *Argania spinosa*", *Phytochemistry*, V. 31, (1992), 2079-2086.
- **ElKabouss,A.,Charrouf,Z.,Touati,D.,Cherrah,Y.,Nouaim.R.,etAnton,R.,**"Etudedesflavonoïdesdesfeuillesdel'arganier",Incolloque«*LaForetàdésertification:casdesArganerais*»,(Octobre1995).
- **Emberger I. 1938.** Aperçu sur la végétation du maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du maroc, institut scientifique cherifien, rabat, p 157 .
- **Emberger, L.,**"Apropos de distribution géographique de l'Arganier", *Bull. Sté. Sciencesnat. Et phys.*, V.4, (1924), 151-153.
- **Fellat-Zerrouk, K., Smoug hen, S. et Maurin, R.,**"Etude de la pulpe du fruit de l'arganier (*Argania spinosa*) du Maroc. Matière grasse et latex", Actes Institut. Agron. Vét Rabat, V.7,(1987),17-22.
- **Hamdouch-Aouad, S.,** "Etude de la composition de la pulpe d'*Argania spinosa* (L) Sapotaceae", Thèse de 3me Cycle, Université Hassan II. Faculté des sciences Ben M'sik. Casablanca,(1995).
- **Harhar,H.,**"Contribution a la valorisation de l'Arganier (*Argania Spinosa*) Sapotaceae)", Thèse, Université mohammed V-Agdal-Rabat, (2009).
- Jaccard, 1926 ; Nouaïm et al., 1991.
- **Jaccard,P.,**"L'ArganierSapotaceaeoléagineuseduMaroc",*PharmaceuticaActaHelveticae*,(1926), 203-209.
- **Kebbadj, K.,** "Contribution à la connaissance des propriétés de l'huile d'Argan utilisée en dermo cosmétologie", Thèse doctorat pharmacie, Paris, (1986),28-73.
- **Kechbar K.S.A, Karoune S, Belhamra M, Rahmoune C. 2013.** étude structurale des peuplements d'arganier (*Argania Spinosa*) en Algérie , *Journal Algérien des Régions Arides*.

- **Kim, D., Chun, O., Kim, Y., Moon, H., et Lee, C.**, “Quantification of phenolics and their antioxidant capacity in fresh plums”, *J. Agric. Food Chem.*, V.51, (2003), 6509-6515.
- **M’hirit O, Benzyane M, Benchekroune F. 1998.** L’arganier : une espèce fruitière forestière à usage multiple. Ed Sprimont [Belgique] : Mardaga. p 150.
- **Miliauskas, G- Venskutunas P.R and Van Beek, T.A, 2004.** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food chemistry* 85:231-237.
- **Mokhtari, 2002;** Mokhtari et al., 2011; Taou q et al., 2011
- **Molyneux, P.2004.** The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity songklanakarin. *Journal of science technology*, 26(2): 211-219.
- **MorocoGuide.**“ArchivefortheFrançaisMarocCatégorie,L'Arganierunerichessesous-estimé du Maroc”,(2006).
- **Nouaim, R., Chaussod, R., El Aboudi, A., Schnabel, C. et Peltier, J. P.**, “L’Arganier. Essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. Physiologie des arbres et arbustes en zone sari des et semi-arides”, Groupe d’étude de l’arbre (Paris), (1991),373-388.
- **Oulad-Ali M., Kirchner, V., Weniger, B., Anton, R., Guillaume, D. et Charrouf, Z.**,“Structure elucidation of three triterpene glycosides from the trunk of *Argania spinosa*”, *Journal of Natural Products*,V. 59, (1996),193-195.
- **Pumareda L, Henry F, Charrouf Z, Pauly G, Falconnet G. 2006.** Valorisation des feuilles d’arganier: impact environnemental. *Bois et forêts des tropiques*, n° 287 (1). 35-44.
- **Radi, N.**, “L’Arganier arbre du sud-ouest marocain, en péril, à protéger”, Thèse Doctoratenpharmacie, Université de Nantes,(2003),59-62.
- **Radi, N.**, “L’Arganier arbre du sud-ouest marocain, en péril, à protéger”, Thèse pour le diplôme d’état de Docteur en pharmacie. Université de Nantes,(2003).
- **Ribéreau G(1968).** Les composés phénoliques des végétaux, Ed. Dund, Paris, pp-254
- **Wagret, P.**,“L’Arganeraie du Sud Marocain relique du tertiaire et providence des populations”, *Nature Science Progrès*, V. 85, (1962),390-393.
- **Yuan, Y.V Carrington, M,F., & Walsh, N, A (2005).** Extracts from fulse (*Palmaria palmate*) are effective antioxidants and inhibitors of cell proliferation in vitro. *Food and chemical Toxicoly*, 43, 1073-1081.
- **Zakaria. Z Aziz Lachimanan Y.L Sreenivasan, S., Rathinam, X.2008.** Antioxidant activity of *Coleus blumei*, *Orthosiphon stamineus*, *Ocimum basilicum* and *Mentha arvensis* from Lamiaceae family. *Int J Nat Eng Sci*, 2: 93-95.