



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بو عريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie

Thème

Evaluation de l'activité antioxydante des extraits de *Zizyphus lotus*

Présenté par : **BENDERRADJI Bouchra**

SEBBANE Rima

Devant le jury :

Président : M^{ME} BENSEGHIR Hadjira MAA (Université de BBA)

Encadrant : M^{ME} MEZITI Asma MCB (Université de BBA)

Examineur : M^{ME} DEHIMI Khadidja MAB (Université de BBA)

Année universitaire : 2017/2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي جَعَلَ الْمَوْتَ
وَالْحَيَاةَ وَالَّذِي
يُعِيدُ النَّاسَ
وَالَّذِي يُعَذِّبُ
وَالَّذِي يُرِيهِمْ
وَالَّذِي يُعَذِّبُ
وَالَّذِي يُرِيهِمْ



REMERCIEMENTS

*Avant tout propos, nous remercions **ALLAH** le tout Puissant de nous avoir donnée la capacité et la volonté Jusqu'au bout pour réaliser ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre encadreur **M^{ME}. MEZITI ASMA** pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grandir goureuse scientifique, sa disponibilité, ses précieux conseils, la confiance qu'elle nous a accordé et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce travail.*

*Nous avons remercié également **M^R. MIHOUB FOUED** L'ingénieur de labo de chimie pour ces conseils.*

Nous avons remercié également les membres de jury pour leur temps consacré durant la lecture et l'évaluation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux Responsables du laboratoire de la Chimie et de la biochimie de l'université BBA



ملخص

انواع الاكسجين التفاعلية تتأكسد ببطء مع جزيئاتنا البيولوجية، لحسن الحظ هناك نظام دفاعي ، نظام مضاد للأكسدة هذه الشبكة من مضادات الأكسدة ، إنزيمية أم لا ، تسمح لجسمنا بالدفاع ضد المواد المؤكسدة التفاعلية

وفي هذا السياق، حاولنا تقييم نشاط مضادات الأكسدة من مقتطفات مختلفة اعدت من اوراق نبات

Zizyphus lotus وهي شجيرة الفواكه المعروفة في الجزائر تحت اسم سدرة تستعمل في الطب الشعبي، لشفاء الجهاز الهضمي والكبد وأمراض الجهاز التنفسي.

تم الحصول على مقتطفات من هذا النبات عن طريق الغليان والنقع في اثنين من المذيبات القطبية: الماء والميثانول تكون العوائد على التوالي هي: 12.72% و 12.64%.

التحليل الكمي من إجمالي البوليفينول باعتماد Folin de ciocalteu كشف عن وجود كميات كبيرة ومماثلة من البوليفينول في كل من الميثانول ومستخلص المائي (0.047± 19.74 ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك /مغ مستخلص ميثانولي 0.011±19.49 ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك /مع مستخلص مائي) وأثبت ايضا تحليل الفلافونويدات بواسطة $AlCl_3$ احتواء هذه النبتة على كمية معتبرة من الفلافونويدات لهذين المستخلصين (0.010±6.48 ميكروغرام مكافئ حمض الكارستين /مغ مستخلص ميثانولي; 0.0042 ± 6.44 ميكروغرام مكافئ حمض الكارستين /مغ مستخلص مائي).

كشف النشاط الازاحي تجاه جذر DPPH وجود نشاط مضاد للأكسدة بنسبة عالية للمستخلص الميثانولي (IC_{50} = 0.01±0.51 مغ/مل) مقارنة مع المستخلص المائي (IC_{50} = 0.08 ± 0.96 مغ / مل).

الدراسة النشاطية المرجعية للحديد بطريقة FRAP للمستخلصين الميثانولي و المائي تشير إلى أن مستخلص الميثانول لديه قوة كبيرة الحد (IC_{50} = 0.012 ± 0.044 مغ /مل) مقارنة مع المستخلص المائي (IC_{50} = 1.074 ± 0.076 مغ /مل)، لكنها تبقى ضعيفة بالنسبة لنموذج حمض الغاليك (IC_{50} = 0.07 ± 4.94 مغ /مل) ولنموذج حمض الأسكوربيك (IC_{50} = 0.011±4.208 مغ /مل).

الكلمات المفتاحية : *Zizyphus lotus*, نشاط مضاد للأكسدة, مركبات فينولية, فلافونويدات, FRAP , DPPH.

Résumé

Les espèces oxygénées réactives oxydent lentement nos molécules biologiques. Heureusement, il existe un système de défense, le système antioxydatif. Ce réseau d'antioxydants, enzymatiques ou non, permet à notre corps de se défendre contre les substances réactives oxygénées. Dans ce contexte, nous avons tenté d'évaluer l'activité antioxydante des différents extraits préparés à partir des feuilles de *Zizyphus lotus* qui est un arbrisseau fruitier connu dans l'Algérie sous le nom vernaculaire sedra. C'est une plante utilisée en médecine populaire, pour soigner le tube digestif, le foie et les affections respiratoires. Les extraits de cette plante ont été obtenus par infusion et macération dans deux solvants polaires : l'eau et le méthanol. Les rendements respectifs sont : 12.72% et 12.64%.

L'analyse quantitative des polyphénols totaux en adoptant la méthode de Folin-Ciocalteu révèle la présence des quantités importantes et similaires de polyphénols dans les deux extraits méthanolique et aqueux ($19.74 \pm 0,047$ ug EAG / mg EME ; 19.49 ± 0.011 ug EAG / mg EAQ). De même, le dosage des flavonoïdes par la méthode d' $AlCl_3$ montre que cette plante contient une quantité raisonnable de flavonoïdes pour les deux extraits (6.48 ± 0.010 ug EQ / mg EME ; 6.44 ± 0.0042 ug EQ / mg EAQ).

L'étude de l'activité anti radicalaire vis-à-vis du radical DPPH a révélé une grande activité antioxydante de l'extrait méthanolique ($IC_{50} = 0.51 \pm 0.012$ mg/ml) en comparaison avec l'extrait aqueux ($IC_{50} = 0.96 \pm 0.083$ mg/ml).

Le pouvoir réducteur des deux extraits méthanolique et aqueux de *Zizyphus lotus* a été évalué par la méthode FRAP, les résultats obtenus montrent que l'extrait méthanolique possède un pouvoir réducteur important ($IC_{50} = 0.044 \pm 0.012$ mg/ml) par rapport à l'extrait aqueux ($IC_{50} = 1.074 \pm 0.076$ mg/ml), mais aussi inférieur à celui des standards ; l'Acide gallique ($IC_{50} = 4.94 \pm 0.07$ mg/ml) et l'Acide ascorbique ($IC_{50} = 4.208 \pm 0.011$ mg/ml).

Mots clés : *Zizyphus lotus*, activité antioxydante, composés Phénoliques, flavonoïdes, FRAP, DPPH.

Abstract

Reactive oxygen species slowly oxidize our biological molecules. Fortunately, there is a defense system, the anti-oxidative system. This network of antioxidants, enzymatic or not, allows our body to defend against reactive oxygenated substances. In this context, we tried to evaluate the antioxidant activity of the different extracts prepared from the leaves of *Zizyphus lotus* which is a fruit shrub known in Algeria under the vernacular name sedra. It is a plant used in folk medicine to treat the digestive tract, liver and respiratory diseases. The extracts of this plant were obtained by infusion and maceration in two polar solvents: water and methanol. The respective yields are: 12.72% and 12.64%.

Quantitative analysis of total polyphenols using the Folin-Ciocalteu method reveals the presence of important and similar amounts of polyphenols in both methanolic and aqueous extracts (19.74 ± 0.047 ug EAG / mg EME; 19.49 ± 0.011 ug EAG / mg E AQ). Similarly, the quantification of flavonoid assay by $AlCl_3$ method shows that this plant contains a reasonable amount of flavonoids for both extracts (6.48 ± 0.010 μ g EQ / mg EME, 6.44 ± 0.0042 μ g EQ / mg EAQ).

The study of radical scavenging activity toward DPPH radical revealed a high antioxidant activity of methanolic extract ($IC_{50} = 0.51 \pm 0.01$ mg / ml) in comparison with the aqueous extract ($IC_{50} = 0.96 \pm 0.08$ mg / ml).

The reducing power of the methanolic and aqueous extracts of *Zizyphus lotus* was evaluated by the FRAP method, the obtained results show that the methanolic extract has a important reducing power ($IC_{50} = 0.044 \pm 0.012$ mg / ml) in comparison to aqueous extract ($IC_{50} = 1.074 \pm 0.076$ mg / ml), but also lower than standard ; gallic acid ($IC_{50} = 4.94 \pm 0.07$ mg / ml) and ascorbic acid ($IC_{50} = 4.208 \pm 0.011$ mg / ml).

Key words: *Zizyphus lotus*, antioxidant activity, Phenolic compounds, flavonoids, FRAP, DPPH.

Liste d'abréviation

ABS : Absorbance

AG : Acide gallique

ASC : Acide Ascorbique

CAT : Catalase

RFC : Réactif de folin ciocalteu

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle.

EAG : Equivalent d'acide gallique

EAQ : Extrait aqueux

EME : Extrait methanolique

ERO: Espèces réactifs de l'oxygène

EQ: Equivalents de quercétine

FRAP : Capacités réductrices ferriques d'antioxydants (Ferricreducing/antioxidant power)

IC₅₀ : Concentration inhibitrice a 50%

NO : Monoxyde d'azote

RL : Radicaux libres

SOD : Super oxyde dismutase

Liste des figures

Figure 1. Les principales sources de génération de radicaux libres	3
Figure 2. La balance oxydants/anti-oxydants en équilibre	4
Figure 3. Squelette de base des composés phénoliques	5
Figure 4. Structure de base et classification des flavonoïdes	6
Figure 5. Aspect morphologique de <i>Zizyphus lotus</i>	8
Figure 6. Les feuilles sèches et la poudre de <i>Zizyphus lotus</i>	11
Figure 7. Decoction dans l'eau distillée	12
Figure 8. Evaporation du solvant au Rotavapor	12
Figure 9. Changement de couleur due à une réduction du molybdate d'ammonium(Jaune) par le noyau phénol (Bleu)	13
Figure 10. Différentes étapes du dosage des polyphénols totaux	14
Figure 11. Réaction entre $AlCl_3^+$ et les flavonoïdes	15
Figure 12. Différentes étapes du dosage des flavonoïdes.....	15
Figure 13. Réaction du radical DPPH	16
Figure 14. Réaction de réduction de fer.....	17
Figure 15. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	20
Figure 16. Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	20
Figure 17. L'activité anti radicalaire de l'extrait aqueux, méthanolique et l'acide ascorbique	23
Figure 18. L'évolution de la réduction du fer des deux extraits.....	24
Figure 19. L'évolution de la réduction du fer des deux standards.....	25

Liste des tableaux

Tableau I. Les espèces radicalaires et non radicalaires	2
Tableau II. Classification de <i>Zizyphus lotus</i>	7
Tableau III. Composition en métabolites secondaires des différents organes de <i>Zizyphus lotus</i>	9
Tableau IV. Les produits chimiques et les réactifs utilisés	11
Tableau V. Aspect, couleur et rendement des extraits aqueux et méthanolique des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	18
Tableau VI. La teneur en composés phénoliques des deux extraits aqueux et méthanolique	19
Tableau VII. L'activité anti radicalaire des extraits aqueux et méthanolique de <i>Zizyphus lotus</i> et de l'Acide ascorbique	22

<i>Introduction générale</i>	1
------------------------------------	---

1^{er} Partie : Synthèse Bibliographique

1.LES ESPECES OXYGENES REACTIVES	2
1.1.Sources des especes réactives oxygénés	2
1.2.Le stress oxydant	3
1.3.Les systèmes de défense antioxydants	4
1.3.1. Les antioxydants endogène	4
1.3.2. Les antioxydants exogènes	4
2.LES POLYPHENOLS	5
2.1.Les flavonoïdes.....	5
3.LA PLANTE DE <i>ZIZYPHUS LOTUS</i> L.....	7
3.1.Généralités	7
3.2.Classification de <i>Zizyphus lotus</i>	7
3.3.Description botanique.....	7
3.4.Utilisation traditionnelle	7
3.5.Composition phytochimique de <i>Zizyphus lotus</i>	9
3.6.Activités biologiques de <i>Zizyphus lotus</i>	9
3.6.1.Activité antimicrobienne et antifongique	9
3.6.2.Activité antidérogène et gastro protectrice	10
3.6.3.Activité analgésique et antispasmodique	10
3.6.4.Activites anti-inflammatoire	10
3.6.5.Activité antioxydante	10

