

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES BIOLOGIQUES

OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par :

MERIKHIFA Denia & TENNAH Thelidja

Intitulé

**Évaluation *in vitro* des activités biologiques
d'*Atriplex Halimus* L.**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. BOUBEKEUR Hafsa

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Président

Dr. RÉGGAMI Yassine

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Rapporteur

Dr. HARRAR Abdenassar

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Examineur

Année universitaire : 2021 /2022

DEDICACE

- ✓ *Je dédie mon travail à mon père, qui n'a pas tardé à apporter son soutien financier ou moral tout au long de mon parcours universitaire, pour sa confiance constante dans ma réussite et la réalisation de mes rêves.*
- ✓ *À ma chère mère, qui a tout sacrifié pour moi sur ses sentiments, avec tous les moments de ma faiblesse et de ma joie, malgré le fait que cela lui était caché, malgré la distance qui nous séparait. Malgré la distance qui nous séparait, elle a toujours été proche.*
- ✓ *À mes frères Anis Abd El Djabbar, et mes sœurs Rihab et Fatima, du sucre de la maison, Mariam*
- ✓ *À mon fiancé, Walid, pour tout son soutien, atténuant les journées de fatigue, et m'encourageant à avancer vers mes objectifs et à accepter toutes mes décisions et pour sa présence dans ma vie*
- ✓ *À mon cousin Jamal pour tout ce qu'il m'a donné et ses enfants, Tasneem et Anas Abdel Raouf*
- ✓ *À ma sœur, mon amante, ma compagne et ma chère fille, Hafida, pour tout l'amour que tu as donné avec toute la force qui m'a fait avancer vers mon but dans la vie*
 - ✓ *À mon amie Thelidja pour ses efforts et à sa famille*
- ✓ *À mes amis Salima Amina Warda Wafa Hanan Sara et tous ceux que je connais*
 - ✓ *À mon oncle Mohamed Ismail Khaled et leur famille*
 - ✓ *À ma tante Sabah et sa petite-fille Juri*
- ✓ *À mon oncle et compagnon Radwan pour m'avoir soutenu dans tout mon travail*
 - ✓ *À mes chères cousines Manar Inass Amani Aya Abba*
 - ✓ *À ma petite fille, Haneen, Aseel Siin Khadija*
 - ✓ *À toute ma famille Mreikhifa et Bellih*

Denia

Dédicace

À l'aide de dieu le tout puissant,

*Nous avons pu réaliser ce travail que nous dédions
à la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas, le bonheur
et la joie de ma vie, à ceux qui m'ont appris le sens de la
persévérance tout au long de mes études, pour leur
patience, sacrifices, soutiens, conseils et encouragements.*

À PAPA

*Celui qui ma accorder tant d'Attention, d'Amour, d'Aide
et d'Encouragement, tout ce que je peux te dire ne peut
jamais te décrire, ni te remercier assez pour tout ce que tu
m'apportes en continue, car à mes yeux tu es le Meilleur
Papa au monde, et le plu beau cadeau de ma vie, que dieu
te protège et te garde pour moi.*

À MAMAN

*Celle qui m'a toujours aimer soutenue dans toutes les
situations, forte et tendre et douce tu n'espérer que nous
voir réussir et nous ne souhaitons que te faire plaisir je
souhaite être à la hauteur de tes espérances. Je T'aime
Maman, que dieu te protège et te garde pour moi.*

À mes chers frères et sœurs

Surtout mon frère Bin Hejres, qui tient toujours à m'encourager, ainsi que mon frère

Sulaiman, à qui je lui souhaite un prompt rétablissement, Seigneur

À toute la famille Fennah et famille Lahouibi

À ma chère amie et collègue Denia Mreikhifa

À tous mes amies qui m'ont aidé tout au long de mes études universitaires

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions Dieu le Tout-Puissant, qui nous a donné la force et l'énergie et nous a donné la patience d'accomplir notre humble travail.

Nous tenons à remercier particulièrement notre promoteur, Dr. RÉGGAMI Yassine, pour sa présence parmi nous, son soutien et ses conseils.

Nos vifs remerciements vont spécialement aux membres du jury Dr. BOUBEKEUR Hafsa & Dr. HARRAR Abdenassar; pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Toute notre gratitude pour l'ensemble des enseignants du département de Microbiologie et Biochimie.

Finalement, Nous tenons à remercier également les ingénieurs du laboratoire pour tout ce qu'ils ont fourni.

Sommaire

Résumé	ix
Liste des abréviations	x
Listes des tableaux	xii
Introduction	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I. <i>Atriplex Halimus</i> L.	3
I.1. Généralités sur l' <i>Atriplex Halimus</i> L.	3
I.2. La famille des <i>Chenopodiaceae</i>	3
I.2.1. Description botanique	3
I.2.2. Distribution géographique	3
I.3. Le genre <i>Atriplex</i>	3
I.3.1. Description botanique	3
I.3.2. Distribution géographique	4
I.3.3. Composition chimique	4
I.4. L'espèce <i>Atriplex Halimus</i>	4
I.4.1. Description botanique et habitat	4
I.4.2. Systématique	5
I.4.3. Nom vernaculaire	5
I.4.4. Répartition géographique	6
I.4.5. Principales substances bioactives d' <i>Atriplex Halimus</i>	6
I.4.6. Utilisations d' <i>Atriplex Halimus</i> L.	7
II. Stress oxydant	8
II.1. Radicaux libres	8
II.1.1. Principaux radicaux libres et ROS	8
II.1.2. Classification des Radicaux libres	9
II.1.3. Sources des radicaux libres	9

II.1.4.	Rôles biologiques des radicaux libres	10
II.2.	Stress oxydatif	11
II.2.1.	Conséquences moléculaires du stress oxydatif	11
II.2.2.	Les maladies liées au stress oxydatif.....	11
II.3.	Antioxydants.....	12
II.3.1.	Sources des antioxydants	12
II.3.2.	Mécanismes d'action des antioxydants	13
II.3.3.	Balance Oxydants /Antioxydants et stress oxydant	13
II.4.	Polyphénols	14
II.4.1.	Classification des polyphénols	14
II.4.2.	Les activités biologiques des polyphénols	15
PARTIE EXPÉRIMENTALE.....		17
I.	Matériels et Méthodes	17
I.1.	Matériel végétal	17
I.2.	Produits chimiques	18
I.3.	Denrée alimentaire.....	18
I.4.	Méthodes	18
I.4.1.	Préparation des résidus secs des extraits aqueux	18
I.4.2.	Préparation des résidus secs des extraits Méthanolique.....	19
I.4.3.	Évaluation d'effets des extraits aqueux et méthanoliques sur l'altération de la viande	20
I.4.4.	Dosage des polyphénols totaux	21
I.4.4.1.	Principe.....	21
I.4.5.	Dosage des flavonoïdes totaux.....	21
I.4.6.	Test de DPPH.....	22
I.4.7.	Mode opératoire	22
II.	Résultats et discussion.....	25

II.1. Rendement des extractions	25
II.2. Teneur en polyphénols totaux.....	26
II.3. Teneur en flavonoïdes totaux	27
II.4. Activité antioxydante.....	28
II.4.1. Effet de piégeage du radical DPPH.....	28
II.5. 2. Effets des extraits d' <i>Atriplex Halimus</i> sur l'altération de la viande	32
Conclusion.....	36
Références bibliographiques	31

ملخص

القطف هو نبات طبي يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي لعلاج العديد من الأمراض مثل مرض السكري وتكيسات المبيض والرحم. ينمو هذا النبات في مناطق السهوب ، ولا سيما منطقة الجلفة والمسيلة. في هذه الدراسة تم استخلاص المواد الفعالة بطريقتين لدراسة النشاط المضادة للأكسدة ودراسة تأثير المستخلص النباتي على تلف اللحوم المفرومة الموضوعة في درجة حرارة الغرفة.

كان مردود إنتاج المستخلص المائي مرتفعًا جدًا حيث وصل إلى 19.84% مقارنة بمستخلص الميثانول 18.425. تم تقدير محتوى البوليفينول الكلي ، وكان أعلى بالنسبة للمستخلص الميثانولي من المستخلص المائي. 32.54 و 27.6 ميكروجرام مكافئ حمض الجاليك / مستخلص مجم على التوالي. كان المستخلص الميثانولي أكثر ثراءً في الفلافونويد من المستخلص المائي. 25.73 و 5.268 ميكروجرام كيرسيتين / مجم. أن المستخلصات ليس لها تأثير كبير مضاد للأكسدة. حيث قدرت نسبة التركيز المثبط اظهر الاختبار المستخلص المائي ب 10,69 مجم / مل ، بينما قدرت ب 12.83 في المستخلص الميثانولي. تأثير كلا المستخلصين على تلف اللحم المفروم ضعيف.

الكلمات المفتاحية: Atriplex Halimus ، الفعالية المضادة للأكسدة ، DPPH ، الفلافونويد ، البوليفينول.

Abstract

Atriplex Halimus is a medicinal plant widely used in traditional medicine to treat many diseases such as diabetes, ovarian and uterine cysts. This plant grows in the steppe zones, in particular the region of Djelfa and M'sila.

In this study, the active substances were extracted in two ways, in order to study the antioxidant activity and to study the effect of this vegetable extract on the deterioration of minced meat placed at room temperature.

The yield of the aqueous extract was quite high, reaching 19.84% compared to the Methanol 18.425 extract. The total polyphenol content was estimated, it was higher for the methanolic extract than the aqueous extract; 32.54 and 27.6 μg gallic acid equivalent/mg extract respectively. The methanolic extract was richer in flavonoids than the aqueous extract; 25.73 and 5.268 μg quercetin/mg. The DPPH test showed that the extracts had no significant antioxidant effect. The IC_{50} of the aqueous extract was estimated at 10,69 mg/ml, whereas it was estimated at 12.83 in the methanolic extract. The effect of both extracts on decomposition of minced meat was weak.

Keywords: Atriplex Halimus, Antioxidant activity, DPPH, Flavonoids, Polyphenols.

Résumé

L'*Atriplex Halimus* est une plante médicinale très utilisée en médecine traditionnelle pour traiter de nombreuses maladies comme le diabète, les kystes ovariens et de l'utérus. Cette plante pousse dans les zones steppiques, notamment la région de Djelfa et M'sila.

Dans cette étude, les substances actives ont été extraites de deux manières, afin d'étudier l'activité antioxydante et d'étudier l'effet de cet extrait végétal sur la détérioration de la viande hachée placée à température ambiante.

Le rendement de l'extrait aqueux a été assez élevé, atteignant 19,84 % par rapport à l'extrait Méthanol 18,425. La teneur totale en polyphénols a été estimée, elle était plus élevée pour l'extrait méthanolique que l'extrait aqueux ; 32,54 et 27,6 µg équivalent acide gallique/mg extrait respectivement. L'extrait méthanolique était plus riche en flavonoïdes que l'extrait aqueux ; 25,73 et 5,268 µg quercétine/mg. Le test DPPH a montré que les extraits n'avaient pas d'effet antioxydant significatif. l'IC₅₀ de l'extrait aqueux a été estimée à 10,69 mg/ml, alors qu'elle a été estimée à 12,83 dans l'extrait méthanolique. L'effet des deux extraits sur la détérioration de la viande hachée était faible.

Mots clés : *Atriplex Halimus*, Activité antioxydante, DPPH, Flavonoïdes, Polyphénols.

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique.

AlCl₃ : Trichlorure d'Aluminium. .

DPPH : 2,2'-diphénylpicrylhydrazyl.

EAG : Équivalent d'acide gallique. .

EAq : Extrait aqueux.

EMet : Extrait méthanolique

EQ : Équivalent de quercétine.

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice de 50%.

NADPH : Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate.

OH• : Radical hydroxyle.

Liste des figures

Figure 1: Répartition de l’ <i>Atriplex Halimus</i> en Algérie (Bouchoucha et Ouazeta, 2018).	6
Figure 2 : les antioxydants enzymatiques et non enzymatiques (Menvielle-Bourg, 2005).	13
Figure 3 : La balance d’équilibre entre les systèmes pro-oxydants et antioxydants (Nkhili,.....	14
Figure 4 : Structure du noyau phénol (Matou, 2019).	14
Figure 5 : Classification des polyphénols (Martin ,2018).	15
Figure 6 : Partie aérienne d’ <i>Atriplex Halimus</i> L.	17
Figure 7: La plante <i>Atriplex Halimus</i> L. dans son environnement.....	17
Figure 8 : Méthode de décoction.....	18
Figure 9 : Filtration sur papier Wattman.....	19
Figure 10 : Évaporateur rotatif.	19
Figure 11: Méthodologie de l’évaluation de l’efficacité des extraits aqueux et méthanoliques. .	20
Figure 12 : Histogramme du rendement de l’extraction.....	25
Figure 13: courbe d’étalonnage de l’acide gallique.	26
Figure 14 : Teneurs en polyphénols de deux Extrait d’ <i>Atriplex Halimus</i> L.	27
Figure 15 : Courbe d’étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.	27
Figure 16 : Teneurs en flavonoïdes totaux de deux Extrait d’ <i>Atriplex Halimus</i> L.	28
Figure 17: Variation de l’inhibition du DPPH en fonction de la concentration de vitamine C. ...	29
Figure 18: Variation de l’inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l’extrait EAq.	29
Figure 19 : Variation de l’inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l’extrait Met.	30
Figure 20 : Histogramme des IC ₅₀ des deux extraits d’ <i>Atriplex Halimus</i> L.	31
Figure 21: Effets de Extraits d’ <i>Atriplex Halimus</i> sur l’aspect visuel de la viande hachée le 1 ^{ier} jour	33
Figure 22 : Effets des extraits d’ <i>Atriplex Halimus</i> sur l’aspect visuel de la viande hachée le 5 ^{eme} jour.	33

Listes des tableaux

Table 1: Teneur en matière sèche et la composition chimique des feuilles vertes d’Atriplex Halimus (Slamani et Gerbi, 2018).....	7
Table 2 : Rendement d’extraction.	25
Table 3: Pouvoir antiradicalaire des deux extraits EAq et EMet d’ <i>Atriplex Halimus</i> L vis-à-vis le radical DPPH.....	30
Tableau 4 : Comparaison des Résultats	31

Introduction

Introduction

Depuis l'Antiquité, l'homme a utilisé des plantes pour traiter des maladies (Odile et Daniel, 2007), Les plantes aromatiques et médicinales sont un matériau essentiel pour la découverte et le développement de certains médicaments (Maurice, 1997). Elles se caractérisent par la présence de substances biologiquement actives qui les rendent d'une grande importance (Maihebiau, 1994).