2^{ème} partie : Etude expérimentale

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

1. Matériels biologiques	11
1.1. Le matériel végétal.....	11
1.2. Produits et réactifs chimiques.....	11
2.Méthodes	12
2.1.Préparation des extraits du <i>Zizyphus lotus</i>	12
2.1.1. Extrait aqueux (EAQ)	12
2.1.2. Extrait méthanolique (EME).....	13
2.1.3. Calcul du rendement	13
2.2. Analyse quantitative des extraits méthanolique et aqueux.....	13
2.2.1. Dosage des polyphénols totaux	13
2.2.1.1. Principe	13
2.2.1.2. Mode opératoire	14
2.2.2. Dosage des Flavonoïdes	15
2.2.2.1. Principe	15
2.2.2.2. Mode opératoire	15
2.3 .Etude de l'activité antioxydante.....	16
2.3.1.Effet scavenger du radical DPPH	16
2.3.1.1. Principe	16
2.3.1.2. Mode opératoire	16
2.3.2.Pouvoir réducteur du fer (FRAP).....	17
2.3.2.1. Principe	17
2.3.2.2. Mode opératoire	17

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Préparation des extraits Methanolique et Aqueux à partir des Feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	18
2. L'analyses quantitatives des deux extraits des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	19
3. L'activité antioxydante	21
3.1. Effet scavenger du radical DPPH.....	21
3.2. Pouvoir réducteur du fer (FRAP).....	24
<i>Conclusion générale</i>	26
<i>Références bibliographiques</i>	27

INTRODUCTION
GENERALE

Introduction générale

Durant ces dernières années une recrudescence d'intérêt est à remarquer concernant les effets biologiques des antioxydants naturels inclus dans la lutte contre le stress oxydatif généré par les espèces réactives de l'oxygène (ERO). Celles-ci sont impliquées dans le vieillissement et dans le déclenchement et la progression de plusieurs maladies telles que le cancer, l'athérosclérose, les accidents cardiovasculaires, l'ostéoporose, les maladies inflammatoires et les maladies neurodégénératives ...etc (Kebbab, 2014).

Pour échapper aux conséquences du stress oxydant, il est nécessaire de rétablir l'équilibre oxydant / antioxydant afin de préserver les performances physiologiques de l'organisme. Les antioxydants font actuellement l'objet de nombreuses études car, en plus d'un intérêt dans la conservation des denrées comestibles, ils pourraient s'avérer utiles dans la prophylaxie et le traitement des maladies dans lesquels le stress oxydant est incriminé.

Les risques et les effets néfastes des antioxydants synthétiques utilisés comme additifs alimentaires ont été questionnés au cours des dernières années et la nécessité de les substituer par des antioxydants naturels, issus de plantes médicinales, est apparente. Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de substances ayant des activités biologiques et pharmacologiques très variées.

Zizyphus lotus est une plante arbustive appartenant à la famille des rhamnacées. ses feuilles sont largement utilisées dans la médecine traditionnelle, afin de soigner les diarrhées, les douleurs rhumatismales, les irritations de gorge et broncho-pulmonaire (Bonnet, 2001 ; De la Pradilla, 1979).

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail de recherche dont le but principal est d'étudier l'activité antioxydante des deux extraits méthanolique et aqueux des feuilles de *Zizyphus lotus*. Pour cela nous nous sommes fixés les objectifs suivants :

- Analyse quantitative du contenu en polyphénols et flavonoïdes
- Etude de l'activité antioxydante, en utilisant deux méthodes [méthode au 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) et méthode de Réduction de fer (FRAP)].

PARTIE I
SYNTHÈS
BIBLIOGRAPHIQUE

1. Les espèces oxygénées réactives (EOR)

L'appellation espèces oxygénées réactives (EOR) inclut les radicaux libres de l'oxygène (radical superoxyde, radical hydroxyle, monoxyde d'azote, etc...) mais aussi certains dérivés réactifs non radicalaires dont la toxicité est plus importante tels que le peroxyde d'hydrogène et le peroxydinitrite (**Tableau I**) (Phaniendra et al., 2015).

Tableau I. les espèces radicalaires et non radicalaires (Migdal, 2011).

Espèces radicalaires	Espèces non radicalaires
Radical hydroxyle OH^\cdot	Peroxydinitrite ONOO^-
Radical alkoxy RO^\cdot	Hypochlorure ClO^-
Hydroperoxyde HOO^\cdot	Hydroperoxyde L (R) OOH
Radical Peroxyle ROO^\cdot	Oxygène singulet O^1_2
Radical oxyde nitrique NO^\cdot	Peroxyde d'hydrogène H_2O_2
Anion Superoxyde O_2^-	

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules portant un électron non apparié (célibataire), ce qui le rend extrêmement réactif et instable. Ils réagissent rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (Phaniendra et al., 2015).

1.1. Sources des espèces oxygénées réactives

Les EOR sont générés à partir de sources endogènes ou exogènes (**Figure 1**). Les radicaux libres endogènes sont des produits de la chaîne respiratoire mitochondriale, l'inflammation, l'exercice excessif, l'ischémie, l'infection, le cancer et le vieillissement. Les EOR exogènes sont le résultat de la pollution de l'air et de l'eau, la fumée de cigarette, l'alcool, des métaux de transition, de certains médicaments, des solvants industriels et les radiations (**Figure 1**) (Hrycay et al., 2015).

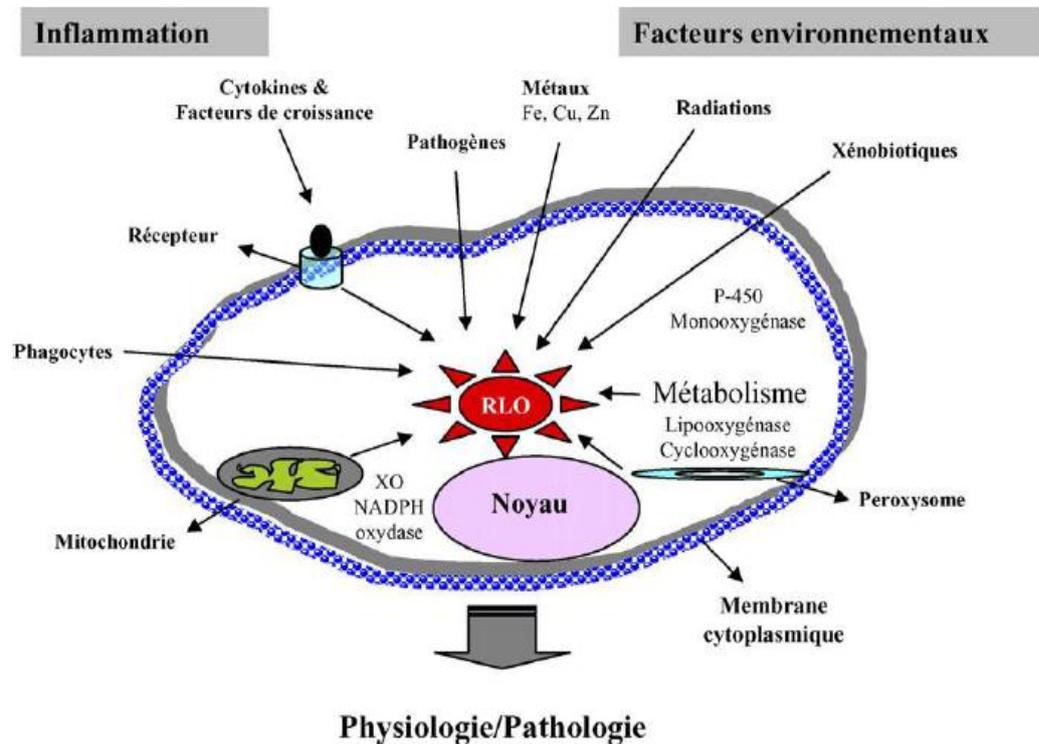


Figure 1. Les principales sources de radicaux libres (Afonso et al., 2007).

1.2. Le stress oxydant

Le stress oxydant résulte d'un déséquilibre entre les systèmes de défense antioxydants et la production des radicaux libres (**figure 2**). Ce déséquilibre peut être dû à un déficit nutritionnel en antioxydants, à une surproduction endogène ou à une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants (Collard, 2014 ; Zerargui, 2015).

Ce déséquilibre endommage des macromolécules (ADN, Protéines, lipides et glucides) des cellules, des tissus, des organes et l'organisme dans l'ensemble. Une fois qu'il y a des dégâts à ces macromolécules, leurs fonctions essentielles dans le métabolisme cellulaire sont changées aboutissant à la manifestation de beaucoup de maladies (Kumar et al., 2017).

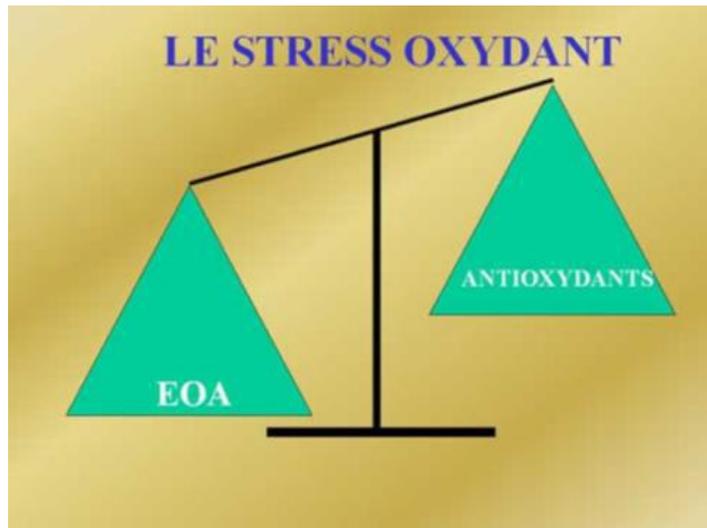


Figure 2. Déséquilibre de la balance entre antioxydants et espèces oxygénées actives (Reuter *et al.*, 2010).

1.3. Les systèmes de défense antioxydants

Les antioxydants sont des substances qui peuvent protéger les cellules des dégâts causés par des radicaux libres. Les antioxydants interagissent et stabilisent les radicaux libres (Lone *et al.*, 2013 ; Shinde *et al.*, 2012).

il existe deux types d'antioxydants : les antioxydants endogènes (enzymatiques) naturellement fabriqués par notre organisme et les antioxydants exogènes (non enzymatiques) d'origine alimentaire (Haleng *et al.*, 2007 ; Eboh, 2014 ; Pieme *et al.*, 2017).

1.3.1. Les antioxydants endogènes

Sont considérés comme la première ligne de défense de notre organisme contre les espèces réactives de l'oxygène. Ce système est constitué des enzymes telles que le super oxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT), la glutathion peroxydases/réductases et le système thioredoxine. Parfois ces enzymes nécessitent la présence des oligoéléments tel que le sélénium, le fer, le cuivre, le zinc, et le manganèse pour pouvoir exercer leur activité enzymatique (Lone *et al.*, 2013).

1.3.2. Les antioxydants exogènes

Contrairement aux enzymes antioxydantes, les antioxydants exogènes sont des molécules issues de notre alimentation tel que : vitamines (E, C), le β -carotène, les flavonoïdes et les composés phénoliques...etc (Kohen et Nyska., 2002 ; Dacosta , 2003).