L'étude de la chimie végétale est encore une recherche scientifique approfondie car le règne végétal possède une grande quantité de molécules bioactives et a une large utilisation dans tous les domaines tels que l'agroalimentaire, la cosmétique et la pharmacologie (Bahorun et al., 1996).

Les polyphénols sont des substances qui ont de nombreuses utilisations thérapeutiques dans la lutte contre des maladies telles que le cancer et les maladies cardiaques. Ils sont également considérés comme un mécanisme de défense des plantes contre les microbes, ils sont donc largement utilisés dans le domaine médical (Bruneton, 1999).

Le stress oxydatif est un déséquilibre entre les oxydants et la production d'antioxydants (Favier, 2003). Il entraîne la destruction des tissus et de graves dommages à la cellule, (Pincemail et al., 2002). Les antioxydants jouent un rôle important dans la réduction du stress oxydatif et la prévention des maladies qui en résultent (Vârban et al., 2009).

L'Algérie est riche d'un couvert végétal médicinal diversifié, on y trouve l'*Atriplex Halimus* L, une plante des steppes algériennes d'une famille aux multiples usages (Nedjimi et al. 2013).

L'objectif de notre travail est d'étudier la teneur en composés phénoliques ; polyphénols et flavonoïdes de la plante choisie ainsi que l'évaluation du pouvoir des extraits de cette plante pour la conservation de la viande haché.

Notre travail se compose de deux parties :

- ✓ La première partie porte sur une revue bibliographique à propos l'*Atriplex Halimus* et son utilisation ainsi qu'un rappel sur le stress oxydatif, les radicaux libres et les antioxydants.
- ✓ La deuxième partie traite le protocole expérimental et les résultats obtenus, et finalement, on termine par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Atriplex Halimus L.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. *Atriplex Halimus L.*

I.1. Généralités sur l'*Atriplex Halimus L.*

C'est une plante arbustive appartenant à la famille *Chenopodiaceae* que l'on trouve dans les zones sèches et semi-arides de la Méditerranée et de l'est de l'Arabie saoudite, à des altitudes inférieures à 900 mètres, et qui pousse sur différents types de sols classés par salinité (Walker et al., 2014).

I.2. La famille des *Chenopodiaceae*

I.2.1. Description botanique

La famille *Chenopodiaceae* est composée de 417 espèces (Le Houerou, 1992). La plupart des espèces de cette famille sont considérés comme des arbustes annuels vivaces avec des racines profondes pour absorber l'eau en grande quantité (Rosas, 1989), Parmi les genres existant en Algérie, on citera : *Oreobliton*, *Chenopodium*, *Anabasis*, *Salicornia*, *Kochia*, *Bassia* et *Atriplex* (Quèzel et Santa, 1962).

I.2.2. Distribution géographique

Les *Chenopodiaceae* sont largement répandues dans les habitats salins tempérés et subtropicaux, en particulier dans les régions littorales de la Mer Méditerranéenne, de la Mer Rouge, dans les steppes arides de l'Asie centrale et orientale, aux marges du désert du Sahara, dans les prairies alcalines des Etats-Unis, dans le Karoo, en Australie, et dans les Pampas Argentines (Rosas, 1989).

I.3. Le genre *Atriplex*

I.3.1. Description botanique

Ce genre appartient à une famille qui vit dans des sols salins ou alcalins dans des milieux secs et semi-arides (Rosas, 1989 ; Mulas, 2004). Les fleurs sont unisexuées, monoïques ou dioïques avec parfois quelques-unes hermaphrodites ; fleurs mâles sans bractées et fleurs femelles avec deux bractées, à ovaire uniloculaire et uniovulé à deux styles filiformes. Le fruit est membraneux, comprimé dans les deux bractées de la fleur femelle ou hermaphrodite. La graine est lenticulaire, noire et disposée verticalement (Quèzel et Santa, 1962).

I.3.2. Distribution géographique

Le genre *Atriplex* est rencontré dans toutes les parties du monde, d'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (Franclet et le houerou ,1971), et inclut 48 espèces dans le bassin méditerranéen (Maalem, 2002) et dans les zones steppiques (Batna, Biskra, M'sila, Djelfa, Saida, Tbessa et Tiaret) (Pouget, 1980). Ce genre renferme plusieurs espèces intéressantes, mais celles qui figurent parmi les plus communes en Algérie sont : *A. littoralis* L, *A. patula* L, *A. rosea* L, *A. hastata* L, *A. halimus* L (Quèzel et Santa, 1963).

I.3.3. Composition chimique

Les études phytochimiques ont montré que ce genre est riche en composés phénoliques, phénols, saponines glycosides, alcaloïdes, tannins, résines, betaines et flavonoïdes dont les flavonols (Bylka *et al.*, 2001; Bylka *et al.*, 2004; Erdman *et al.*, 2006; Benhammou *et al.*, 2009).

I.4. L'espèce *Atriplex Halimus*

L'*Atriplex Halimus* est une espèce végétale de la famille des *Chenopodiaceae* selon la classification classique de Cronquist (1981) ou des *Amaranthaceae* selon la classification phylogénétique.

I.4.1. Description botanique et habitat

C'est un arbuste ramifié qui forme des touffes d'un diamètre allant jusqu'à 3 mètres et d'une hauteur de 1 à 4, ses racines sont blanches, les tiges sont arrondies, ramifiées, ses feuilles sont vertes alternes, avec de petits pétioles brillants, striés de cheveux, et il y a des vésicules contenant du sel quand elles sont petites (Guittonneau et Huon, 1983 ; Duperat, 1997). Les fleurs sont monoïques, glomérules, les glomérules femelles à la base et males au sommet. La graine est verticale, lenticulaire, à marge obtuse, mate, lisse, brune-noire embryon annulaire, à radicule ascendante, à extrémité un peu saillante vers le milieu de la graine. Sa floraison a lieu entre le mois de Mai et Décembre (René, 1962 ; Echevin, 1964). Cette espèce est une xero-halophyte très résistante à la sécheresse (Le Houerou, 2000).

Tableau 1. Description d'*Atriplex Halimus* (Ilyas, 2013).

Partie de la plante	Description
-Tiges	Érigées-dressées, ligneuse Grandes, 2-5 cm, en général 2 fois plus longues
- Feuilles	que larges longues ou ovales-obtuses. Valves fructifères coriaces, arrondies-rénifonnes, lisses.
- Fleurs	Jaunâtres, en épis allongés formant une panicule terminale nue ou un peu feuillée à la base

I.4.2. Systématique

D'après [Quézel et Santa \(1962\)](#), la classification d'*A. Halimus* est comme suit:

Régne : Végétale

Embrevement : Phanérogames ou Spermaphytes

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Préastéridées

Ordre : Caryophyllades

Sous-ordre : Chénopodiales

Famille : Amaranthacées

Genre : *Atriplex*

Espèce : *Halimus L.*

I.4.3. Nom vernaculaire

Elle est connue en :

- ✓ Français : Arroche halime ou Pourpier de mer
- ✓ G'ttaf (L'egttef) en Algérie ([Kadi et al, 2016](#)).
- ✓ Chenane au Maroc ([Medjekal et Bousseboua, 2016](#)).
- ✓ Saltbuch en anglais ([Medjekal et Bousseboua, 2016](#)).

I.4.4. Répartition géographique

L'*Atriplex Halimus L.* On le trouve souvent dans le nord du désert, dans les montagnes centrales, dans les sols rocheux, les pentes argileuses et les zones très salées (Ortiz-Dorda *et al.*, 2005). On le trouve également en Europe sur toute la côte nord de la Méditerranée, ainsi qu'en Bulgarie (Berri, 2009). En Algérie, il pousse spontanément dans les zones arides et semi-arides, notamment les steppes (Pouget, 1980).



Figure 1: Répartition de l'*Atriplex Halimus* en Algérie (Bouchoucha et Ouazeta, 2018).

I.4.5. Principales substances bioactives d'*Atriplex Halimus*

La composition chimique de l'*A. Halimus* dépend de plusieurs paramètres tels que le climat, l'âge de la plante et la saison (Abbade *et al.*, 2004). Les feuilles sont riches en protéines et iode, en gomme, en vitamines C, A et D, en chrome, en saponines, en acide oxalique, en carotène et en oligo-éléments (fer, magnésium, potassium, sodium, phosphore et calcium) dans toute la plante (Laouedj, 2017).

Table 1: Teneur en matière sèche et la composition chimique des feuilles vertes d'*Atriplex Halimus* (Slamani et Gerbi, 2018).

MS (%)	MAT (%MS)	CB (%MS)	Na (%MS)	Ca (%MS)	K (%MS)	P (%MS)	Mg(%MS)
34.2	15.1	15.4	4.41	1.77	2.59	0.21	0.32

*MS : matière sèche ; MAT : matière azotée totale ; CB : cellulose brute

I.4.6. Utilisations d'*Atriplex Halimus L*

I.4.6.1. Applications thérapeutiques

Son utilisation dans la médecine traditionnelle est largement connue pour ces propriétés hypoglycémiantes et hypolipidémiantes (Yaniv *et al.*, 1987 ; Mirsky et Nitsa, 2001). On utilise aussi *A. Halimus* pour soigner les inflammations des voies urinaires (cystites) et les lithiases urinaires (Belouad, 2001 ; Emam, 2011). Au Sahara occidental, les cendres d'*A. Halimus* potentialisent l'effet de l'insuline (Shani *et al.*, 1972 ; Mertz *et al.*, 1973 ; McKell *et al.*, 1994 ; Mirsky et Nitsa., 2001), aussi elles sont utilisées dans le traitement de l'acidité gastrique. Les graines, crues et broyées, sont ingérées comme vomitif (Bellakhdar, 1997). Les racines, découpées en lanières à la manière du siwak, servent pour les soins de la bouche et des dents. Les feuilles sont utilisées pour le traitement des maladies cardiaques et de diabète (Bellakhdar, 1997 ; Said *et al.* 2000). Les Sahariens attribuent aussi à cette plante la propriété de soigner le debbab qui est une maladie grave du dromadaire causée par un trypanosome dont les vecteurs sont les taons.

I.4.6.2. Usages alimentaires

Les Touareg récupèrent les graines, les écrasent et les font bouillir dans de l'eau pour en faire de la bouillie. Les feuilles sont également bouillies et filtrées pour éliminer les sels. (Bellakhdar, 1997). Dans de nombreuses régions d'Algérie et de Tunisie, les populations locales cueillent les jeunes pousses et les cuisent comme des épinards (Francelet et Le Houérou, 1971). Dans certains pays européens, les feuilles fraîches sont consommées en salade ou frites, voire cuites à la vapeur.

I.4.6.3. Arbustes fourragers

Elle est considérée comme une plante très riche en protéines, ce qui en fait une source importante d'azote pour le bétail, c'est pourquoi les populations locales utilisent cette plante

comme aliment pour le bétail en raison de sa dureté, de sa valeur nutritive et de sa résistance à la sécheresse (El-Shatnawi et turuk, 2002).

I.4.6.4. Autres utilisations

La cendre végétale brûlée est utilisée comme substance alcaline dans la fabrication du savon. Elle peut également être utilisée comme clôture résistante au vent, en particulier pendant la saison des labours, en tant que plante qui a une grande capacité à absorber le sel du sol, elle peut être utilisée dans des projets de dessalement des sols. Elle est employée pour le dégraissage des vêtements, autrefois utilisé pour la fabrication du verre (Bellakhdar, 1997).

Chapitre II

Stress oxydant

II. Stress oxydant

II.1. Radicaux libres

Les radicaux libres sont des éléments chimiques qui contiennent un ou plusieurs électrons non appariés dans la dernière orbitale. Ils ont une demi-vie courte et une réactivité élevée. Ils sont considérés comme un problème mourant qui est résolu en reliant les autres électrons (Goudable et Favier, 1997).

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) sont des dérivés de l'oxygène réactif qui ont des électrons d'énergie excités (Benhamdi et al., 2014). Elle inclut les radicaux libres de l'oxygène proprement dit : radical superoxyde $O_2^{\bullet-}$, radical hydroxyle OH^{\bullet} , monoxyde d'azote NO^{\bullet} , mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante : l'oxygène singulet 1O_2 , peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , peroxyde d'azote $ONOO^-$ (Favier, 2003).

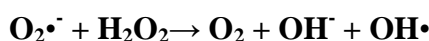
II.1.1. Principaux radicaux libres et ROS

II.1.1.1. Le radical hydroxyle (OH^{\bullet})

Lorsque la réaction se produit entre le peroxyde d'hydrogène et les ions de fer Fe^{2+} , cette réaction produit un radical hydroxyle (Djenidi, 2019).

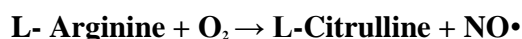


Le radical hydroxyle peut également être produit d'une autre manière par une réaction appelée Haber et Weiss qui se produit entre le peroxyde d'hydrogène et le radical superoxyde. (Djenidi, 2019).



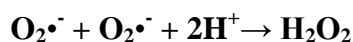
II.1.1.2. Le monoxyde d'azote (NO)

Le monoxyde d'azote ou oxyde nitrique est un radical libre produit par les différents types cellulaires (ubiquitaire). Il est produit par l'enzyme NOS à partir de l'arginine et l'oxygène selon la réaction suivante (Belkheiri, 2010 ; Guillouty, 2016).



II.1.1.3. Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et l'oxygène singulet (1O_2)

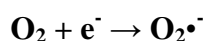
Le peroxyde d'hydrogène est produit par la dismutation de l'anion superoxyde, cette réaction est catalysée par la superoxyde dismutase (SOD).



Il est beaucoup plus stable et a la capacité de traverser les membranes cellulaires (Coriat, 2012). Il est produit par la réaction des radicaux peroxydes dans le processus d'oxydation des lipides. Il est hautement oxydant car il contient deux électrons non appariés (Tissier, 2011).

II.1.1.4. Le radical superoxyde ($O_2^{\bullet-}$)

Le radical libre superoxyde, chargé négativement, possède une réactivité plus faible. Il est produit par la réduction du dioxygène lors de la respiration cellulaire selon la réaction suivante (Tissier, 2011).