2. Les polyphénols

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux, caractérisés par la présence d'au moins, un noyau benzénique (**Figure 3**), auquel est directement, lié au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé avec des glucides dans une autre fonction tels que : éther, ester, hétéroside (Bessi, 2017). Ils sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits. Plus de 9000 composés phénoliques naturels sont identifiés. Les polyphénols sont communément subdivisé en deux grands groupes : Les non flavonoïdes dont les principaux composés sont : les acides phénoliques, les stilbènes, les lignanes et les flavonoïdes (Boizot et Charpentier., 2006, Hu et *al.*, 2017).

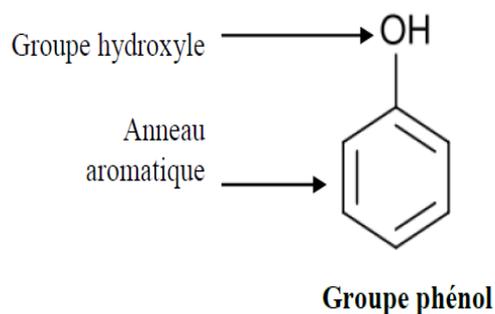


Figure 3 .Squelette de base des composés phénoliques (Manallah , 2012).

2.1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une très large gamme des composés phénoliques généralement présents dans le règne végétal (Seleem et *al.*, 2017). Ils forment les pigments responsables de la coloration des fruits, des fleurs et parfois des feuilles. A l'état naturel, les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme hétérosides : les flavonosides (Cirimi et *al.*, 2016). On les trouve, d'une manière très générale, dans toutes les plantes vasculaires, ou ils peuvent être localisés dans divers organe : racine, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits (Moulay, 2012) .

Les flavonoïdes ont un squelette de base commun constitué de 15 atomes de carbone assemblés en trois cycles nommés A, C et B (**figure 4**). Selon la structure du cycle intermédiaire (cycle C), les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes dont les mieux caractérisés sont les flavones, isoflavones, flavanones, flavanols, flavonols et anthocyanidines.

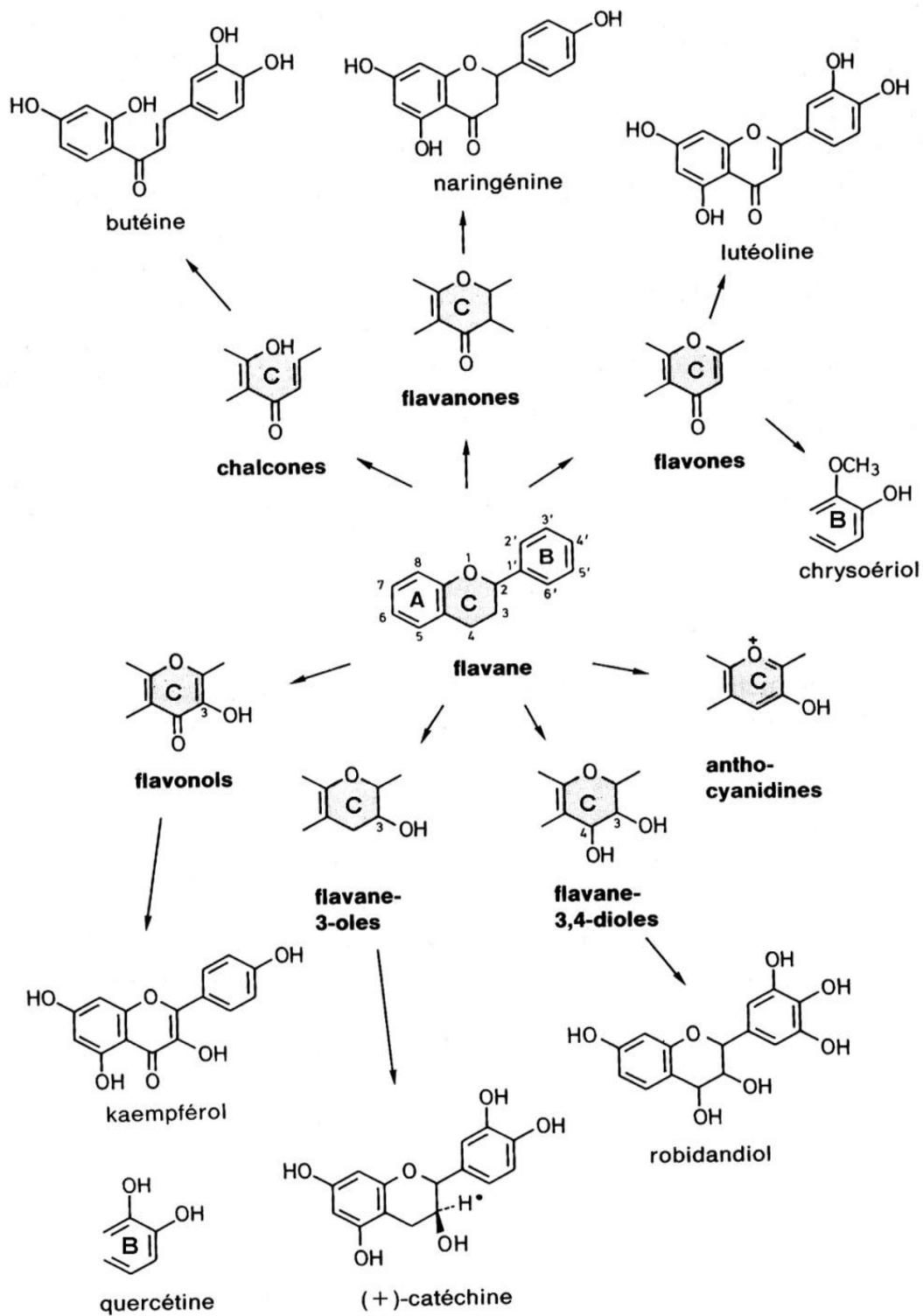


Figure 4. Structure de base et classification des flavonoïdes (karabin , 2015).

3. La plante *Zizyphus lotus* .L

3.1. Généralités

Les plantes médicinales ont fait l'objet de beaucoup d'études grâce aux principes actifs qui diffèrent d'une plante à une autre créant ainsi une biodiversité notable.

En 1784, des fontaines découvraient le jujubier aux abords du désert en Tunisie, et il a été nommé par Linné *Rhamnus lotus* (Chevalier,1939), par contre d'après Bonnet (2001) le mot « *Zizy-phus* » vient du grec « *Zizyphos* » mais le mot n'apparaît qu'au deuxième siècle, et qui vient du nom arabe « *Zizouf* ».

Le jujubier est la génération la plus importante de la famille des Rhamnacées, c'est un petit arbre buissonnant appelé communément 'Sedra' (El Hachimi *et al.*, 2015). Cette famille comprend environ 170 espèces distribuées dans la plupart des régions du monde (Akhter *et al.*, 2013).

3.2. Classification de *Zizyphus lotus*

Tableau II. Classification de *Zizyphus lotus* (Quezel et Santa.,1963).

Règne	Végétal	Ordre	<i>Celastrales</i>
Embranchement	<i>Spermatophytes</i>	Famille	<i>Rhamnaceae</i>
Sous-embranchement	<i>Angiospermes</i>	Genre	<i>Zizyphus</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>	Espèce	<i>Zizyphus lotus</i>

3.3. Description botanique

Zizyphus Lotus est un arbrisseau épineux de quatre ou cinq pieds de hauteur (**Figure 5**). Il possède un port très particulier dû à ces rameaux de 2 sortes, les un grêles et effilés, les autres tortueux et en Zig Zag, garnis à leurs insertions de deux aiguilles droites presque égales.

➤ **Les Feuilles** sont alternes, petites de 1 à 2cm de longueur et de 7mm de largeur (Bayerandet Butter., 2000), ovales, obtuses, légèrement dentées, à trois nervures, glabres, portées sur de courts pétioles.

➤ **Les Fleurs** petites, d'un blanc pâle, solitaires ou glomérées, a un ovaire supère bisexuel et fleurissent en juin (Baba,1999). Situées aux aisselles des feuilles. Pédoncule court et uniflore. Calice à cinq divisions peu profondes, ouvertes et alternes avec les pétales, qui sont au nombre de cinq. Deux styles courts et rapprochés.

➤ Les **Fruit** sont d'abord vert, ensuite rouge, de forme sphérique, de la grosseur d'une prune sauvage, noyau petit, osseux, arrondi et à deux loges.



Figure 5.Aspect morphologique de *Zizyphus lotus*

<http://en.m.wikipedia.org/zizyphus>

3.4.Utilisation traditionnelle

Le *Zizyphus lotus* L est une plante courante dans la médecine traditionnelle. Sa racine est utilisée en décoction pour traiter les maladies de tube digestif et du foie. Le fruit est surtout employé dans les traitements de la gorge et les affections respiratoires. Cette plante possède d'autres propriétés, tel que : sa valeur tonique, émolliente et sédative. Ses feuilles sont utilisées aussi contre les piqûres des vipères au Sahara (Kherraze et *al.* , 2010).

3.5. Composition phytochimiques de *Zizyphus lotus*

Le *Zizyphus lotus* comme une plante médicinale synthétise de nombreux métabolites primaire et secondaires tels que les polyphénols (flavonoïdes, tanins), les saponosides (**Tableau III**) (Borgi et Chouchane ., 2009).

Tableau III. Composition des différents organes du *Zizyphus lotus* (Borgi et al., 2007).

Organe végétale	Composés majeurs
Fruits	Polyphénols, Flavonoïdes et Tanins
Feuilles	Glucides (monosaccharides) Saponines, Flavonoïdes, Polyphénols, Rutine
Graines	Lipides, Protéines, Glucides Sucre soluble, Polyphénols
Écorces des racines	Polyphénols, Saponines Pro anthocyanidine, Flavonoïdes
Pulpes	Sucre soluble, Minéraux, Protéines Tanins, Polyphénols, Flavonoïdes

3.6. Activités biologiques de *Zizyphus lotus*

La richesse de cette plante en composés phénoliques est à l'origine de plusieurs activités biologiques.

3.6.1. Activité antimicrobienne et antifongique

Des études *in vitro* ont clarifié les effets des extraits du *Z. lotus* (L) sur la croissance de plusieurs espèces de bactéries et de champignons, ils ont démontré que les extraits des fruits, dans des solvants étheriques et méthanoliques, présentaient les effets les plus bactéricides (Rsaissi *et al.*, 2013 ; Ghazghazi *et al.*, 2014).

3.6.2. Activité gastroprotectrice

Dans de nombreuses études *in vivo*, les effets protecteurs des extraits aqueux du *Z. lotus* (L) (écorces des racines, feuilles et fruits) administrés par voie orale ont été observés dans les lésions de plusieurs modèles ulcérogènes chez le rat Wistar (Wahida *et al.*, 2007 ; Bakhtaoui *et al.*, 2014). Ces rapports suggèrent que les extraits de cette plante agissent comme agents antiulcéreux en réduisant l'acidité gastrique (Abdoul-Azize, 2013).

3.6.3. Activité analgésique et antispasmodique

Des études *in vivo* réalisés sur le duodénum du rat isolé, montrent que l'extrait aqueux des feuilles du *Z. lotus* (L) et des écorces des racines exerce des activités antispasmodiques en modulant la signalisation Ca^{2+} via des récepteurs cholinergiques (Borgi *et al.*, 2007).

3.6.4. Activites anti-inflammatoire

Les flavonoïdes et les saponines de l'écorce des racines du *Zizyphus lotus* ont montré une activité anti-inflammatoire significative (Borgi et Chouchane., 2006)

Le *Zizyphus lotus* inhibe la production de monoxyde d'azote (NO), cette activité apparaît potentiellement avec l'extrait méthanolique de l'écorce des racines qui est la source possible de l'agent anti-inflammatoire dans la réaction de l'hypersensibilité retardée induite par oxazolone (Borgi *et al.*, 2008).

3.6.5. Activité antioxydante

Zizyphus lotus (L) est riche en composés antioxydants tels que les acides phénoliques et les flavonoïdes, ces composants préviennent le stress oxydatif (Mothana, 2011). Les recherches réalisées par Benammar et ses collègues (2014) confirment la richesse de la plante en polyphénols et en flavonoïdes, qui présentent des propriétés antioxydants *in vitro*. D'autres travaux mentionnent que l'acide oléique des fruits du jujubier est responsable des propriétés antioxydantes (Ochoa *et al.*, 2002).

D'autre part, une étude réalisé par Benammar et *al* (2014), dans l'objet de déterminer les effets antidiabétiques et antioxydants des extraits des feuilles de *Zizyphus lotus* chez des rats wistar diabétique révèle un effet hypoglycémiant qui est associées a une augmentation du statu antioxydant.

PARTIE II
ETUDE
EXPERIMENTALE

CHAPITRE I
MATÉRIEL ET
METHODE

1. Matériels biologiques

1.1. Le matériel végétal

Les feuilles de *Zizyphus lotus* sont achetées d'un botaniste de wilaya de Bordj Bou Arreridj qui va servir à la préparation de l'extrait aqueux et méthanolique.



Figure 6. Les feuilles sèches et la poudre de *Zizyphus lotus*

1.2. Produits et réactifs chimiques

Les produits et les matériels utilisés sont cités dans le tableau suivant :

Tableau IV. Les produits chimiques et les réactifs utilisés

Produit	Propriétés
Méthanol(CH_3OH)	M=32.04g/mol,99%
TCA ou acide trichloracétique($\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}_2$)	M=163.39
Potassium ferricyanate $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	M=329g/mol
Acide gallique ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$)	M=170.12g/mol
Carbonate de sodium(Na_2CO_3)	M=105.99g/mol
Chlorure ferrique (FeCl_3)	M=162.21g/mol
Chlorure d'aluminium(AlCl_3)	M=241.43g/mol
Acide ascorbique	M=152g/mol
DPPH	M=394.3g/mol
Quercetine	M=302g/mol
Phosphate de potassium monobasique ($\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$)	M=136.086g/mol
Phosphate de potassium dibasique (K_2HPO_4)	M=174.2g/mol
Folin ciocalteu	M=78.13g/mol

2. Méthodes

2.1. Préparation des extraits de *Zizyphus lotus*

2.1.1. Extrait aqueux (EAQ)

L'extrait aqueux de la plante est préparé à partir de 25 g de poudre des feuilles de *Zizyphus lotus* décoctié dans 250 ml d'eau distillée préalablement chauffée à 140°C (**figure 7**). Ce mélange est agité pendant 2 heures sur un agitateur magnétique. Après une période de décantation durant quelques heures, le surnageant est filtré sur du coton hydrophile puis sur papier Wattman (3mm). La solution est évaporée à 50°C à l'aide d'un Rotavapeur (**figure8**), le volume de filtrat généré est divisé dans les boites de pétri pour l'étape de séchage dans l'étuve (45°C). L'extrait sec obtenu est conservé au congélateur jusqu'à son utilisation.

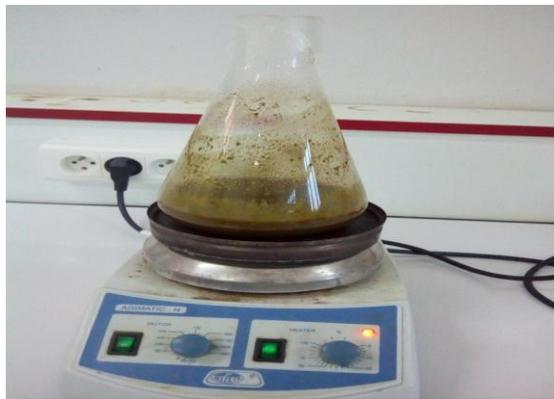


Figure 7.Decoction dans l'eau distillée



Figure 8. Evaporation du solvant au Rotavapeur

2.1.2. Extrait méthanolique (EME)

La poudre (25 g) des feuilles de *Zizyphus lotus* est mise à macérer dans 250 ml de méthanol. Le macérât est ensuite filtré par une filtration sous vide, le méthanol est éliminé du filtrat par évaporation sous pression réduite dans un rotavapeur 45°C. L'extrait sec est récupéré par grattage puis conservé au congélateur jusqu'à son utilisation.

2.1.3. Calcul du rendement

Le rendement d'extraction est calculé par la formule suivante

$$R = M_{\text{ext}} / M_{\text{éch}} \times 100$$

Où :

R : est le rendement

M_{ext} : est la masse (g) de l'extrait après évaporation du solvant.

M_{éch} : la masse sèche(g) de l'échantillon végétal.

2.2. Analyse quantitative des extraits méthanolique et aqueux

2.2.1. Dosage des polyphénols totaux

2.2.1.1.Principe

Le dosage des polyphénols totaux est effectué selon la méthode du réactif de Folin-Ciocalteu (FCR), largement répandue pour caractériser les extraits végétaux d'origine diverse. Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) dans lesquels le tungstène et le molybdène sont à l'état oxydé. Mais en présence d'un réducteur (dans ce cas le cycle phénolique), le bleu de tungstène et le bleu de molybdène sont formés (Agbor et al., 2014). Ces complexes absorbent fortement à 765 nm et dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (Georgé et al., 2005).



Figure 9. Changement de couleur due à une réduction du molybdate d'ammonium (Jaune) par le noyau phénol (Bleu) (Agbor et al., 2014).

2.2.1.2. Mode opératoire

200 μ l d'extrait végétal aqueux ou méthanolique (2.5mg/ml) sont mélangé avec 1ml de réactif de Folin Ciocalteu dilué 10 fois dans de l'eau distillée. Après 4min, 800 μ l de carbonate de sodium (75g/l) sont additionnés au milieu réactionnel. Après 2 heures d'incubation à température ambiante et à l'obscurité, L'absorbance est mesurée à 765nm par un spectrophotomètre (**figure 10**). La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (0-160 μ g/ml) et est exprimée en μ g d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (μ g EAG/mg d'extrait) .

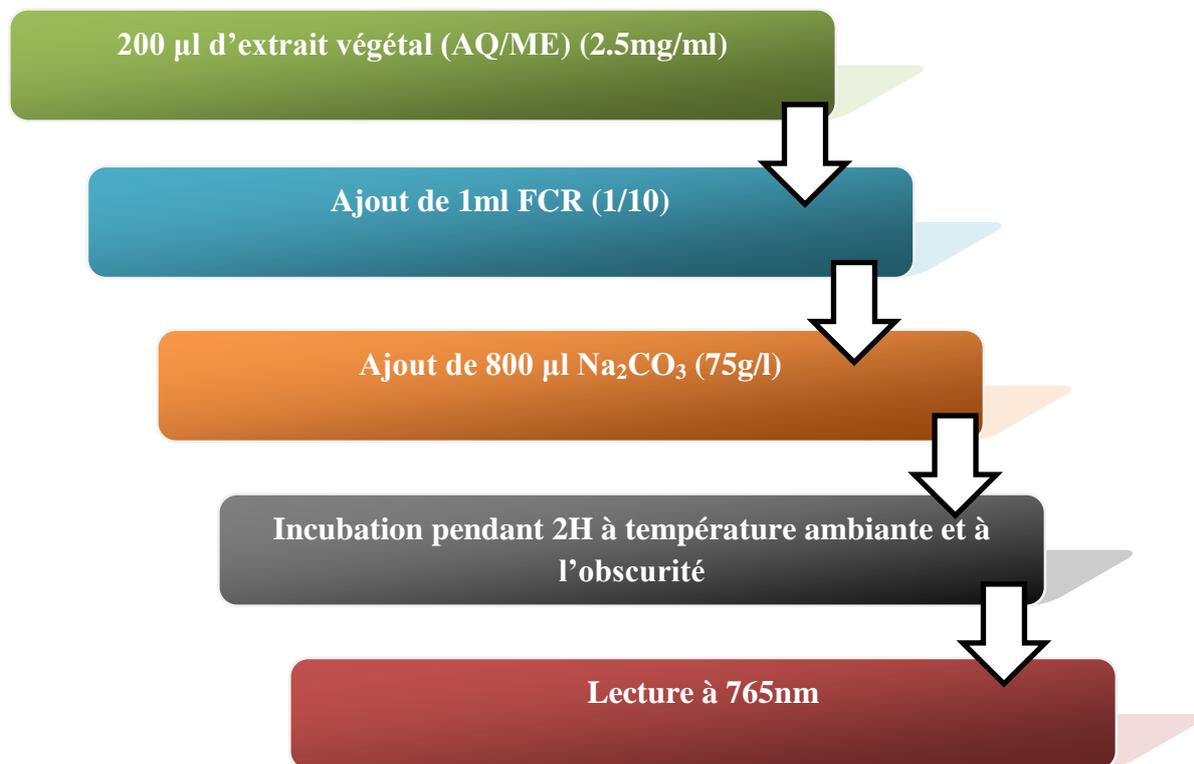


Figure 10. Différentes étapes du dosage des polyphénols totaux

2.2.2. Dosage des Flavonoïdes

2.2.2.1.Principe

La méthode du trichlorure d'aluminium (Bahorun et *al.*,1996) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les deux extraits (ME et AQ).

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré en présence du chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes 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 (**Figure 11**) (Djeridane *et al.*, 2006 ; Mbaebie,2012).

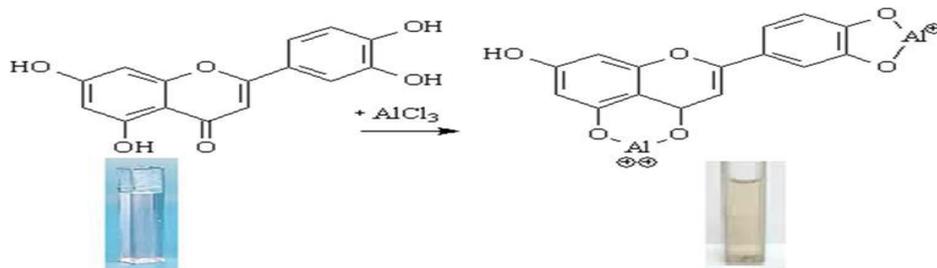


Figure 11.Réaction entre AlCl_3^+ et les flavonoïdes (Mbaebie,2012).

2.2.2.2.Mode opératoire

1ml d'extrait ou standard est ajouté à 1ml d' AlCl_3 (Solution méthanolique à 2%). Après 10min de réaction, l'absorbance est lue à 430nm par un spectrophotomètre (**figure 12**). La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-40 $\mu\text{g/ml}$) et est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait ($\mu\text{g EQ/mg}$ d'extrait).

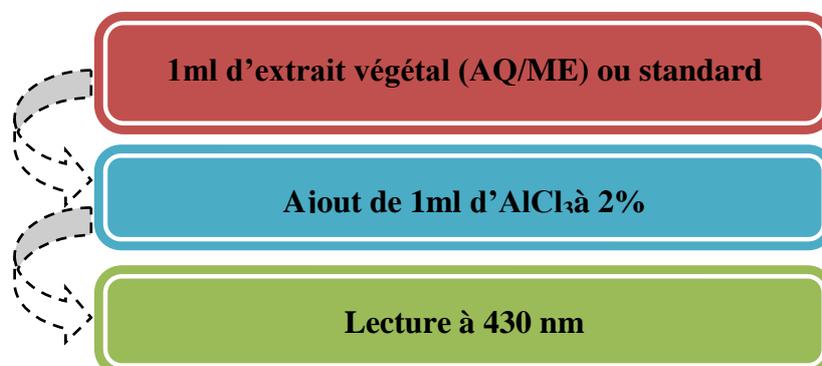


Figure12. Différentes étapes du dosage des flavonoïdes

2.3 .Etude de l'activité antioxydant

2.3.1. Effet scavenger du radical DPPH

2.3.1.1. Principe

Le DPPH (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl) est généralement le réactif le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité du protocole (Molyneux , 2004).

Dans ce test les antioxydants réduisent le diphényl picryl-hydrazyl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphényl picryl-hydrazine (**figure 13**), dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Sanchez M.C, 2002).