II.1.2. Classification des Radicaux libres

II.1.2.1. Radicaux libres primaires

Les radicaux primaires sont directement dérivés de l'oxygène par des réductions à un électron tels l'anion superoxyde ($O_2^{\bullet-}$) et le radical hydroxyle (OH^{\bullet}), ou de l'azote tel le monoxyde d'azote (NO^{\bullet}) (Favier, 2003).

II.1.2.2. Radicaux libres secondaires

Il s'agit en particulier des radicaux : alkyle (R^{\bullet}), alkoyle (RO^{\bullet}) et alkyl peroxy (ROO^{\bullet}), générés à la suite de l'action oxydante de radicaux libres oxygénés « primaires » sur les chaînes d'acides gras polyinsaturés, les glucides, les protéines ou les acides nucléiques (Vergely et Rochette, 2003).

II.1.3. Sources des radicaux libres

II.1.3.1. Origine endogène

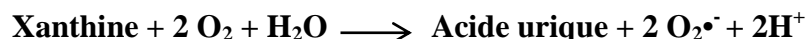
➤ Chaîne mitochondriale de transport d'électrons

De nombreuses études suggèrent que la mitochondrie est la source principale des ROS endogènes (Kannan *et al.*, 2000; Sherer *et al.*, 2002). Environ 80% de l'oxygène subit une réduction tétravalente, qui est l'addition de 4 électrons, pour produire de l'eau. Cette réaction se produit dans le complexe IV de la chaîne de transport mitochondriale (Halliwell, 2006). Ces organites sont la principale source des radicaux libres, elles produisent environ 90% des ROS cellulaires (Kadeche, 2018).

➤ Cellules immunitaires

Les cellules immunitaires produisent un grand nombre d'espèces réactives de l'oxygène dans le mécanisme inflammatoire, de sorte que les macrophages produisent de l' O_2 dans leur défense du corps (Favier, 2006 ; Salganik, 2001).

La xanthine oxydase catalyse l'oxydation de l'hypoxanthine et de la xanthine en acide urique en réduisant l'O₂ en O₂•⁻ et H₂O₂ (Mckelvey *et al.*, 1988 ; Parks *et al.*, 1988).



L'activité de certaines enzymes participe à la production des radicaux libres, on trouve principalement les familles d'enzymes comme le cytochrome P-450 et le cytochrome b5 les cytochromes oxydases, la glycolate oxydase, la D-amino acide oxydase, l'urate oxydase ... (Younes, 1999 ; Thannickal *et al.*, 2000).

➤ La NADPH oxydase

La NADPH oxydase est une enzyme qui catalyse la production de l'anion superoxyde selon la réaction suivante (Babior, 1999) :



➤ L'enzyme NOS (*Nitric oxide synthase*)

Les NOS sont à l'origine de la synthèse du radical NO•, elles peuvent aussi donner des anions superoxyde (Landmesser *et al.*, 2003).

➤ L'auto-oxydation des petites molécules

L'auto-oxydation de molécules telles que la dopamine, l'adrénaline, les flavines (Dwassy, 2014).

II.1.3.2. Origine exogène

Certains oxydants environnementaux tels que les radiations, la consommation excessive d'alcool, les polluants industriels, peuvent produire de nombreux types d'oxygène réactif (Ribéreau-gayon, 1968 ; Linard *et al.*, 1976 ; Prigent *et al.*, 2003 ; Ghosh *et al.*, 2009).

II.1.4. Rôles biologiques des radicaux libres

Les radicaux libres sont principalement impliqués dans la réaction immunitaire, activant le NADPH oxydant, et l'acide hypochlorique fortement oxydant est bactéricide lors du processus de phagocytose. Les radicaux libres sont également un vecteur de signalisation entre les cellules et sont impliqués dans l'expression et la régulation des gènes (Favier, 2003).

II.2. Stress oxydatif

Le stress oxydatif est un déséquilibre entre la production d'antioxydants et les différents types d'oxydants activateurs (Sies, 1985).

De grandes quantités d'oxygène réactif produites entraînent plusieurs maladies car il interagit avec des molécules biologiques telles que les protéines (Pincemail et al. 2002).

II.2.1. Conséquences moléculaires du stress oxydatif

II.2.1.1. Les dommages oxydatifs à l'ADN

Les acides nucléiques sont sensibles aux radicaux libres, et chaque exposition à ceux-ci entraîne la modification des bases puriques et pyrimidiques, c'est-à-dire leur cassure au niveau de la double hélice, ce qui se traduit par un défaut de formation des protéines et un défaut de la transmission génétique des gènes (Thanan et al., 2014).

L'ADN mitochondrial est également le plus sensible à l'oxydation, ce qui signifie des dommages aux bases ou la fixation de sous-produits tels que: l'ajout du groupe amine par les aldéhydes réactifs issue de la peroxydation lipidique (Rouaki, 2016).

II.2.1.2. Les dommages oxydatifs aux protéines

Les acides aminés possèdent des susceptibilités différentes vis-à-vis les radicaux libres. Les plus réactifs sont l'histidine, la proline, le tryptophane, la cystéine et la tyrosine. Toute attaque radicalaire d'un acide aminé provoquera l'oxydation de certains résidus avec, pour conséquences, l'apparition de groupements carbonylés, des clivages de chaînes peptidiques et des ponts bi-tyrosine intra- et inter-chaînes. La plupart des dommages sont irréparables et peuvent entraîner des modifications fonctionnelles importantes. Certaines protéines oxydées sont peu dégradées et forment des agrégats qui s'accumulent dans les cellules et dans le compartiment extracellulaire (Haleng et al., 2007).

II.2.1.3. Les dommages oxydatifs aux Lipides

Lorsque les lipides, en particulier les graisses insaturées, sont oxydés, cela entraîne la fluidité de la membrane, c'est-à-dire la mort inévitable de la cellule. L'oxydation des lipoprotéines entraîne la formation de lipoprotéines de basse densité (LDL), ce qui augmente le risque de la formation de l'athérosclérose (Nakajima et al., 2006).

II.2.2. Les maladies liées au stress oxydatif

Des études et des recherches indiquent que le stress oxydatif provoque l'émergence de nombreuses maladies, l'athérosclérose, les maladies inflammatoires, les maladies cardiaques, le

système circulatoire, le cancer et le vieillissement (Martínez-Cayuela, 1995 ; Lehucher-Michel *et al.*, 2001; Pincemail, *et al.*, 2002 ; Sorg, 2004 ; Valko, 2007).

On sait aussi qu'avec l'âge et au stade du vieillissement, le système de défense antioxydant diminue, les quantités de radicaux libres produits dans les mitochondries augmentent, et l'efficacité des systèmes de réparation diminue, ce qui conduit à l'émergence de maladies causées par le stress oxydatif (Sohal, 2002).

II.3. Antioxydants

Les plantes médicinales sont connues depuis l'Antiquité pour leurs propriétés uniques pour traiter de nombreuses maladies telles que les maladies cardiaques, le diabète, le cancer, ainsi que pour prévenir les maladies chroniques. Des études ont montré que cet effet est dû au fait qu'elles contiennent de grandes quantités antioxydants naturels (Meddour, 2001).

Les antioxydants désignent toute substance à faible concentration ayant un rôle dans le retard ou la prévention de l'oxydation (Tanoh *et al.*, 2018).

II.3.1. Sources des antioxydants

Pour se protéger des effets délétères des EOA, l'organisme dispose d'un ensemble complexe de défenses antioxydantes (**Fig. 2**).

On distingue deux sources d'antioxydants :

II.3.1.1. Source exogènes

L'une est apportée par l'alimentation sous forme de fruits et légumes riches en vitamines C, E, caroténoïdes, ubiquinone, flavonoïdes, glutathion ou acide lipoïque.

II.3.1.2. Source endogène

L'autre est endogène et se compose d'enzymes (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase, catalase), de protéines (ferritine, transferrine, céruléoplasmine, albumine) et de systèmes de réparation des dommages oxydatifs comme les endonucléases. À cela s'ajoutent quelques oligoéléments comme le sélénium, le cuivre et le zinc qui sont des cofacteurs d'enzymes antioxydantes (Haleng *et al.*, 2007).

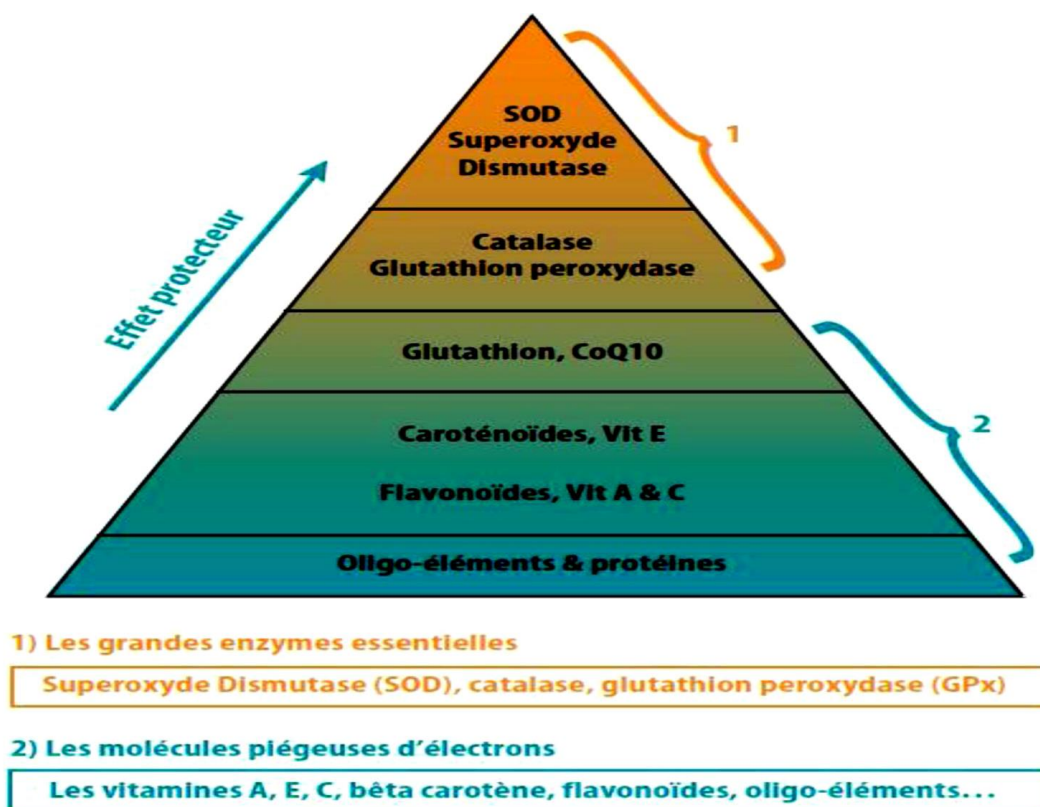


Figure 2 : les antioxydants enzymatiques et non enzymatiques (Menvielle-Bourg, 2005).

II.3.2. Mécanismes d'action des antioxydants

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition (Favier, 2006).

II.3.3. Balance Oxydants /Antioxydants et stress oxydant

Les tissus se caractérisent par la présence d'un système de réparation antioxydant naturel capable de restituer les radicaux libres produits ou même de réduire leur quantité, mais en cas de non-respect d'un régime sain tel qu'une consommation excessive d'alcool ou de tabac, une exposition continue aux rayons ionisants, ou en cas de faible production d'antioxydants, comme ne pas prendre d'antioxydants naturels comme la vitamine C, qui se trouve dans les agrumes et les aliments riches en oméga-3, provoque un déséquilibre entre la production de radicaux libres et le processus de leur retour, ce qui entraîne une conséquence inévitable de l'apparition organique du stress oxydatif et conduit à la privation de maladies liées au stress oxydatif telles que l'athérosclérose, le cancer et autres (Sohal *et al.*, 2002).

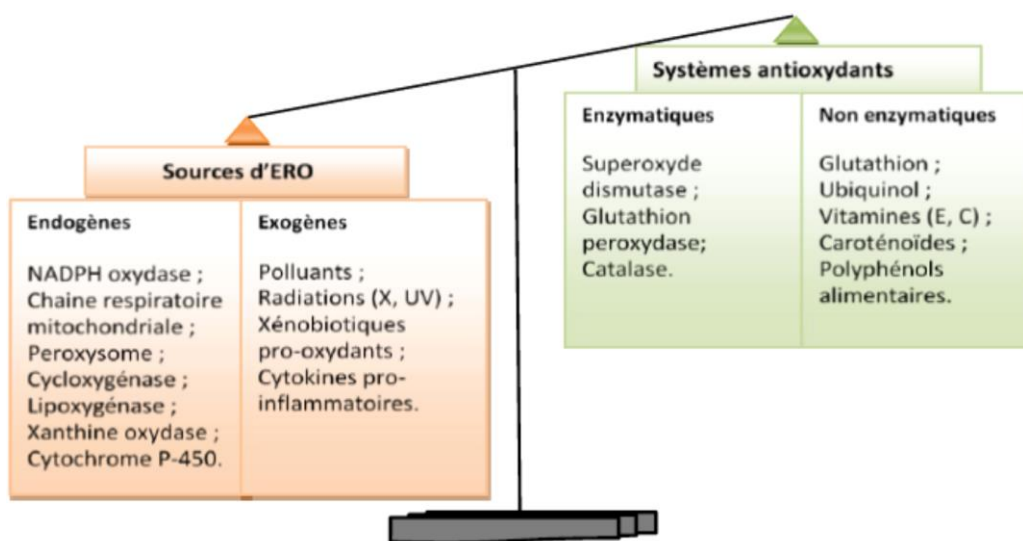


Figure 3 : La balance d'équilibre entre les systèmes pro-oxydants et antioxydants (Nkhili, 2009).

II.4. Polyphénols

Les composés phénoliques sont des molécules spécifiques au règne végétal qui ont des structures diverses et difficiles à identifier (Bruneton, 1993). Plus de 8000 molécules ont été identifiées (Mompon *et al.*, 1998). Les polyphénols se trouvent dans toutes les parties de la plante, des fruits aux racines (Middleton *et al.*, 2000). Il se caractérise par la présence d'au moins un cycle phénolique à 6 atomes de carbone et d'au moins un groupement hydroxyle directement liés entre eux (Bruneton, 1999 ; Balasundram *et al.*, 2006).

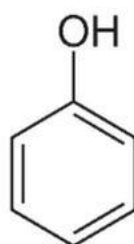


Figure 4 : Structure du noyau phénol (Matou, 2019).

II.4.1. Classification des polyphénols

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. Les principaux groupes des polyphénols sont les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins (Clifford, 1999 ; D'Archivio *et al.*, 2007).

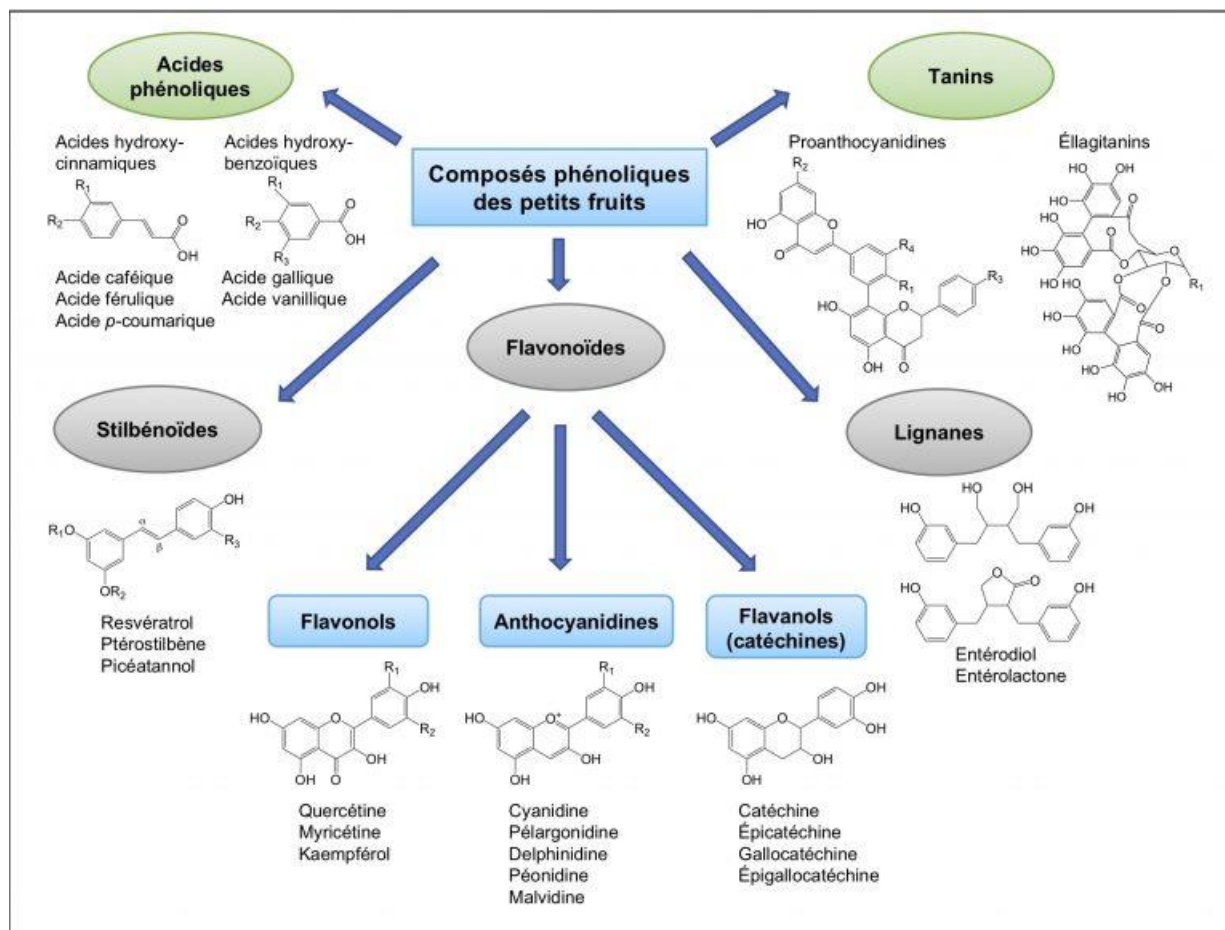


Figure 5 : Classification des polyphénols (Martin ,2018).

II.4.2. Les activités biologiques des polyphénols

Le rôle des composés phénoliques est largement démontré dans la protection contre nombreuses pathologies grâce à leurs propriétés antioxydantes, anti-tumorales, anti-inflammatoires, anti-radicalaires, antiallergiques, antibactériennes, antivirales, anti-estrogéniques, antiathérogènes et anti-thrombotiques. Ces activités sont dues à leur capacité d'interagir avec certaines enzymes, hormones, neurotransmetteurs et d'autres facteurs impliqués dans la genèse de ces maladies (Martin et Andriantsitohaina, 2002 ; Ali *et al.*, 2007 ; Falleh *et al.*, 2008 ; Chew *et al.*, 2009).

PARTIE
EXPERIMENTALE
I
Matériel et méthodes

PARTIE EXPÉRIMENTALE

I. Matériels et Méthodes

I.1. Matériel végétal

La plante a été collectée dans la région de Bir Hani à Boussaâda le 20 février 2022, Puis nettoyée afin de la débarrasser de la poussière et d'autres impuretés et séchée dans l'obscurité pendant 20 jours à température ambiante.

L'espèce végétale d'*Atriplex Halimus* L. a été identifiée par les enseignants de notre département.



Figure 6 : Partie aérienne d'*Atriplex Halimus* L.

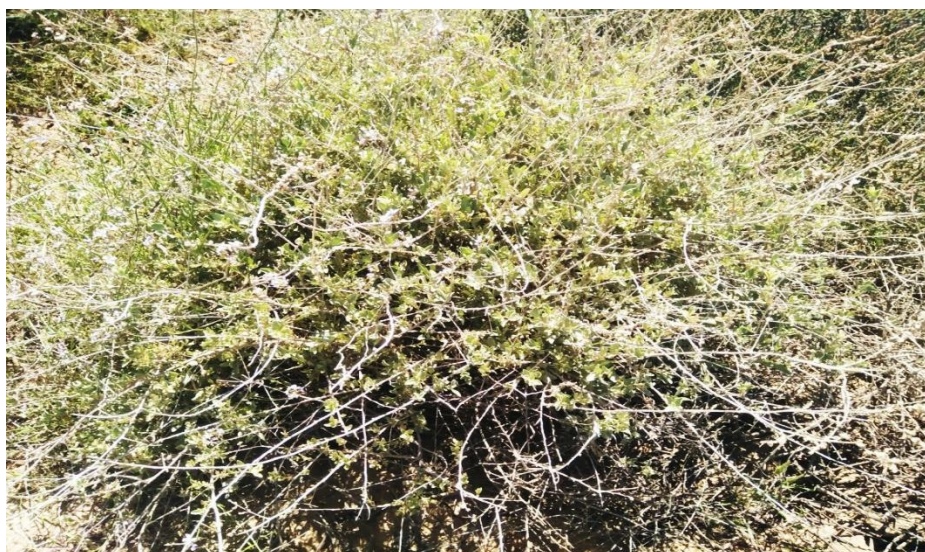


Figure 7: La plante *Atriplex Halimus* L. dans son environnement.

I.2. Produits chimiques

Méthanol ($\text{CH}_3\text{-OH}$), Acide gallique, Carbonate de sodium (Na_2CO_3), Eau distillée (H_2O), Chlorure d'aluminium (AlCl_3), Solution de Folin-Ciocalteu, DPPH, Quercétine et Vit C.

I.3. Denrée alimentaire

Pour étudier l'efficacité de l'extrait aqueux et organique de la plante coupée comme conservateur alimentaire, nous avons utilisé de la viande hachée périssable et source de germes achetée chez un boucher local de la ville de M'sila.

I.4. Méthodes

I.4.1. Préparation des résidus secs des extraits aqueux

Les résidus secs des extraits aqueux des espèces étudiées ont été obtenus, en suivant les étapes décrites par (Benkhaled et Senator, 2015).

- La partie aérienne de la plante est séché dans une étuve à 55°C pendant 2 heures.
- le matériel végétal séché est finement broyée à l'aide d'un mortier et pilon en porcelaine.
- 100 g de la poudre obtenue est ensuite infusé dans 1000 ml de l'eau distillée préalablement chauffée à 100°C . Ce mélange (poudre de la plante + eau distillée) est agité et macéré à 20°C à l'abri de la lumière pendant 4 heures à l'aide d'un agitateur magnétique.



Figure 8 : Méthode de décoction.

- Après refroidissement, le mélange est filtré sur papier Wattman (filtration par gravité).
- les aliquotes du filtrat sont placées dans des boîtes de pétri afin d'être déshydratées à l'aide d'une étuve (à 40 °C pendant 24 h).
- le résidu sec obtenu est gratté et conservé à +4°C dans un flacon hermétiquement fermé jusqu'à l'utilisation.

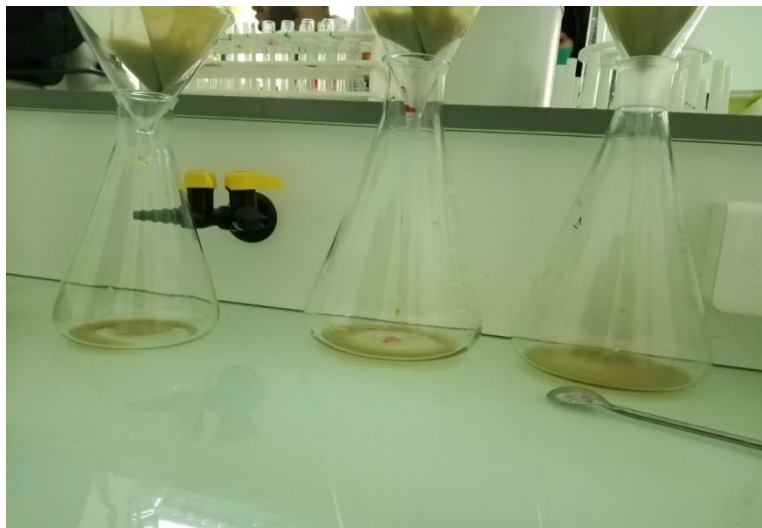


Figure 9 : Filtration sur papier Wattman.

I.4.2. Préparation des résidus secs des extraits Méthanolique

- 40 g de la poudre obtenue est ensuite infusé dans 400 ml de Méthanol.
- à l'aide d'un agitateur magnétique le mélange sont agité et macéré pendant 72 heures à température ambiante, à l'abri de la lumière.
- Après la filtration sur papier Wattman les solutions méthanoliques résultantes sont évaporées sur un évaporateur rotatif.



Figure 10 : Évaporateur rotatif.

I.4.3. Évaluation d'effets des extraits aqueux et méthanoliques sur l'altération de la viande

L'évaluation de l'efficacité des extraits aqueux et méthanoliques a été réalisée selon les étapes suivantes :

Les échantillons de la viande hachée sont achetés chez un bouché local dans la ville de M'sila, puis transportés au laboratoire dans les 30 min.

Ensuite. On a posé 5g de viande hachée dans une boîte de Pétri, puis on a rajouté un volume approprié de chaque extraits aqueux et méthanoliques (100 ,150 ,250 ul) avec différentes concentrations (100,200 mg/ml) d'*Atriplex Halimus L.*

Un échantillon témoin n'a subi aucun traitement. L'état d'altération de la viande hachée (couleur, odeur et présence de l'exsudat) a été suivi pendant 5 jours à la température ambiante.

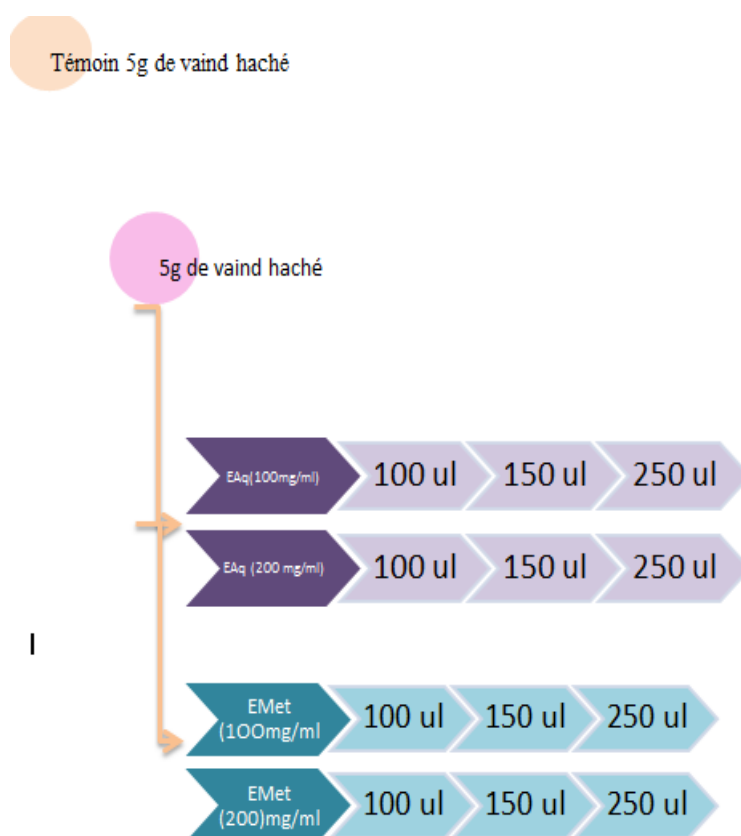


Figure 11: Méthodologie de l'évaluation de l'efficacité des extraits aqueux et méthanoliques.

I.4.4. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents extraits est réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999).

I.4.4.1. Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et phosphomolibdique (H₃PMo₁₂O₄₀), il est réduit par les phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W₈O₂₃) et de molybdène (Mo₈O₂₃), (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1972). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm.

I.4.4.2. Mode Opérateur

On ajoute 200 µl de chaque extrait dissout dans le méthanol (pour les extraits organiques) ou dans d'eau distillée pour l'extrait aqueux, à une concentration de 2mg/ml, à 1ml de réactif Folin-Ciocalteu dix fois dilué. On mélange les solutions et on les incube pendant 4 minutes, après, on rajoute 800 µl de carbonate de sodium Na₂CO₃ (75g/l) et on incube le mélange final à l'obscurité et à une température ambiante pendant 2 heures. Ensuite, on mesure l'absorbance par un spectrophotomètre à 765 nm.