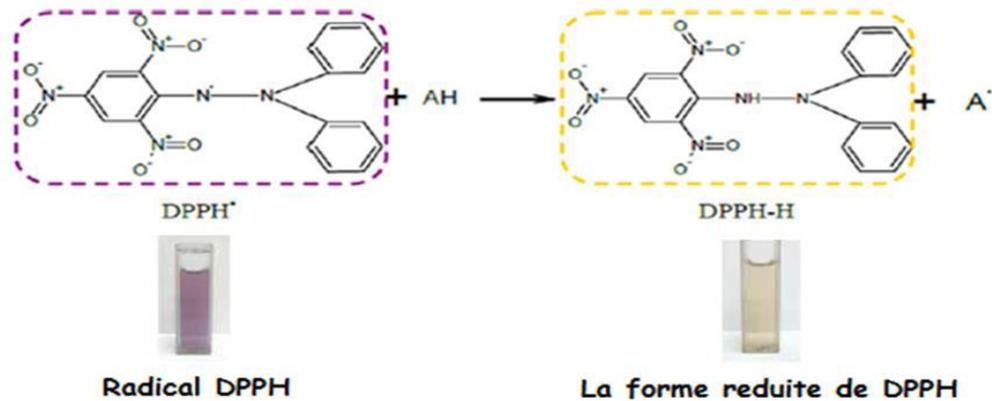


Figure 13.Réduction du radical DPPH (Molyneux , 2004).

2.3.1.2.Mode opératoire

L'effet antioxydant des extraits de *Z. lotus vis-à-vis* du radical DPPH est évalué selon la méthode décrite par (Mansouri et al ., 2005). La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2,4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. 50µl d'extrait (ME /AQ) ou de standard (acide ascorbique) sont ajoutés à 1950 µl DPPH, Les concentrations des extraits dans le milieu réactionnel sont comprises entre (0-1.75 mg/ml) et (0-1.5mg/ml) pour l'extrait ME et l'extrait AQ respectivement. Alors que celles de l'acide ascorbique sont comprises entre (0 à 0.25mg/ml).

Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30 min et la décoloration par rapport au contrôle négatif contenant uniquement de 1ml de la solution de DPPH est mesurée à 517 nm.

L'activité anti-radicalaire est estimée selon l'équation ci-dessous :

$$\%d'Inhibition = [(Abs_{517} \text{ contrôle} - Abs_{517} \text{ échantillon}) / Abs_{517} \text{ contrôle}] \times 100$$

I (%) : pouvoir d'inhibition en %.

Abs₅₁₇ contrôle: absorbance de la solution de DPPH en absence de l'extrait

Abs échantillon₅₁₇: absorbance de la solution de DPPH en présence de l'extrait.

2.3.2. Pouvoir réducteur du fer (FRAP)

2.3.2.1. Principe

Le pouvoir réducteur du fer (Fe^{3+}) des extraits est déterminé selon la méthode décrite par (Bougandoura et Bendimerad, 2013) qui est basée sur la réaction de réduction du (Fe^{3+}) présent dans le complexe ferrocyanure de potassium en (Fe^{2+}), la réaction est révélée par le virement de couleur jaune du fer ferrique (Fe^{3+}) en couleur bleu vert du fer ferreux (Fe^{2+}), l'intensité de cette coloration est mesuré par spectrophotomètre à 700 nm (**Figure 14**).

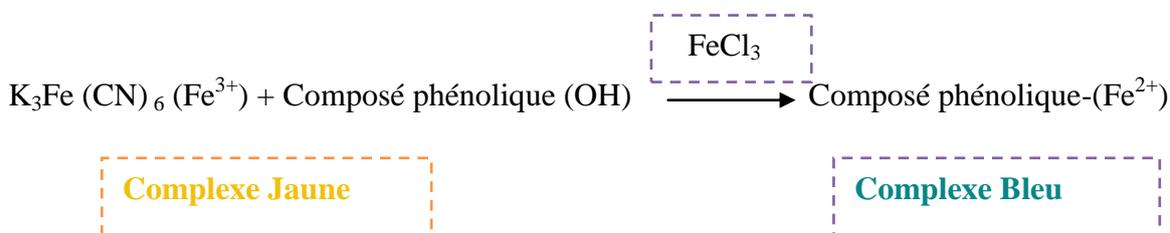


Figure 14. Réaction de réduction de fer

II.2.3.2.2. Mode opératoire

400 μl de solution de l'extrait à différentes concentrations (0.007 à 2.5 mg/ml) sont ajoutés 400 μl de tampon phosphate (0,2M : pH 6,6) et 400 μl de solution de ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1% , L'ensemble est incubé à 50 °C pendant 20 minutes, la réaction est stoppée par l'addition de 400 μl d'acide trichloracétique (10%). 1 ml de surnageant est ajouté à 1 ml d'eau distillée et 300 μl d'une solution aqueuse de FeCl_3 (0.1 %), l'absorbance du milieu réactionnel est mesurée à 700 nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'extrait par l'eau distillée ou le méthanol. Le contrôle positif est représenté par l'acide ascorbique et l'acide gallique.

CHAPITRE II
RESULTAT
ET
DISSCUSSION

1. Préparation des extraits méthanolique et aqueux à partir des feuilles de *Zizyphus lotus*

Les résultats obtenus montrent que le rendement des extraits des feuilles de *Zizyphus lotus* varie en fonction du solvant utilisé (**Tableau V**). Ainsi, l'extrait aqueux présente le rendement le plus élevé (12.72%) par rapport à l'extrait méthanolique (12.64%). L'extraction par deux solvants différents, permet de séparer les composants qui se trouvent dans les feuilles de la plante à étudier, selon leur degré de solubilité dans le solvant approprié (Hagerman et al., 2000).

Il est important de souligner que la méthode utilisée (le choix des solvants), ainsi que les conditions dans lesquelles l'extraction est effectuée (à chaud ou à froid), affectent tous le contenu total en métabolites secondaires, et par conséquent affecte les activités biologiques médiées par ces métabolites (Lee et al., 2003).

Tableau V. Aspect, couleur et rendement des extraits aqueux et méthanolique des feuilles de *Zizyphus lotus*.

Extrait	Aspect	Couleur	Rendement
Aqueux	Poudre	 Marron claire	12.72%
Méthanolique	Pate	 Vert foncé	12.64%

2. L'analyse quantitative des composés phénoliques des deux extraits des feuilles de *Zizyphus lotus*

Afin de caractériser les extraits préparés à partir de *Zizyphus lotus*, un dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes a été effectué. La raison principale pour le choix de ces substances réside dans le fait que la majorité des propriétés antioxydantes des plantes sont attribuées à ces composés (Zhang et al., 2016).

La méthode du dosage des polyphénols totaux est celle de Folin –Ciocalteu. L'acide gallique a été utilisé comme standard, alors que le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium, en utilisant comme standard la quercétine.

Les résultats sont représentés dans le **tableau VI**. Les gammes d'étalonnage dans les **figures (15 ,16)**.

Tableau VI. La teneur en composés phénoliques des deux extraits aqueux et méthanolique.

Extraits	Polyphénol ^(a)	Flavonoïdes ^(b)
Aqueux	19.49 ±0.011	6.44 ± 0,0042
Méthanolique	19.74±0,047	6.48± 0,010

^(a) :µg d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait.

^(b) :µg d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait.

Les valeurs représentent la moyenne de 2 mesures ± SD.

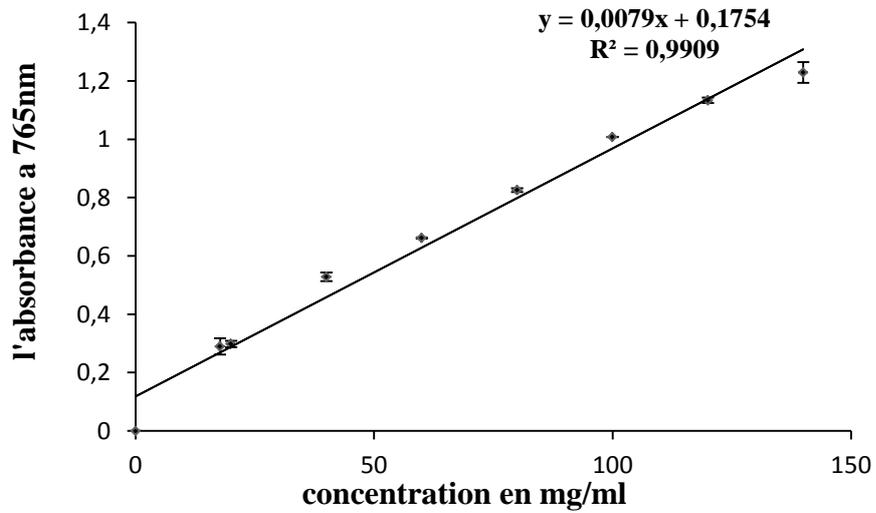


Figure 15. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (moyenne \pm SD de deux essais).

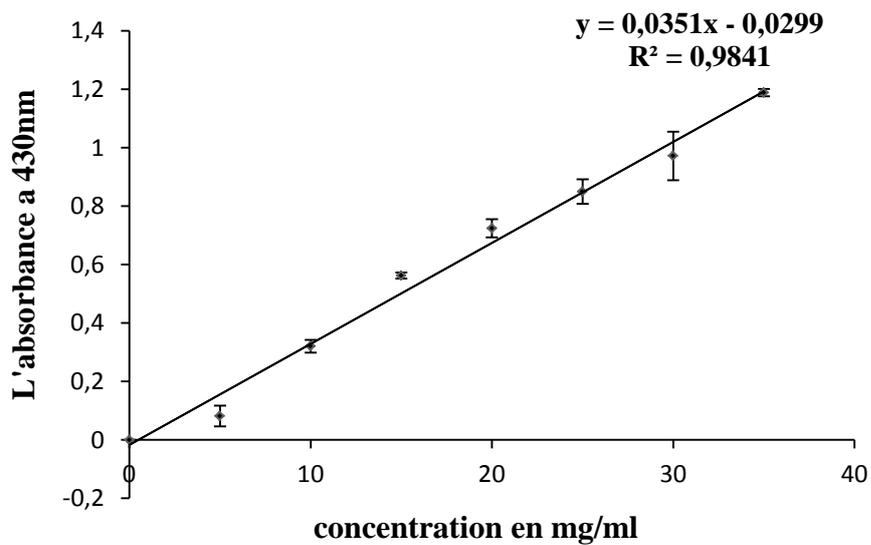


Figure 16. Courbe d'étalonnage de la quercétine (moyenne \pm SD de deux essais).

Les résultats obtenus révèlent que les extraits méthanolique et aqueux contiennent des teneurs presque similaires en polyphénols (19,74 μg EAG/mg EME et 19,49 μg EAG/mg

EAQ) respectivement et en flavonoïdes (6.48 µg EQ/mg EME et 6.44 µg EQ/mg EAQ) respectivement.

En comparaison avec l'étude faite par Amany et al (2013) sur le dosage des polyphénols des feuilles de *Zizyphus spina Christi* (0.072±0.012 µg EAG /mg E). Les résultats de la présente étude montre la richesse de la plante étudiée en composés phénoliques.

De même, ces résultats sont en contradiction avec l'étude faite par Bettaieb (2016) qui ont montré que l'extrait méthanolique est le plus riche en composés phénoliques.

Une étude récente faite par Elaloui et al (2017) ; sur une espèce appartenant au genre *Zizyphus* (*Zizyphus jujuba*) montre aussi que l'EME présente des teneurs plus élevés en polyphénols et en flavonoïdes par rapport à l'EAQ.

D'autre part les teneurs rapportée par (Bakchiche et al., 2013) sur le dosage des composés phénoliques dans d'autres parties de *Zizyphus lotus*, ont démontrés que les écorces des racines apparaissent plus riches en polyphénols.

Ces variations peuvent s'expliquer par le fait que la quantité des composés phénoliques des extraits de la plante étudié (*Zizyphus lotus*) dépend essentiellement de la solubilité de leur composés dans les solvants utilisés (méthanol, eau distillée) ainsi que la polarité de ces derniers, de la localisation géographique, de la saison de culture et de récolte, la maturité et la durée de conservation de la plante.