L'acide gallique, préparé dans le méthanol, est utilisé comme standard à des concentrations de 10, 20, 40, 80 et 100 µg/ml pour établir la courbe d'étalonnage (Fig. 13). Les concentrations des polyphénols totaux dans les deux extraits sont calculées à partir de l'équation de régression de la courbe et sont exprimées en µg d'équivalents d'acide gallique / mg d'extrait sec (µg EAG /mgE). Toutes les mesures sont réalisées en triplicata

I.4.5. Dosage des flavonoïdes totaux

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits D'*Atriplex Halimus* est réalisée par la méthode de Bahorun *et al.*, (1996).

I.4.5.1. Principe

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux 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).

I.4.5.2. Mode Opérateur

Un millilitre de chaque extrait à une concentration de 2 mg/ml est ajouté à 1 ml d'une solution aqueuse de trichlorure d'Aluminium (2%). Après agitation et incubation à l'obscurité durant 10 min, l'absorbance est déterminée à $\lambda = 430$ nm. Le blanc utilisé contient seulement le solvant (Méthanol pour les extraits organiques ou L'eau distillée pour l'extrait aqueux) et l'AlCl₃.

La courbe d'étalonnage de la quercétine (**Fig. 15**), dissoute dans le méthanol à différentes concentrations (5, 10, 20 et 40 $\mu\text{g}/\text{ml}$), est établie et les teneurs en flavonoïdes dans les extraits sont calculées à partir de l'équation de régression et sont exprimées en μg d'équivalents de la quercétine / mg d'extrait sec ($\mu\text{g EQ} / \text{mg E}$). Toutes les opérations sont réalisées en triplicata.

I.4.6. Test de DPPH

I.4.6.1. Principe

Le test de DPPH (2,2'-diphénylpicrylhydrazyl) est utilisé dans l'analyse de l'activité antioxydant, il est réalisé selon le protocole décrit par [Brand Williams et ses collaborateurs \(1995\)](#), qui permet de mesurer le pouvoir réducteur par le calcul de la IC₅₀ des substances antioxydants contenues dans un extrait. Le DPPH est un radical libre de couleur violette qui devient jaune quand il est réduit par un donneur de proton H⁺.



Où AH est un composé capable de céder un H⁺ au radical DPPH.

Le changement de couleur peut être suivie par spectrophotométrie à 517 nm et de cette façon le potentiel antioxydant d'une substance ou un extrait de plante peut être déterminée ([Popovici et al., 2010](#); [Molyneux, 2004](#)).

I.4.7. Mode opératoire

1250 μl d'une solution méthanolique de DPPH (0.04 mg/ml) est mélangée avec 50 μl de différentes concentrations des extraits (32, 16, 8, 6, 4 et 2 mg /ml), puis laisser incuber 30 min à l'abri de la lumière à température ambiante. Lire l'absorbance à 517 nm.

Un Contrôle négative qui contient 50 μl de méthanol et 1250 μl d'une solution méthanolique de DPPH.

Répéter les mêmes opérations pour le Vitamine C comme Un Contrôle positif avec différentes concentrations (10 ,20 ,40 ,80 ,100 ,150 ,200 ,250 ,300 $\mu\text{g}/\text{ml}$).

Toutes les opérations sont réalisées en triplicata.

L'évaluation de l'activité anti-oxydante en utilisant la méthode DPPH est exprimée en pourcentage selon la relation suivante :

$$I\% = [(A \text{ témoin} - A \text{ écho}) / A \text{ témoin}] \times 100$$

I% : pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH.

A témoin : Absorbance du blanc.

A écho : Absorbance de l'échantillon

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

II.

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Rendement des extractions

La préparation des extraits à partir de la partie aérienne d'*Atriplex Halimus* sous forme de poudre ; Afin d'augmenter la surface de contact avec le solvant et de faciliter le processus d'extraction, ce qui l'améliore, les solvants organiques sont également connus pour leur capacité à augmenter la perméabilité à l'intérieur de la cellule et à augmenter la vitesse d'extraction, notamment pour les molécules polaires à faible polarité (Satyajit, 2006). L'extraction a été effectuée par des solvants à différentes polarités et ont permis d'obtenir deux extraits: méthanolique et aqueux. Les rendements d'extraction sont exprimés en pourcentage (%) de masse d'extraits par rapport à la masse initiale du matériel végétal. Les résultats sont présentés dans le **tableau 2**.

Table 2 : Rendement d'extraction.

Extraits	Poids de la plante	Poids de l'extrait sec	Rendement %
EAq	100 g	19,84 g	19,84 %
EMet	40 g	7,37g	18,42%

Le rendement le plus élevé a été observé avec l'extrait aqueux 19,84 % suivi par l'extrait méthanolique 18,42%. Il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la bibliographie de manière générale. En effet, le rendement n'est pas relatif ; il dépend de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée. D'autre part, la méthode d'extraction affecte également le contenu total en phénol et flavonoïdes (Lee *et al.*, 2003).

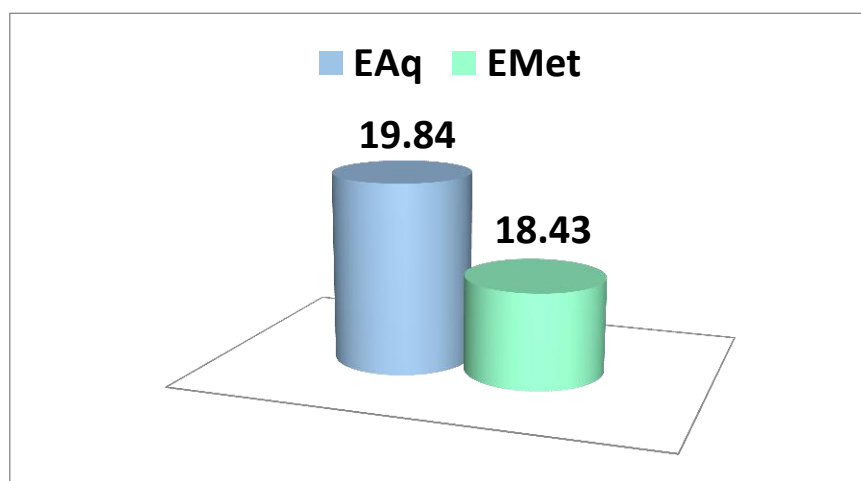


Figure 12 : Histogramme du rendement de l'extraction

II.2. Teneur en polyphénols totaux

La détermination de la teneur en polyphénols totaux des différents extraits a été réalisée selon la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Cette méthode est considérée comme la meilleure méthode de détermination du taux de polyphénols totaux dans les extraits de plantes. La teneur en composés phénoliques de chaque extrait de plante été alors calculée à partir de courbe d'étalonnage d' l'acide gallique et déterminé par l'équation de type :

$$y = 0,0091x - 0,0282 \text{ Sachant que } R^2 = 0,9861 \text{ (Fig.13).}$$

La quantité des polyphénols a été rapportée en microgramme d'équivalent de l'acide gallique par milligramme de l'extrait ($\mu\text{g EAG/mg}$ de l'extrait). À partir de la courbe d'étalonnage,

La concentration des polyphénols totaux dans l'extrait EAq est de $27,60 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait, relativement faible par rapport à EMet qui est de $32,54 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait

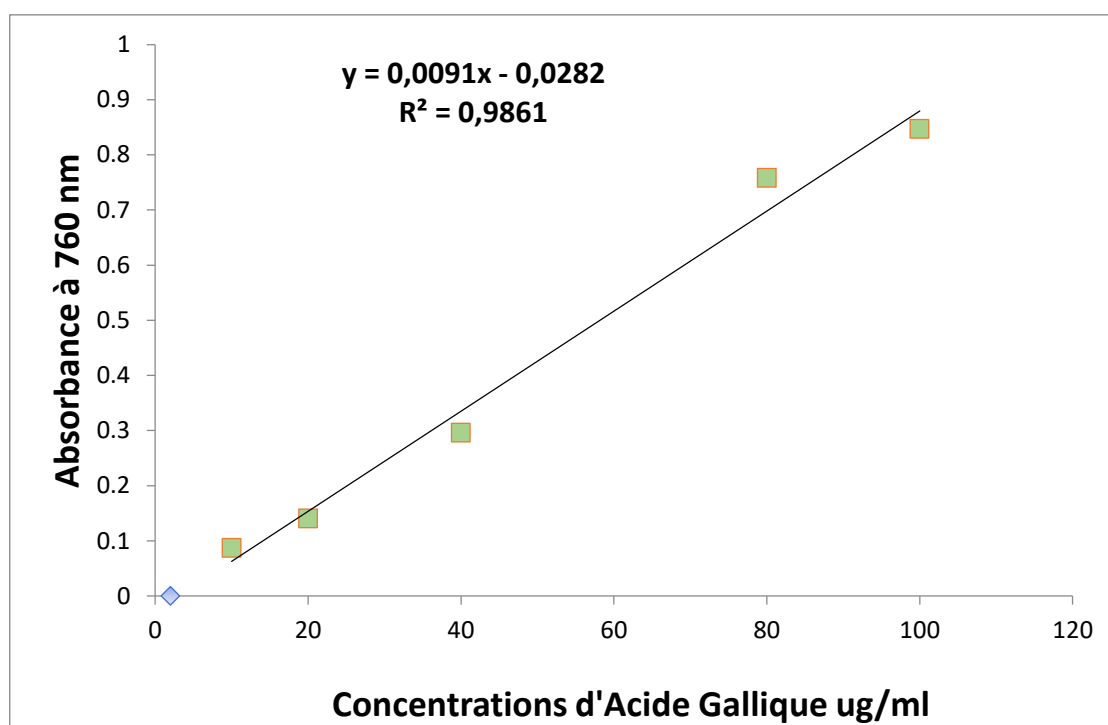


Figure 13: courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Les résultats obtenus ont été comparés avec les travaux de [M. Asseli Brahim \(2018\)](#), où il a été estimé dans l'extrait aqueux $16,8 \mu\text{g EAG/mg}$ tandis que l'extrait méthanolique s'élevait à $38 \mu\text{g EAG/mg}$; Par conséquent, nous concluons qu'il y a un changement dans la quantité de polyphénols entre la solution aqueuse et le méthanol en raison du type de solvant utilisé. Nous avons montré que le méthanol a la capacité d'extraire et de récupérer une quantité importante de polyphénols par rapport à l'eau distillée.

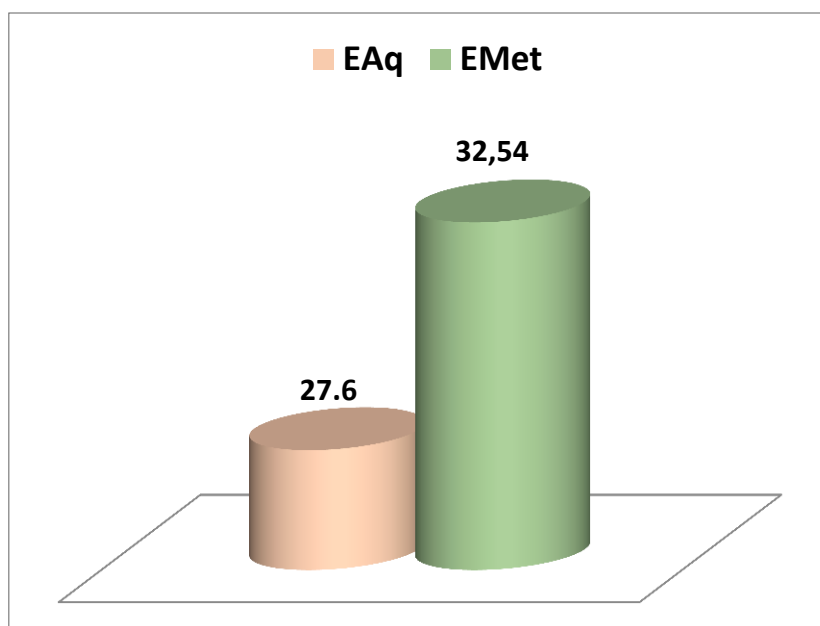


Figure 14 : Teneurs en polyphénols de deux Extraits d'*Atriplex Halimus L.*

II.3. Teneur en flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl_3) et l'étalon été la quercétine. Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage, ayant l'équation: $y = 0,0241x + 0,2617$ sachant que $R^2 = 0,9945$ (**Fig.15**)

La quantité des flavonoïdes a été rapportée en microgramme équivalent de la quercétine par milligramme d'extrait ($\mu\text{g EQ}/\text{mg}$ de l'extrait).

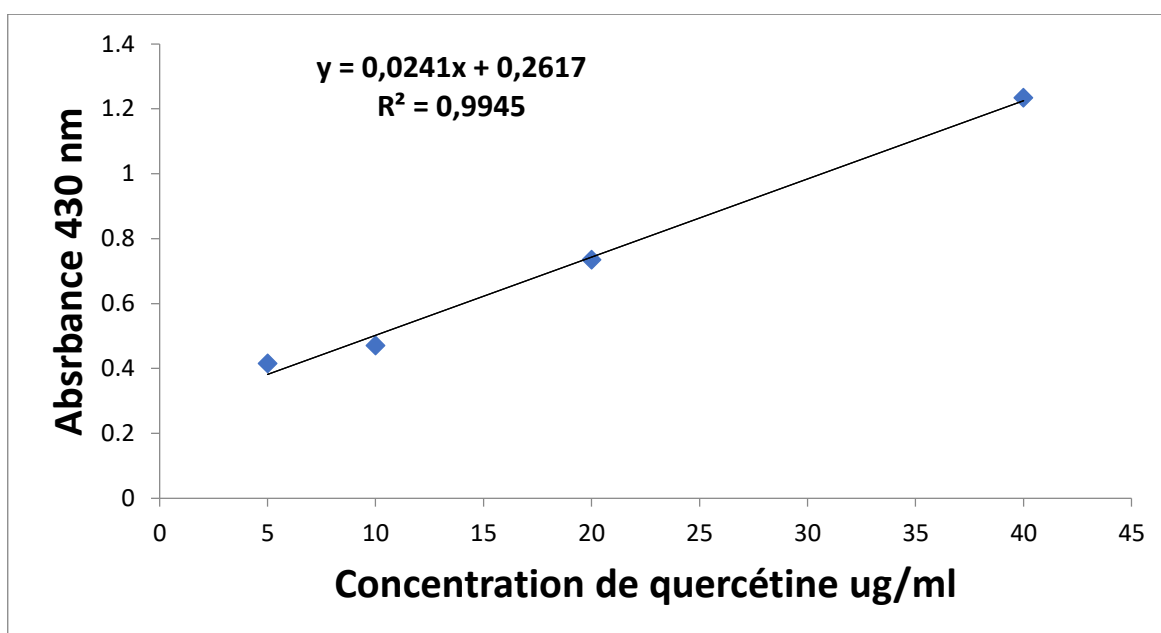


Figure 15 : Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.

À partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des flavonoïdes dans l'extrait EMet est 25,73 $\mu\text{g EQ/mg}$ d'extrait est supérieure en comparant aux extraits de l'extrait EAq, qui est de 5,268 $\mu\text{g EQ/mg}$ d'extrait.

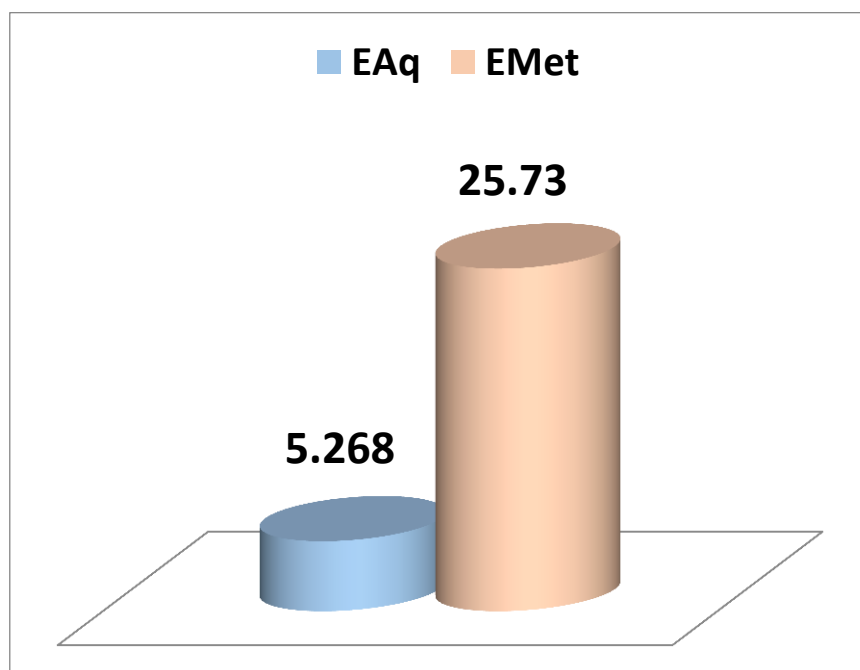


Figure 16 : Teneurs en flavonoïdes totaux de deux Extrait d'*Atriplex Halimus L.*

En conclusion, la variabilité des teneurs en polyphénols et flavonoïdes entre les deux extraits est lié probablement à la composition phénoliques des extraits (Hayouni *et al.*, 2007), aux facteurs génotypiques (El-Waziry, 2007), les conditions biotiques (espèce, organe et l'étape physiologique) et abiotiques (facteurs édaphiques) (Ksouri *et al.*, 2008), la nature du sol et le type du microclimat (Atmani *et al.*, 2009), et aussi des étages bioclimatiques où poussent ces plantes.

II.4. Activité antioxydante

II.4.1. Effet de piégeage du radical DPPH

Le test de DPPH est l'un des tests les plus utilisés en raison de sa rapidité, sensibilité, commodité et de sa reproductibilité (Nur Alam *et al.*, 2013).

Le (DPPH) est un radical libre qui possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote (Popovici *et al.*, 2009), sa réduction par les composés antioxydants est accompagnée par son passage de la couleur violette à la couleur jaune ce qui diminue son absorbance.

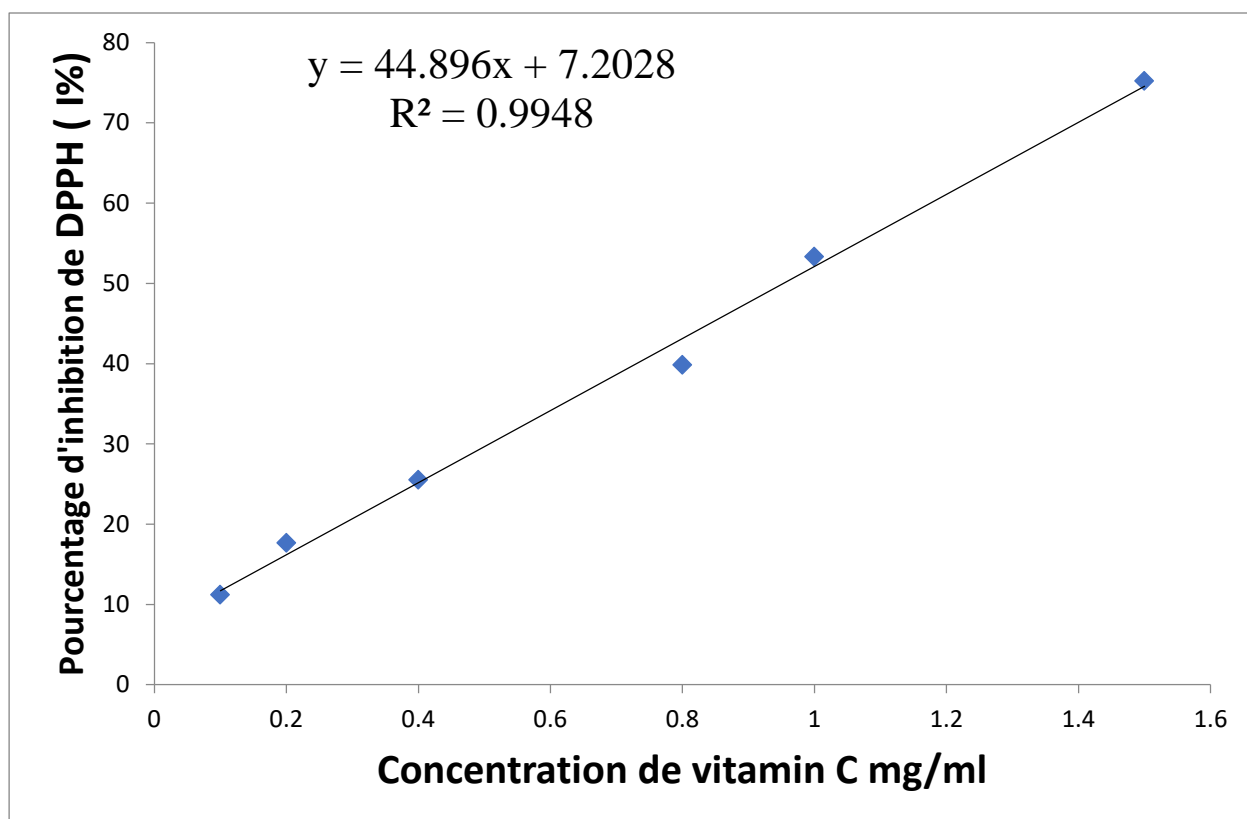


Figure 17: Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de vitamine C.

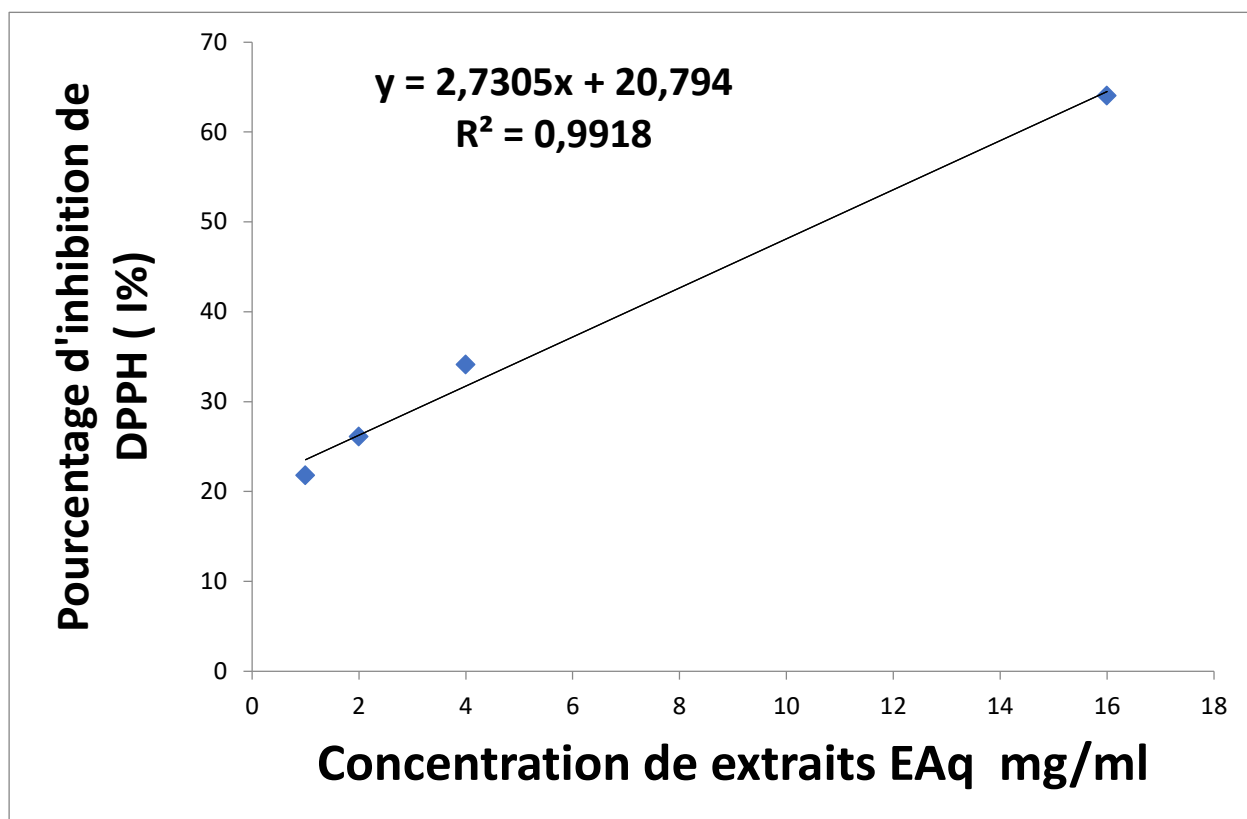


Figure 18: Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait EAQ.

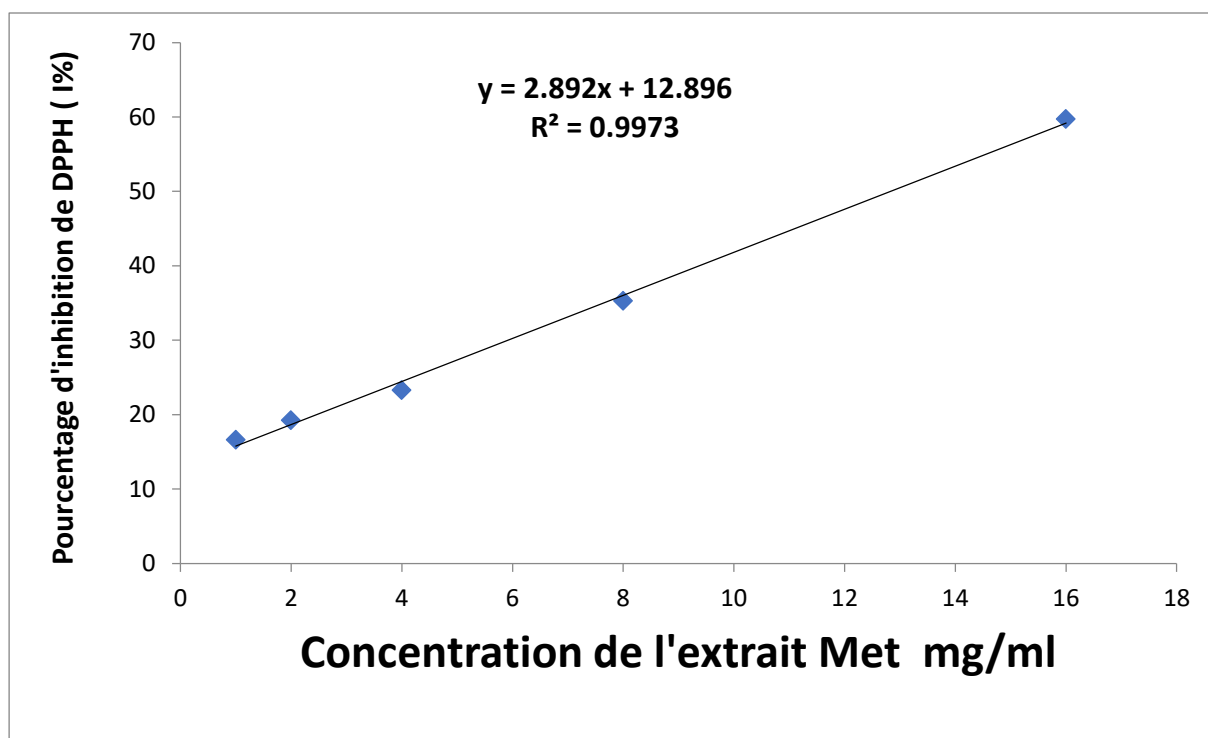


Figure 19 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait Met.

Table 3: Pouvoir antiradicalaire des deux extraits EAq et EMet d' *Atriplex Halimus* L vis-à-vis le radical DPPH.

Extraits	% inhibition maximal (concentration d'inh max mg/ml)	IC ₅₀ (mg/ml)
EAq	64,02 % (16)	10,69
EMet	59,72 % (16)	12,83
Vit C	94,24 % (3)	0,953

Les profils de l'activité antiradicalaire obtenus révèlent que les deux extraits étudiés possèdent une activité dose-dépendante et faible avec des valeurs très élevées des IC₅₀. La meilleure activité est observée pour l'extrait aqueux (IC₅₀ = 10,69 mg/ml) puis l'extrait méthanolique (IC₅₀ = 12,83 mg/ml). Le standard utilisé (Vit C) présente une activité antioxydante très élevée par rapport aux extraits avec une IC₅₀ de 0,953 mg/ml.