3. L'activité antioxydante

3.1. Effet scavenger du radical DPPH

L'activité antioxydante des deux extrait aqueux et méthanolique des feuilles de *Zizyphus lotus* vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée spectrophotométriquement en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune à 517nm.

Le DPPH (diphényl picrylhydrazyl) est un radical libre organique, toujours utilisé comme un réactif pour évaluer l'activité anti radicalaire des antioxydants (Hidayat et al., 2017). Il est caractérisé par son adaptation à plusieurs échantillons dans une courte durée, Aussi il est assez sensible pour détecter les ingrédients actifs à des basses concentrations, à cet effet, il a été employé pour le criblage des activités anti radicalaires des extraits végétaux (Yi et al., 2008).

Résultat et Discussion

Les profils d'activité anti radicalaire obtenus (**Figure 17**) révèlent que les extraits de *Zizyphus lotus* possèdent une activité anti radicalaire dose dépendante. Le taux d'inhibition du obtenu en présence des deux extraits de la plante est inférieur à celui de l'acide ascorbique.

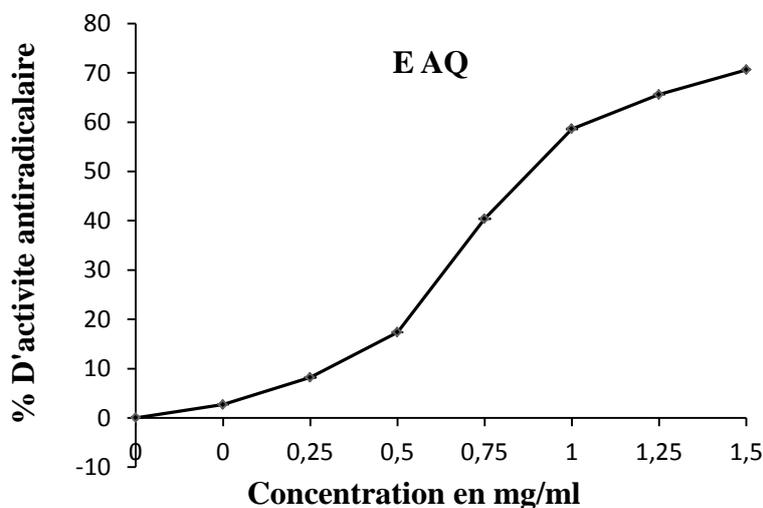
Pour mieux caractériser le pouvoir antioxydant, le paramètre IC_{50} est introduit. L' IC_{50} est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydants nécessaire pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus-la valeur d' IC_{50} est basse, plus l'activité antioxydante est élevée (Pokorny et Ai., 2001).

La concentration de l'échantillon essentiel pour inhiber 50% du DPPH radicalaire, a été calculée par la méthode de régression linéaire à partir de la courbe [% inhibition = f (concentrations)].

Les valeurs d' IC_{50} trouvées pour les extraits étudiés sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau VII. L'activité antiradicalaire des extraits aqueux et méthanolique de *Zizyphus lotus* et de l'Acide ascorbique

Echantillons	IC_{50} (mg /ml)
AQ	0.96 ± 0.08
ME	0.51 ± 0.01
A ASC	0.15 ± 0.01



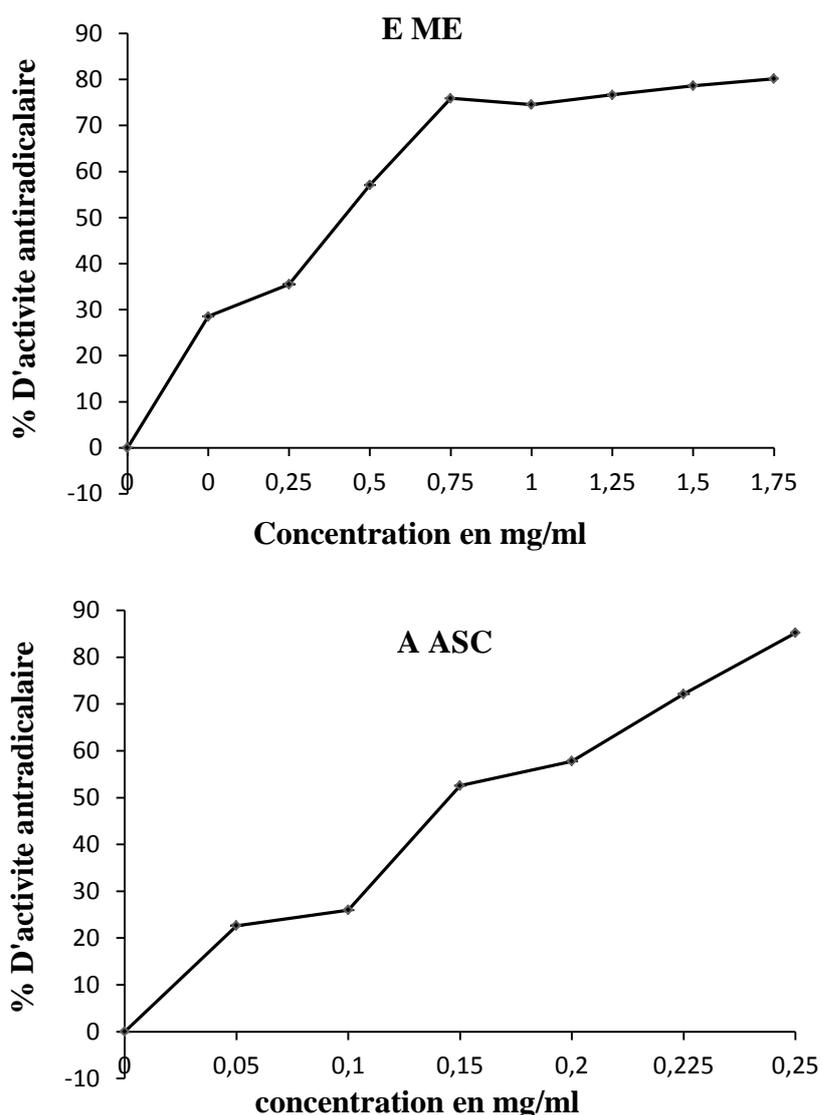


Figure 17. Activité anti radicalaires de l'extrait aqueux, méthanolique et acide ascorbique

Les résultats obtenus montrent une activité anti radicalaire considérables dans des deux extraits *Zizyphus lotus* avec des IC_{50} de l'ordre de 0.51 mg/ml et 0.96 mg /ml pour l'extrait méthanolique et aqueux respectivement. En comparaison avec l'antioxydant standard (l'Acide ascorbique) qui démontre une $IC_{50}\% = 0.15$ mg/ml, les deux extraits de *Zizyphus lotus* s'avèrent moins actifs. l'extrait méthanolique possède une activité antioxydante presque deux fois supérieure à celle de l'extrait aqueux .Cette divergence de l'activité, malgré la présence de la même teneur en composés phénoliques dans les deux extraits est probablement attribuée à la présence d'autre composé non phénoliques responsables de l'activité antioxydante des feuilles de *Zizyphus lotus* ; ainsi que le méthanol possède une grande

capacité d'extraire ces composés. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par (Bakchiche et al., 2013) qui montrent que l'extrait méthanolique exerce une activité antioxydante plus élevée que l'extrait aqueux.

3.2. Pouvoir réducteur de fer (FRAP)

Le pouvoir réducteur des deux extraits méthanolique et aqueux de *Zizyphus lotus* a été évaluée en utilisant la méthode de FRAP. Cette dernière est un essai simple, universel, rapide et reproductible. La présence des réducteurs dans les extraits des plantes provoque la réduction de Fe^{+3} présent dans le complexe ferrocyanure de potassium en (Fe^{+2}), La réaction est révélée par le virement de couleur jaune du fer ferrique (Fe^{+3}) en couleur bleu vert du fer ferreux (Fe^{+2}), l'intensité de cette coloration est mesurée à 700nm (Bougandoura et Bendimerad., 2013).

En d'autres termes, le système $FeCl_3/K_3Fe(CN)_6$ confère à la méthode la sensibilité pour la détermination « semi-quantitative » des concentrations des polyphénols, qui participent à la réaction (Red/Oxy) (Amarowicz et al., 2004).

Le changement de la couleur des solutions du jaune vers un bleu vert confirme que les deux extraits ont un pouvoir réducteur du fer, donc il ya une activité antioxydante.

Le pouvoir réducteur des extraits de *Zizyphus lotus* est probablement dû à la présence des groupements hydroxyles dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneurs d'électrons (Siddhuraju et Becker., 2007).

L'extrait aqueux se révèle moins actif que l'extrait méthanolique dont l' IC_{50} est de l'ordre (1.074 ± 0.076 mg/ml et 0.044 ± 0.012 mg/ml) respectivement (**figure 18**). Ce qui confirme les résultats obtenus avec le radical DPPH.

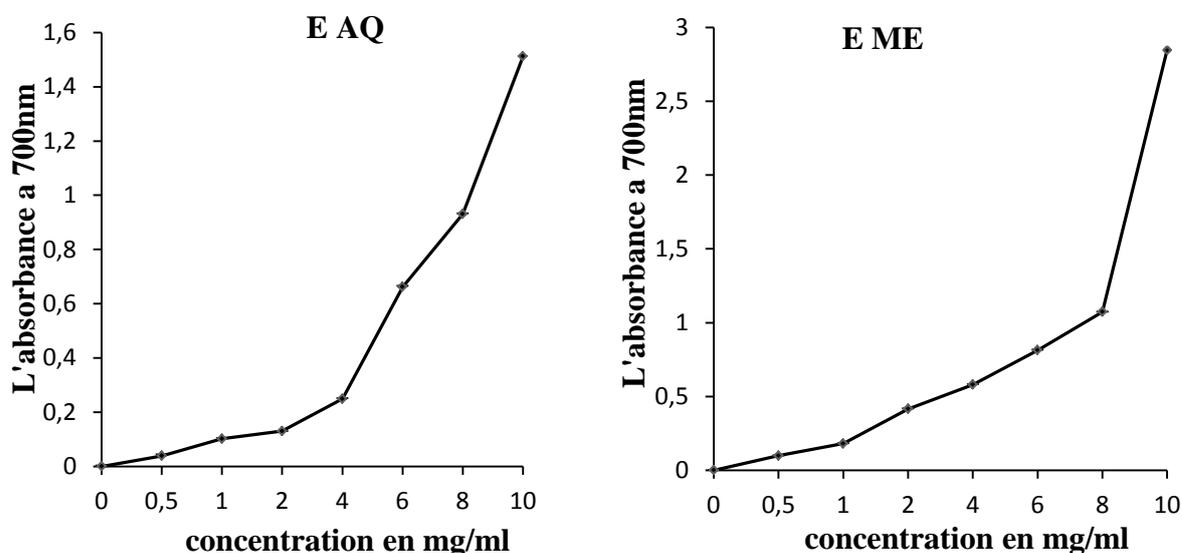


Figure 18. L'évolution de la réduction du fer des deux extraits.

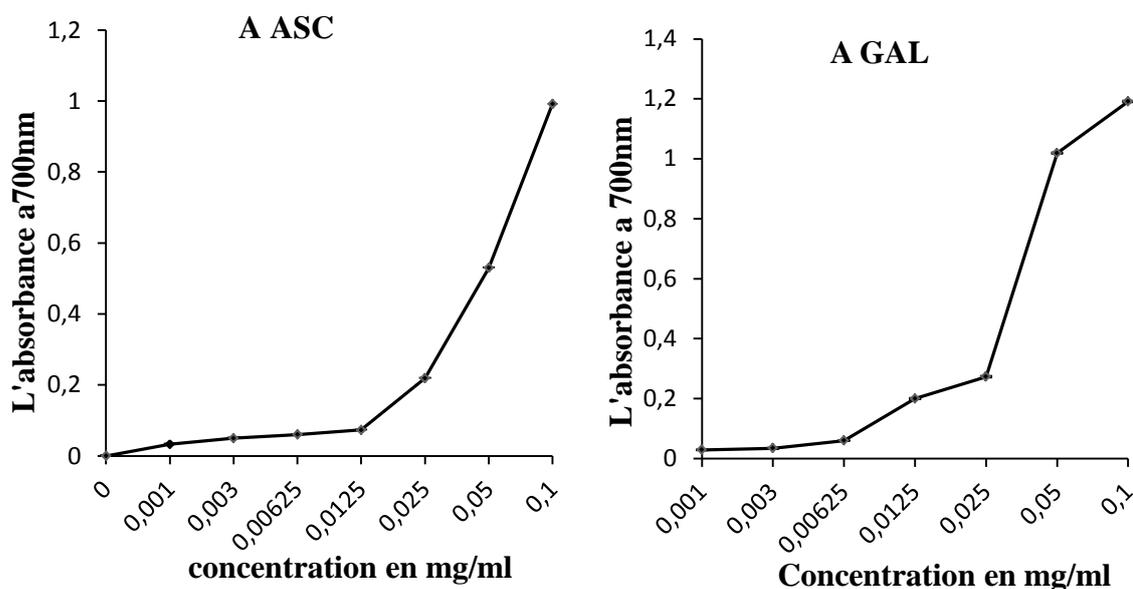


Figure 19. L'évolution de la réduction du fer des deux standards.

L'acide gallique (4.94 ± 0.07 mg/ml) présente une activité antioxydante inférieure à celle de l'acide ascorbique (4.208 ± 0.011 mg/ml) (**figure 19**). Ces résultats sont en contradiction avec les travaux de (Alothmane *et al.*, 2009), qui ont montré que les composés phénoliques et principalement les flavonoïdes des différentes sources botaniques, agissent comme des antioxydants plus actifs que la vitamine C (Acide ascorbique).

L'activité antioxydante des deux standards à des faibles concentrations est toujours plus supérieure à celle de l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux qui agissent à des concentrations plus importantes.

En général, le potentiel réducteur des extraits végétaux est dû à la présence des molécules capables de donner des électrons qui peuvent réagir avec les radicaux libres et les convertir en produits stables, parmi lesquelles les polyphénols, ce qui explique le potentiel réducteur des deux extraits méthanolique et aqueux des feuilles de *Zizyphus lotus* qui sont riches en polyphénols.

CONCLUSION
GENERALE

Conclusion générale

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

Zizyphus lotus est une plante largement exploitée dans la médecine traditionnelle. L'estimation quantitative des polyphénols totaux en adoptant la méthode de Folin-Ciocalteu révèle la présence des quantités importantes en polyphénols dans les deux extraits méthanolique et aqueux. De même, le dosage des flavonoïdes par la méthode d' AlCl_3 montre que cette plante contient une quantité raisonnable de flavonoïdes.

Le potentiel anti radicalaire des extraits a été déterminé par la méthode de réduction du radical libre 1,1-diphényl-2-picryl-hydrazyl (DPPH), les résultats montrent que ces extraits possèdent des activités antioxydantes différentes, l'extrait ME est le plus actif que l'extrait AQ.

Le pouvoir réducteur des deux extraits a été évalué par la méthode FRAP, les résultats obtenues montrent que les deux extraits de *Zizyphus lotus* possèdent un pouvoir réducteur remarquable et qui est inférieur à celui des standard (Acide gallique et Acide ascorbique).

D'après les résultats obtenus, on peut conclure que les extraits des feuilles de *Zizyphus lotus* représentent une source naturelle prometteuse des molécules antioxydantes qui peuvent avoir des applications thérapeutique et préventive. Cependant, ces résultats restent préliminaires ; et comme perspectives on propose :

- D'identifier et identifier ces molécules par des méthodes plus performantes HPLC, spectro de masse.
- De confirmer l'activité antioxydante par des études *in vivo*.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

-A-

- Abdul-Aziz S., Bendahmane M., Hichami A., Dramane G. & Simonin A.M., 2013:** Effects of *Zizyphus lotus* L. (Desf). Polyphenols on Jurkat cell signaling and proliferation. *IntImmunopharmacol* **15**, 364-371.
- Afonso V., Champy R., Mitrovic D., Collin P. & Lomri A., 2007 :** Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxyde dismutases rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du Rhumatisme* **74** , 636–643.
- Agbor G.A., Jeo V.A. & Patreck D.E., 2014:** Folin reagents for polyphenol assay ,147-156.
- Akhter Ch., Dar G.H. & Khuroo A.A., 2013:** *Zizyphus jujube* Mill. subsp. *Spinosa*(Bunge) Peng, Li & Li: a new plant record for the Indian Subcontinent. *Taiwania* **58**(2), 132-135.
- Alothman M., Bhat R. & Karim A.A., 2009:** Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry* **115**, 785-788.
- Amany M., Basuny., Shaker M., Arafat ., Hoda A. & Farag., 2013:** Utilisation from fruits et leaves of Napek (*Zizyphus spina-christi* L) as a source of bioactive components. *International Journal of Chemical and Natural Science* **1**, 29-36.
- Amarowicz R., Pegg R. B., Rahimi-Moghaddam P., Barl B. & Weil J. A., 2004:** Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *Food Chemistry* **84**, 551-562.

-B-

- Babba A.F., 1999 :** Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. *Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident*. Ed. Librairie Moderne Rouiba, EDAS, Alger, 368 .
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunete C., Dine T., Vasseur J., Gazin J., Pinkas M. & Luycky M., 1996 :** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung* **46**, 1086-1089.
- Bakchiche B., Gherib A., Smail A., Cutodia G. & Graca M., 2013:** Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products* **46**, 85-96.
- Bakhtaoui F.Z., Lakmichi H., Megraud F., Chait A. & Gadhi C.E. A ., 2014 :** Gastro-protective, anti-*Helicobacter pylori* and, antioxidant properties of Moroccan *Zizyphus lotus* L. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* **4** (10) , 81-87.
- Bayerand E. & Butter. K., 2000:** *Guide de la flore méditerranéenne*, 280.
- Benammar C., Baghdad C., Belarbi M., Subramaniam S., Hichami A. & Khan N. A., 2014:** Antidiabetic and antioxidant activities of *Zizyphus lotus* L aqueous extracts in Wistar rats. S8-004. *Journal of Nutrition & Food Sciences*.
- Bessi A., 2017 :** Evaluation in vitro de l'activité antimicrobienne des extraits de *Zizyphus lotus* Doctorat en Biotechnologie et Valorisation des Phyto-Ressources. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, 34.
- Bettaieb R. I., Sriti J., Besbess B., Mkaddmini H. K., Hamrouni S.I., Marzouk B. & Ksouri R., 2016:** Effet de la provenance et du solvant d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes des graines de fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of new sciences* **27**(4), 1478-1487.
- Boizot N. & Charpentier J.P., 2006 :** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fougère. *Le cahier des Techniques de l'Inra*, 79-82.
- Bonnet J., 2001 :** Larousse des arbres. *Dictionnaire des arbres et des arbustes*, 512.

Borgi W. & Chouchane N., 2006 : Activité anti-inflammatoire des saponosides des écorces des racines de *Zizyphus lotus* (L). *Revue des Région Arides* , 283-286.

Borgi W. & Chouchane N., 2009: Anti-spasmodic effects of *Zizyphus lotus* (L) Desf. Extracts on isolated rat duodenum. *Journal of Ethno pharmacology* **126** (3), 571-573.

Borgi W., Ghedira K. & Chouchane N., 2007: Anti-inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. *Fitoterapia* **78** ,16-19.

Borgi W., Recio M. C., Ríos J. L. & Chouchane N., 2008 : Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* (L) Lam. *South Afr J Bot* **74**, 320-324.

Bougandoura N. & Bendimerad N., 2013 : Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* sp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie* **15** (9).

-C-

Chevalier A., 1939 : *Zizyphus* de l'ancien monde et l'utilisation de leurs fruits. *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale* **27** (301) ,470-483.

Cirmi S. Ferlazzo N., Visalli G., Lombardo G. E., Laganà P. & Di Pietro A., 2016: Natural iron chelators: protective role in A549 cells of flavonoids-rich extracts of *Citrus* juices in Fe³⁺-induced oxidative stress. *Environ. Toxicol Pharmacol* **43**, 248–256.

Collard J., 2014: (WWW. Labocollard .be J. Collard : Stress oxydant).

-D-

Dacosta E., 2003 : *Les phytonutriments bioactifs*. Yves Dacosta (éd). Paris, 317.

De la pradilla., 1979 : Plantes médicinales contre douze parasitoses fréquentes. Ouagadougou.

Djerida A., Yousfi M., Nedjmi D., Boutassouna D., Stoker P. & Vidal N., 2006: Antioxidant activity of some medical plants extracts containing phenolic compounds foods chemistry.

-E-

Eboh A. S., 2014: Review Article. *Biochemistry of free radicals and oxidants scholars. Academic journal of biosciences (SAJB)* **2**(2), 110-118.

El Hachimi F., El Antari A., Boujnah M., Bendrisse A. & Alfaiz C., 2015 : L'arbousier. *Actes sud le Majan*, 1^{er} Edition. France, 45-62.

Elaloui M., Ennajah A., Ghazghazi H., Ben Youssef I., Ben Othman N., Rabeh H.M., Khouja A. & Laamouri A., 2017: Quantification of total phenols, flavonoides and tannins from *Zizyphus jujuba* (mill.) and *Zizyphus lotus* (l.) (Desf). Leaf extracts and their effects on antioxidant and antibacterial activities. *International journal of secondary metabolite* **4**,18-26.

-G-

Georgé S., Brat P., Alter P. & Amiot J.M., 2005: Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**,1370-1373.

Ghazghazi H., Aouadhi C., Riahi L., Maaroufi A. & Hasnaoui B., 2014: Fatty acids composition of Tunisian *Ziziphus lotus* L (Desf.) fruits and variation in biological activities between leaf and fruit extracts. *Natural Product Research* **28** (14),1106-1110.

-H-

Hagerman A.E., 2002: Tannin Chemistry (www.users.muohio.edu/hagermae). *Institute of Animal Nutrition, University of Hohenheim (Germany)*.

Haleng J., Pincemail J., Defraigne J.O., Charlier C. & Chapelle J.P., 2007: *Le stress oxydant / Rev Med Liege* **62**(10), 628.

Hidayat M.A., Fitri A. & Kuswandi B., 2017: Scanometry as microplate reader for high throughput method based on DPPH dry reagent for antioxidant assay. *Acta Pharmaceutica Sinica B*.

Hrycay E.G. & Bandiera S.M., 2015: Involvement of Cytochrome P450 in Reactive Oxygen Species Formation and Cancer/*Adv Pharmacol* **74**, 35-84.

Hui Y.T., Chi-Tang H. & Yu-Kuo C., 2017: Biological actions and molecular effects of resveratrol, pterostilbene, and 3'-hydroxypterostilbene. *Journal of Food and Drug Analysis*, 34-47.

-K-

Karabín M., Tereza H., Lukáš J. & Pavel D., 2015: Biotransformations and biological activities of hop flavonoids. Department of Biotechnology, Faculty of Food and Biochemical Technology, University of Chemistry and Technology, Prague, Technická **5**,166- 28 Prague 6, Czech Republic.

Kebbab R., 2014 : Etude du pouvoir antioxydant des polyphénols issus des margines d'olives de la variété Chamlal: Evaluation de l'activité avant et après déglycosylation .Mémoire en vue d'obtention du diplôme de magister de sciences biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Kherraze M., Lakhdari K., Kherfi Y., Benzaoui T., Berroussi S. & Bouhanna M., 2010: *Vitamin C deficiency activates the purine nucleotide cycle in zebrafish*/*J Biol Chem* **287**(6),3833-41.

Kohen R. & Nyska A., 2002: *Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification.* *Toxicol. Path* **30**, 620-650.

Kumar R.S., Narasingappa R.B., Joshi C.G., Girish T.K., Prasada Rao U.J. & Danagoudar A., 2017: Evaluation of *Cassia tora* Linn. Against Oxidative Stress-induced DNA and Cell Membrane Damage/*J Pharm Bioallied Sci* **9**(1),33-43.