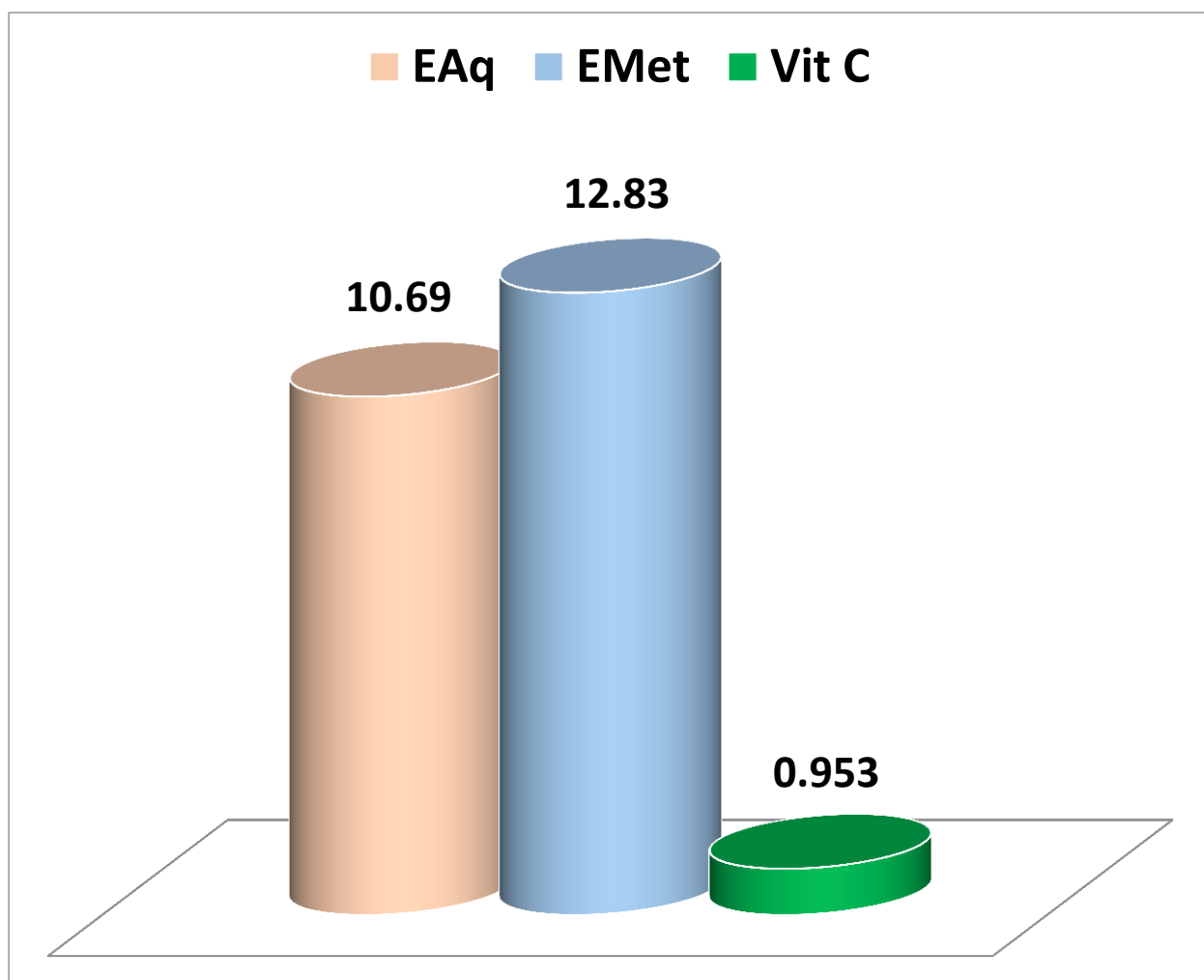


Figure 20 : Histogramme des IC₅₀ des deux extraits d'*Atriplex Halimus L.*

Tableau 1:

Tableau 4 : Comparaison des Résultats

Extraits	polyphénols		flavonoïdes		IC ₅₀ (mg/ml)	
	EAq	EMet	EAq	EMet	EAq	EMet
RANDA	4,092	8,891	3,169	3,491	8,783	19,259
<i>et al., 2016</i>						
Nos Résultats	27,6	32,54	5,268	25,73	10,69	12,83

Par comparaison aux résultats obtenus par (Randa et al.,2016) on note plusieurs points :

- ✓ la variabilité des teneurs en polyphénols et flavonoïdes entre les résultats obtenus est lié probablement à la composition phénoliques des extraits (Hayouni et al., 2007), aux

facteurs génotypiques (El-Waziry, 2007), les conditions biotiques (espèce, organe et l'étape physiologique) et abiotiques (facteurs édaphiques) (Ksouri et al., 2008), la nature du sol et le type du microclimat (Atmani et al., 2009), et aussi des étages bioclimatiques où poussent ces plantes

- ✓ Nos extraits aqueux et méthanoliques sont riches en polyphénols et flavonoïdes par rapport leur résultats. Malgré la faible quantité de polyphénols et de flavonoïdes dans l'extrait aqueux, il y a une activité antioxydante importante et significative. (Babbar et al. 2011),
- ✓ On peut dire que les polyphénols et les flavonoïdes ne sont pas les seuls responsables de l'activité antioxydante, peut-être existe-t-il d'autres composés qui ont contribué à cette activité, comme ascorbates et r carbohydrates. (Khettaf et al. 2016)

II.5. 2. Effets des extraits d'*Atriplex Halimus* sur l'altération de la viande

Il y a deux facteurs qui changent la couleur de la viande pendant la phase de conservation : L'état chimique de la myoglobine: la myoglobine (pigment de la viande) a trois formes chimiques ; la myoglobine réduite de couleur rouge pourpre, L'oxymyoglobine de couleur rouge vif, qui est la teinte recherchée par le consommateur, et la metmyoglobine de couleur marron. L'oxydation de la myoglobine réduite et de l'oxymyoglobine en metmyoglobine altère la couleur des viandes, sa présence se manifeste par des taches brunes à la surface de la viande et l'évolution des bactéries et leurs interactions avec la surface de la viande (Denoyelle, 2012).

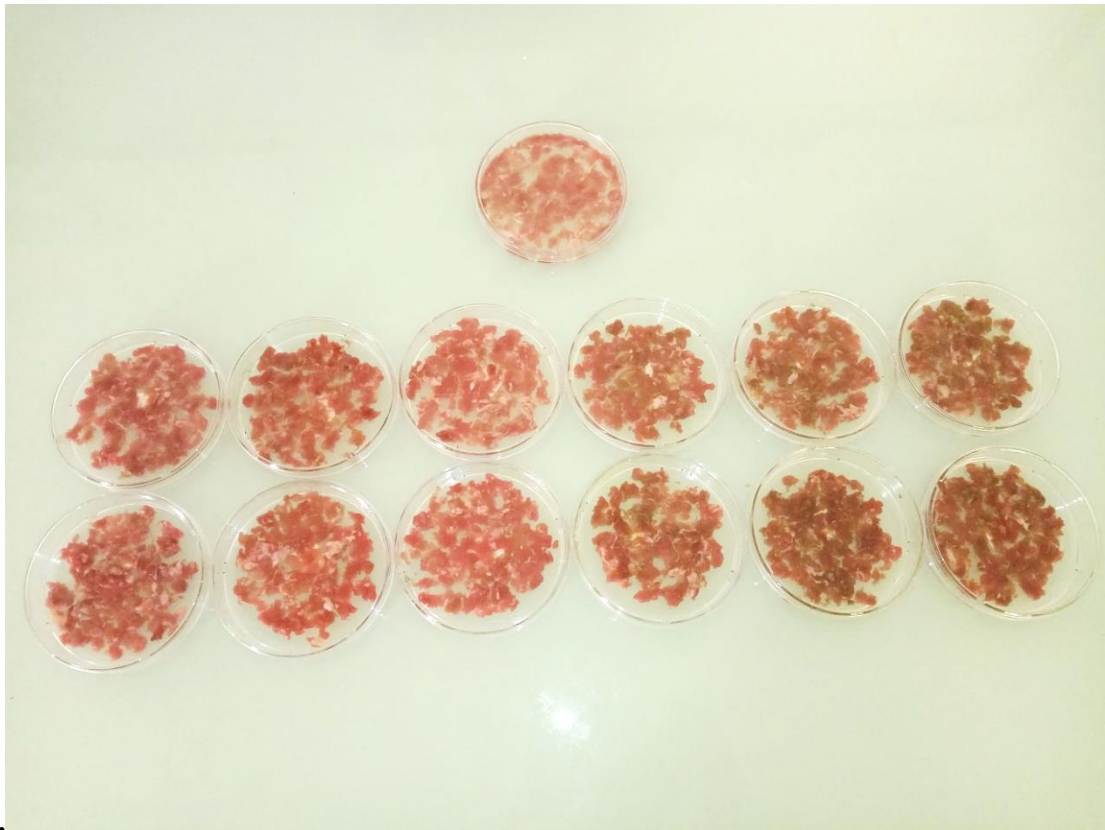


Figure 21: Effets de Extraits d'*Atriplex Halimus* sur l'aspect visuel de la viande hachée le 1^{er} jour



Figure 22 : Effets des extraits d'*Atriplex Halimus* sur l'aspect visuel de la viande hachée le 5^{eme} jour.

Nous avons appliqué les extraits aqueux et méthanolique avec différentes concentrations de chacun (200, 100 mg/ml) et des volumes accrus (100, 150, 250 ul) afin d'étudier l'effet sur la viande hachée à deux niveaux en termes de volume et de concentration.

Immédiatement après l'application de la solution de méthanol, nous avons remarqué un léger changement de couleur de la viande vers une couleur verte.

Après 5 jours, nous avons constaté que la couleur de la viande a devient brune, en particulier dans l'extrait d'eau, était sombre, L'odeur était très forte dans les deux extraits.

Nous avons observé des exsudats à une concentration de 10 mg dans l'extrait aqueux. L'absence d'exsudat dans l'extrait méthanolique lors de concentrations de 100 et 200 mg\ ml. La présence d'odeurs fortes et d'exsudat dans la viande du témoin.

On constate que plus le volume et la concentration de l'extrait sont élevés, plus l'absence d'exsudat.

CONCLUSION

Conclusion

Comme nous l'évoquions précédemment, le royaume des plantes est connu pour traiter de nombreuses maladies car il contient des propriétés médicinales. Cependant, il n'est pas possible de traiter par les plantes au hasard sans une étude expérimentale et clinique car elles sont considérées comme toxiques ou contiennent des molécules auxquelles une personne est allergique. Surtout s'ils sont usés en grande quantité et sur une longue période.

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à l'extraction des composés phénoliques dans les extraits aqueux et méthanoliques. Nous avons également étudié l'activité anti-oxydante de la plante *Atriplex Halimus*, qui est utilisée dans le traitement traditionnel algérien. Nous pouvons citer les suivants :

- L'évaluation quantitative des polyphénols par la méthode de Folin-Ciocalteu a montré que la solution de méthanol avait une quantité assez élevée de la solution aqueuse, car ils atteignaient, respectivement, 32,54 μg EAG/mg, 27,6 μg EAG/mg
- Nous avons également constaté que la solution méthanolique a acquis de grandes quantités de flavonoïdes par rapport à la solution aqueuse. L'évaluation quantitative des flavonoïdes a montré qu'ils en contenaient, respectivement. l'extrait EMet 25,73 μg EQ/mg d'extrait, extraits EAq est de 5,268 μg EQ/mg d'extrait.
- Quant à l'activité antioxydante, elle était élevée dans la solution méthanol, et elle était plus faible que dans la solution aqueuse avec une $\text{IC}_{50} = 10,69$ mg/ml pour l'extrait méthanolique et $\text{IC}_{50} = 9.8$ mg/ml pour l'extrait aqueux.

Notre travail n'est pas le seul qui a montré que l'activité antioxydante *Atriplex Halimus* n'est pas significative car il a une activité beaucoup plus faible que les antioxydants synthétiques comme celui que nous avons testé dans les mêmes conditions la Vit C avec $\text{IC}_{50} = 0,953$ mg/ml

Quant à l'étude de l'effet de l'extrait aqueux et méthanolique sur la viande hachée, les résultats n'ont pas été suffisants et généralement insatisfaisants, mais elle a montré qu'elle peut être utilisée d'une autre manière, comme l'utilisation d'huiles essentielles à la place d'extraits.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Abbade A., El Hadrami A., El Hadrami I et Ben chaabane A. Seasonal chemical composition of leaves of three *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae) natural populations grown in a common garden. *Pakistan. Journal of Biological Sciences*, 7(2), 2004, pp. 203-208.
- Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5), 372-379.
- Ali, M. B., Hahn, E. J., & Paek, K. Y. (2007). Methyl jasmonate and salicylic acid induced
- Anis, B O U L A O U A D., & Younes, B. O. U. H. A. F. S. (2018). Etude de l'activité antioxydante des extraits de la plante médicinale *Atriplex halimus* ssp. *schweinfurthii* (Doctoral dissertation).
- ASSLI, B. Criblage in vitro de l'effet antioxydant et anti-inflammatoire des extraits de *Atriplex halimus*, *Cleome arabica* et *Hammada elegans* (Doctoral dissertation, Ecole normale supérieure de Laghouat-Taleb Abderrahmane).
- Atmani D., Chafer N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, 112: 303–309.
- Babior, B. M. (1999). NADPH oxidase: an update. *Blood*, The Journal of the American Society of Hematology, 93(5), 1464-1476.
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J. C. and Pinkas M. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei. Forschung*. 1996; 46: 1086-1089.
- Balasundram N., Sundram K et Samman S., 2006. Phenolic compounds in plants and agri industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 99, 191–203.
- Babbar N, Oberoi HS, Uppal DS, Patil RT (2011). Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food Res. Int.* 44:391-396.
- Belkheiri, N. (2010). Dérivés phénoliques à activités antiathérogènes (Doctoral dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- Bellakhdar J., 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle .Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press. p. 247.
- Belouad A., 2001. *Plants médicinales d'Algérie*, éd. Office des publications universitaires, Alger, 284 P.