-L-

Lee K. W., Kim Y. J., Lee H. J. & Lee C. Y., 2003: Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Tea and Red Wine. *J. Agric. Food Chem* **51**,7292-7295.

Lone A. A., Shaiq A., Ganai S. A., Ahanger. R. A., Bhat H. A., Bhat T. A. & Wani I. A., 2013: machinery in abiotic stress tolerance in crop plants *J: Plant physiology and biochemistry*.

-M-

- Manallah A., 2012** : Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe d'olive *OleaEuropaea*L. Mémoire de Magister. Université de Setif ,122.
- Mansouri .A., Embarek, G., Kokkalou., E. & Kefalas ., 2005**:Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry* **89**, 411-420.
- Mbaebie B.O., Edeoga H. O. & Afolayan A. J., 2012**: Phytochemical analysis and antioxidants activities of aqueous stem bark extract of *Schotia latifolia* Jacq. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*,118-124.
- Migdal C. &Cand S.M., 2011**: Reactivite oxygen species and oxidative stress: *Med sci (paris)* **27**(4).
- Molyneux P., 2004**: The use of the stable free radical of Diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH)forrestination antioxidant activity .*songklankarinJ.sectechol* **26**, 211-219.
- Mothana R.A.A ., 2011**: Anti-inflammatory, antinociceptive and antioxidant activities of the endemic *SoqotraenBoswelliaelongata*Balf. F. and *Jatrophaunicostata*Balf.F.in different experimental models.*Food and Chemical Toxicology* **49** (10), 2594-2599.
- Moulay Y., 2012** : Investigation phytochimiques de l'*Acocia arabica* Aux propriétés antioxydants et inhibitrices. Mémoire de Magister. Université Kasidi Merbah Ouargla, 56.

-O-

- Ochoa J. J., Quiles J. L., Ramírez-Tortosa M. C., Mataix J. & Huertas J. R., 2002** : Dietary oils high in oleic acid but with different un saponifiable fraction contents have different effects in *of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **56**, 264-270.

-P-

- Phaniendra A., Jestadi D.B. & Periyasamy L., 2015**: Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases / *Indian J Clin Biochem* **30** (1),11 - 26.
- Pieme C.A., Tatangmo J.A., SiSmo G.,NyaP.C.B. & MoorV.J.A .,2017**: *Relationship between hyperglycemia, antioxidant capacity and some enzymatic and non-enzymatic antioxidants in African patients with type 2 diabetes/BMC Res Notes* **10**(1), 141.
- Pokorny J. & Ai., 2001**: Antioxydants in food, Practical applications. *Woolhead Publishing Limited*. ISBN: 1 85573-463X.

-Q-

- Quézel P. & Santa S., 1963** : *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. CNRS, Paris, 1185.

-R-

- Reuter S., Gupta S.C., Chaturvedi M.M. & Aggarwal B.B., 2010**:*Oxidative stress, inflammation, and cancer: How are they linked?/ Free Rad Biol Med* **49**,1603-1616.

Rsaissi N., El Kamili., Bencharki B., Hillali L. & Bouhache M., 2013: Antimicrobial activity of fruits extracts of the wild jujube *Ziziphus Lotus* (L) Desf. *International Journal of Scientific & Engineering Research* **4**,1521-1528.

-S-

Sanchez M.C., 2002: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Food Science and Technology* **8**,121-137.

Seleem D., Pardi V. & Mendonça M.R., 2017:Review of flavonoids: A diverse group of natural compounds with anti-Candida albicans activity in vitro. *Archives of Oral Biology* **76**,76–83.

Shinde A., Ganu J. & Naik P., 2012: Effect of Free Radicals & Antioxidants on Oxidative Stress: A Review/*Journal of Dental & Allied Sciences* **1**(2),63-66.

Siddhuraju P. & Becker K., 2007 : The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vignaunguiculata* (L.) Walp.) Seed extracts. *Food Chemistry* **101** (1), 10-19.

-W-

Wahida B., Abderrahman B. & Nabil C., 2007: Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts. *J Ethnopharmacol* **112**, 228-231.

-Y-

Yi Z., Yan Y.,Liang Y.& Zeng B., 2008: In vitro antioxidant and antimicrobial Activities of Pericarpium Citri Reticulatae of a new Citrus Cultivar and its main flavonoid. *LWT* **41**,597- 603.

-Z-

Zerargui F., 2015 : Activité antioxydante des extraits de racine *Tamus communis* L.et caractérisation des substances bioactives .Thèse pour l'obtention du diplôme doctorat en sciences .Université Ferhat Abbas Sétif 1.

Zhang L., Fu Q. & Zhang Y., 2016: Composition of anthocyanins in pomegranate flowers and their antioxidant activity. *Food Chemistry* **127**(4), 1444-1449.

<http://en.m.wikipedia.org.zizyphus>

ملخص

انواع الاكسجين التفاعلية تتأكسد ببطء مع جزيئاتنا البيولوجية، لحسن الحظ هناك نظام دفاعي ، نظام مضاد للأكسدة هذه الشبكة من مضادات الأكسدة ، إنزيمية أم لا ، تسمح لجسمنا بالدفاع ضد المواد المؤكسدة التفاعلية

وفي هذا السياق، حاولنا تقييم نشاط مضادات الأكسدة من مقتطفات مختلفة اعدت من اوراق نبات *Zizyphus lotus* وهي شجيرة الفواكه المعروفة في الجزائر تحت اسم سدره تستعمل في الطب الشعبي، لشفاء الجهاز الهضمي والكبد وأمراض الجهاز التنفسي.

تم الحصول على مقتطفات من هذا النبات عن طريق الغليان والنقع في اثنين من المذيبات القطبية: الماء والميثانول تكون العوائد على التوالي هي: 12.72% و 12.64%

التحليل الكمي من إجمالي البوليفينول باعتماد Folin de ciocalteu كشف عن وجود كميات كبيرة ومماثلة من البوليفينول في كل من الميثانول ومستخلص المائي (19.74 ± 0.047 ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك /مغ مستخلص ميثانولي 19.49±0.011 ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك /مع مستخلص مائي) وأثبت أيضا تحليل الفلافونويدات بواسطة $AlCl_3$ احتواء هذه النبتة على كمية معتبرة من الفلافونويدات لهذين المستخلصين (6.48±0.010 ميكروغرام مكافئ حمض الكارستين /مغ مستخلص ميثانولي 6.44 ± 0.0042 ميكروغرام مكافئ حمض الكارستين /مغ مستخلص مائي).

كشف النشاط الازاحي تجاه جذر DPPH وجود نشاط مضاد للأكسدة بنسبة عالية للمستخلص الميثانولي ($IC_{50} = 0.01 \pm 0.51$ مغ /مل) مقارنة مع المستخلص المائي ($IC_{50} = 0.08 \pm 0.96$ مغ / مل).

الدراسة النشاطية المرجعية للحديد بطريقة FRAP للمستخلصين الميثانولي و المائي تشير إلى أن مستخلص الميثانول لديه قوة كبيرة الحد ($IC_{50} = 0.012 \pm 0.044$ مغ /مل) مقارنة مع المستخلص المائي ($IC_{50} = 1.074 \pm 0.076$ مغ /مل). لكنها تبقى ضعيفة بالنسبة لنموذج حمض الغاليك ($IC_{50} = 4.94 \pm 0.07$ مغ /مل) ولنموذج حمض الأسكوربيك ($IC_{50} = 4.208 \pm 0.011$ مغ /مل).

الكلمات المفتاحية: *Zizyphus lotus*، نشاط مضاد للأكسدة، مركبات فينولية، فلافونويدات، FRAP, DPPH.

Résumé

Les espèces oxygénées réactives oxydent lentement nos molécules biologiques. Heureusement, il existe un système de défense, le système antioxydant. Ce réseau d'antioxydants, enzymatiques ou non, permet à notre corps de se défendre contre les substances réactives oxygénées. Dans ce contexte, nous avons tenté d'évaluer l'activité antioxydante des différents extraits préparés à partir des feuilles de *Zizyphus lotus* qui est un arbrisseau fruitier connu dans l'Algérie sous le nom vernaculaire sedra. c'est une plante utilisée en médecine populaire pour soigner le tube digestif, le foie et les affections respiratoires. Les extraits de cette plante ont été obtenus par infusion et macération dans deux solvants polaires : l'eau et le méthanol. Les rendements respectifs sont : 12.72% et 12.64%.

L'analyse quantitative des polyphénols totaux en adoptant la méthode de Folin-Ciocalteu révèle la présence des quantités importantes et similaire de polyphénols dans les deux extraits méthanolique et aqueux (19.74 ± 0.047 ug EAG / mg EME ; 19.49 ± 0.011 ug EAG / mg EAQ). De même, le dosage des flavonoïdes par la méthode d' $AlCl_3$ montre que cette plante contient une quantité raisonnable de flavonoïdes pour les deux extraits (6.48 ± 0.010 ug EQ / mg EME ; 6.44 ± 0.0042 ug EQ / mg EAQ).

L'étude de l'activité anti radicalaire vis-à-vis du radical DPPH a révélé une grande activité antioxydante de l'extrait méthanolique ($IC_{50} = 0.01 \pm 0.51$ mg/ml) en comparaison avec l'extrait aqueux ($IC_{50} = 0.96 \pm 0.083$ mg/ml).

Le pouvoir réducteur des deux extraits méthanolique et aqueux de *Zizyphus lotus* a été évalué par la méthode FRAP, les résultats obtenus montrent que l'extrait méthanolique possède un pouvoir réducteur important ($IC_{50} = 0.044 \pm 0.012$ mg/ml) par rapport à l'extrait aqueux ($IC_{50} = 1.074 \pm 0.076$ mg/ml), mais aussi inférieur à celui des standard ; l'Acide gallique ($IC_{50} = 4.94 \pm 0.07$ mg/ml) et Acide ascorbique ($IC_{50} = 4.208 \pm 0.011$ mg/ml).

Mots clés : *Zizyphus lotus*, activité antioxydante, composés Phénoliques, flavonoïdes, FRAP, DPPH.

Abstract

Reactive oxygen species slowly oxidize our biological molecules. Fortunately, there is a defense system, the anti-oxidative system. This network of antioxidants, enzymatic or not, allows our body to defend against reactive oxygenated substances. In this context, we tried to evaluate the antioxidant activity of the different extracts prepared from the leaves of *Zizyphus lotus* which is a fruit shrub known in Algeria under the vernacular name sedra. It is a plant used in folk medicine to treat the digestive tract, liver and respiratory diseases. The extracts of this plant were obtained by infusion and maceration in two polar solvents: water and methanol. The respective yields are: 12.72% and 12.64%.

Quantitative analysis of total polyphenols using the Folin-Ciocalteu method reveals the presence of significant and similar amounts of polyphenols in both methanolic and aqueous extracts (19.74 ± 0.047 ug EAG / mg EME; 19.49 ± 0.011 ug EAG / mg EAQ). Similarly, the flavonoid assay by the $AlCl_3$ method shows that this plant contains a reasonable amount of flavonoids for both extracts (6.48 ± 0.010 ug EQ / mg EME, 6.44 ± 0.0042 ug EQ / mg EAQ).

The study of radical scavenging activity toward DPPH radical revealed a high antioxidant activity of the methanolic extract ($IC_{50} = 0.01 \pm 0.01$ mg / ml) in comparison with the aqueous extract ($IC_{50} = 0.96 \pm 0.08$ mg / ml).

The reducing power of the methanolic and aqueous extracts of *Zizyphus lotus* was evaluated by the FRAP method, the obtained results show that the methanolic extract has a high reducing power ($IC_{50} = 0.044 \pm 0.012$ mg / ml) relative to the aqueous extract ($IC_{50} = 1.074 \pm 0.076$ mg / ml), but also lower than standard gallic acid ($IC_{50} = 4.94 \pm 0.07$ mg / ml) and ascorbic acid ($IC_{50} = 4.208 \pm 0.011$ mg / ml).

Key words: *Zizyphus lotus*, antioxidant activity, Phenolic compounds, flavonoids, FRAP, scavenger.