- Benhamdi, A., Bentellis, A., Rached, O., Du Laing, G., & Mechakra, A. (2014). Effects of antimony and arsenic on antioxidant enzyme activities of two steppic plant species in an old antimony mining area. *Biological trace element research*, 158(1), 96-104.
- Benkhaled, A., Senator, A., (2015). Effects of Aqueous Leaf Extract of *Limoniastrum guyonianum* Pretreatment on Nickel Induced Acute Hematotoxicity in Male Mice. *Global Veterinaria* ,15 (5): 493-497
- Berri R. Contribution a la détermination de la biomasse consommable d'une halophyte : *Atriplex*. 2009, pp. 21.
- Bouchoul kh et Hezla S. Le comportement des trois genres des semences d'*Atriplex* (*halimus*, *canescens*, *nummularia*), a l'application des différentes doses de Na Cl. Mémoire de Master Académique en Sciences biologiques. 2017, pp.14-16
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Bruneton J. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. mdicales internationales Editions Technique & Documentation, Cachan, [S.I.], 1999, p. 647-673
- Bruneton, J., 1993. Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales, 2ème Ed. Lavoisier, Paris.
- Bylka, W., 2004. A new acylated flavonol diglycoside from *Atriplex littoralis*. *Acta Physiol Plant*. 26(4), 393-398.
- Bylka, W., Stobiecki, M., Frahski, R., 2001. Sulphated flavonoid glycosides from leaves of *Atriplex hortensis*. *Acta Physiol. Plant*. 23(3), 285-290.
- Chew, M. H., Xu, G. G., Ho, P. W., & Lee, C. W. (2009). A propos d'un cas de syndrome compartimental glutéal après traitement chirurgical d'un anévrisme de l'aorte abdominale. In *Annales de Chirurgie Vasculaire* (Vol. 23, No. 4, pp. 579-e17). Elsevier Masson
- Chikhi I. H., Allali., M Dib., A Medjdoub H., Tabti B. 2014. Antidiabetic activity of aqueous leaf. *Asian pacific. Journal of tropical disease*: 181-184.
- Clifford M.N., 1999. Appendix 1. A nomenclature for phenols with special reference to tea Washington, DC, CRC. D'Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R., Gargiulo R., Giovannini C. et Masella R., 2007. Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-dell'Istituto-Superiore-di-Sanità*. 43(4), 348-361.
- Coriat, R. (2012). Applications d'une modulation pharmacologique des dérivés des formes réactives de l'oxygène pour une optimisation thérapeutique des patients traités par chimiothérapie (Doctoral dissertation, Université René Descartes-Paris V).
- cultures. *Molecules*, 12(3), 607-621.

- Denoyelle, C., (2012). La couleur des aliments de la théorie à la pratique .Exemple d'application au domaine de la viande. Edition Lavoisier Tec &Doc ,71-74p
- Djenidi, H. (2019). Activité antioxydante et antiradicalaire des aliments d'origine végétale consommés dans les régions de Biskra et Sétif (Doctoral dissertation).
- Djellal S, Benredjem R.(2016) . Etude de l'activité scolicidale et antioxydant de l'Atriplex halimus L. MEMOIRE MASTER ACADEMIQUE. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF DE M'SILA
- Duperat M., 1997. Le guide des arbres et arbustes de France. Ed., sélection du Reader 's Digest. 255 p
- Dwassy, A. (2014). Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant : aspects biologiques et pathologiques (Doctoral dissertation).
- Echevin R., 1964. "Biologie". Biologie végétale. Angiosperme I Apétales et Dialytales. Doin, ed., Paris. p. 161.
- El Shatnawi M.D.K.J et Turuk M. Dry matter accumulation and chemical content of saltbush (Atriplex halimus) grown in Mediterranean desert shrublands. New Zealand Journal of Agricultural Research, 45(3).2002, pp. 139-144.
- El-Waziry A.M. (2007).Nutritive value assessment of ensiling or mixing Acacia and Atriplex using in vitro gas production technique. Res. J. Agric. Biol. Sci, 3(6): 605-614.
- Emam, S. S., 2011. Bioactive constituents of Atriplex halimus plant. Journal of Natural Products. 4, 25–41.
- Erdman J., Balentine J. D., Arab L., Beecher G., Dwyer J. T., Folts J., Harnly., Hollman J. P., L –Keen C.,
Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., &
- Favier A. Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'Actualité chimique 2003; 108-117.
- Favier A. Stress oxydant et pathologies humaines. *Ann. Pharm. Fr.* 2006; 64: 390-396
- Favier A., 2006. Stress oxydant et pathologies humaines. *Ann. Pharm. Fr.* Mémoire d'Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus L. p 64, 390-396.
- Favier, A., (2003). Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité Chimique13, 108-115.
- Favier, A., (2003). Le stress oxydant. L'actualité chimique, 108(10), 863-832.

- Francllet A. et Le-Houérou H.N., 1971. Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. Doct. F.A.O. Rome. p 249 et p 189
- Ghosh D., Scheepens A., 2009. Vascular action of polyphenols. *Molecular Nutrition & Food Research*. 53(3), 322-331.
- Goudable, J., & Favier, A. (1997). Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition clinique et métabolisme*, 11(2), 115-120.
- Guillouty, A. (2016). Plantes médicinales et antioxydants (Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- Guittonneau G.G. et Huon A., 1983. Connaître et reconnaître la flore et la végétation Méditerranéennes. Ed., Ouest - France. 331p.
- Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C., & Chapelle, J. P. (2007). Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10), 628-38.
- Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J.O., Charlier, C., Chapelle, J.P., (2007). Le stress oxydant. *Rev Med Liege*, 62 (10) , 628-638.
- Halliwell, B., 2006. Oxidative stress and neurodegeneration: where are we now , J. *Neurochem.* 97, 1634-1658.
- Harrison, D. G. (2003). Oxidation of tetrahydrobiopterin leads to uncoupling of endothelial cell nitric oxide synthase in hypertension. *The Journal of clinical investigation*, 111(8), 1201-1209.
- Ilyas C. 2013. Composition chimique et activités biologiques des plantes médicinales
- Kadeche, L. (2018). Évaluation des effets protecteurs de la supplémentation en quercétine et en vanilline sur la cytotoxicité induite par la métribuzine chez le rat de la souche wistar. 118p. Thèse du Doctorat, Biologie Animal. Faculté des sciences, Université BADJI MOKHTAR, ANNABA, Algérie
- Kannan, K. and Jain, S.K., 2000. Oxidative stress and poptosis. *Pathophysiology*. 7, 153-163
- Khettaf, A., Belloula, N., & Dridi, S. (2016). Antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents of some wild medicinal plants in southeastern Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 15(13), 524-530
- Ksouri R., Megdiche W., Falleh H., Trabelsi N., Boulaaba M., Smaoui A., Abdelly C.(2008).Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. *C. R. Biologies*, 331: 865- 873.
- Landmesser, U., Dikalov, S., Price, S. R., McCann, L., Fukai, T., Holland, S. M.

- Laouedj M. Livre des plantes médicinales du Sahara (descriptions, propriétés, posologies, contre-indications). Ecrivain chez l'édition edilivre Paris- France .2017, pp.121.
- Le Houerou H., 2000. Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semiarid zones of West Asia and North Africa. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. **14**, 101-135.
- Le Houerou H.N., 1993. Salt tolerant plant of the arid regions of the Mediterranean isoclimatic zone in: Towards the rational use of high salinity tolerant plant. Leith H. and Almasoom A. Eds., Kluwer academic publishers. Vol. **1**, pp: 403-422.
- Le hucher-MICHEL M P., Lesgards J F., Delubac O., Stocker P., Durand P., Prost M., 2001. Stress oxydant et pathologies humaines. *La Presse médicale*. P 30-1076-1081.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(25), 7292-7295.
- LeHouéron H.N. 1992. The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. *Agroforestry systemes*, 18: 2. pp. 107-148
- Linard A., QUEMIN J., PARIS R., 1976. Plantes Malgaches No XXI sur les flavonoïdes du *Xyris Semfuscata* (xyridacées). *Plantes Rtiédicinales et Phytothérapie Torne X*. 11(4), 267-275.
- Maalem, S., 2002. Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A.canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'enrichissement phosphaté. Thèse de Magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p
- Maihebiau, P. (1994). La nouvelle aromathérapie : biochimie aromatique et influence psychosensorielle des odeurs. *Lausanne*, 635p.
- Martin, S., Andriantsitohaina, R. (2002, Décembre). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. In *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* (Vol. 51, No. 6, pp. 304-315). Elsevier Masson
- Martínez-Cayuela M., 1995. Oxygen free radicals and human disease. *Biochimie*. 77, 147-161.
- Matou, M. (2019). Composition et propriétés biologiques d'extraits de *Phyllanthus amarus* Schumacher et thonning (1827) utilisés en médecine traditionnelle aux Antilles (Thèse dedoctorat, Antilles).
- Maurice N. L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXIe siècle. Ed. Lavoisier, Paris, 1997, p. 12-14.
- McKell C.M., 1994. Salinity in *Atriplex* species: fodder shrubs of arids lands. In: *Handbook of plant and crop physiology*. Ed. Pessarakli M. and Marcel Dekker.

- McKelvey, T.G., Hollwarth, M.E., Granger, D.N., Engerson, T.D., Landler, U., Jones, H.P., 1988. Mechanisms of conversion of xanthine dehydrogenase to xanthine oxidase in ischemic rat liver and kidney. *Am. J. Physiol.* 254, 753-760.
- Meddour A., Yahia M., Benkiki1 N., Ayachi A. 2011. Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du capparidées *Capparis spinosa* L. *Lebanese Science Journal* 14(1):49-60.
- Medjekal S. H., Boussebouda S. 2016. Seasonal variation of the nutritive value of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*). *Options méditerranéennes*: 569-573
- Menvielle-Bourg, F. J., (2005). La superoxyde dismutase, puissant antioxydant naturel, désormais disponible par voie orale. *Phytothérapie*, 118 – 121.
- Mertz W., Rosinski E.E., Gordon W.A., Harrison W.W., Shani J., Sulman F.G., 1973. In vitro potentiating of insulin by ash from Saltbush (*Atriplex halimus*). *Arch. Int. Pharmacodyn. Ther.* 206(1), 121-182.
- Middleton, E.J.R., Kandaswami, C., Theoharidesi, T.C., 2000. The Effects of plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease and Cancer. *Pharmacol. Rev.* 52, 673–751.
- Mirsky et Nitsa., 2001. Naturally extracted and synthetic hypoglycemic or hypolipidémie compositions. Application N°. US 09/842971. [http:// www. freepatentsonline.com](http://www.freepatentsonline.com).
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarim J .Sci .Technol*, 26, 211 – 219.
- Mompon B., Lemaire P., Mengal et M. Surbled., 1998. Extraction des polyphénols : Du laboratoire à la production industrielle. *Polyphenols*. Ed. INRA, Paris.289p.
- Mulas, M., 2004. Potentialité d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) Février 2004. 91p.
- Nakajima, K., Nakano, T., & Tanaka, A. (2006). The oxidative modification hypothesis of atherosclerosis: the comparison of atherogenic effects on oxidized LDL and remnant lipoproteins in plasma. *Clinica Chimica Acta*, 367(1-2), 36-47.
- Nedjimi B., Guit B., Toumi M., Beladel B., Akam A., Daoud Y. 2013:“*Atriplexhalimussubsp. SchweinfurthiiChenopodiaceae*) : Description, écologie et utilisations Pastorales et thérapeutiques”, *Fourrages*, 216, 333-338.

- Nkhili, E., (2009). Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat. Université Cadi Ayyad-Marrakech.
- NurAlam Md., Bristi N. J. and Rafiq uzzaman Md., 2013. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. Saudi Pharmaceutical Journal. 21, 143–152.
- Odile C and Daniel R., 2007. Botanique Pharmacognosie Phytothérapie. 3 Edition, *Wolters Kluwer France* 141
- Ortiz-Dorda J., Martinez-Mora C., Correal E., Simoon B et Cenis J.L. Genetic structure of *Atriplex halimus* populations in the Mediterranean Basin. *Annals of Botany*. 95(5). 2005, pp. 827–834.
- oxidative stress and accumulation of phenolics in *Panax ginseng* bioreactor root suspension
- Parks, D.A., Williams, T.K., Beckman, J.S., 1988. Conversion of xanthine dehydrogenase to oxidase in rat intestine: a reevaluation. *Am. J. Physiol.* 254, 768-774.
- Pincemail J., Bonjean K., Cayeux K. and Defraigne J.O., 2002. Physiological action of antioxidant defences. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 16, 233-239.
- Popovici, C., Saykova, I., & Tytkowskib. (2010). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*,(4), 1– 8.
- Pouget M., 1980. Les relations sol-Végétations dans les Steppes sud-Algéroises Travaux et document de L'O.R.S.T.O.M. N0. 116 p.555.Paris.
- Prigent SVE, Gruppen H, Visser A, van Koningsveld GA, de Jong GAH, Voragen AGJ., 2003. Effects of non-covalent interactions with 5-O-caffeoylquinic acid (chlorogenic acid) on the heat denaturation and solubility of globular proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51, 5088-5095.
- Quézel P. Santa., S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.
- Quezel, P., Santa, S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome I. Ed. Centre national de la recherche scientifique. Pp, 283, 286, 287.
- René, 1962 René M., 1962. Flore de l'Afrique du Nord. Paul le chevalier, ed., Paris. Vol. **VIII**. p. 81- 84
- Ribéreau-Gayon J, Peynaud m, Ribéreau-Gayon P and Sudraud P. Sciences et techniques du vin. Tome 1, analyse et controle des vins. Ed. Dunod, Paris, 1972, p. 671.
- Ribéreau-Gayon P., 1968. Les composés phénoliques des végétaux. Editions Dunod, Paris 254 pp.
- Rosas, M.R., 1989. El genero *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Chile. *Gayana Bot.* Vol. 46, n° 1- 2, pp. 3-82.

- ROUAKI, F. (2016). Effets de l'ingestion de l'huile de Tournesol oxydée et de la supplémentation en alpha-tocopherol sur certains paramètres structuraux et fonctionnels du tissu cardiaque chez le rat en croissance (Doctoral dissertation).
- Said O., Khalil K., Fulder S. et Azaizeh H., 2000. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. *Journal of Ethnopharmacology*. 83, 251-265.
- Salganik, R.I., 2001. The benefits and hazards of antioxidants: controlling apoptosis and other protective mechanisms in cancer patients and the human population. *J.Am. Coll. Nutr.* 20, 464S-472S.
- Satyajit D., Zahid L., Alexander I. (2006). *Natural Products Isolation*. Humana Press Inc. 999 Riverview Drive, Suite 208, Totowa, New Jersey 07512, 518 P.
- Shani J., Ahronson Z., Sulman F.G., Mertz W., Frenkel G., Kraicer P.F., 1972. Insulin potentiating effect of saltbush (*Atriplex halimus*) ashes. *Journal of Medical Sciences*, 8 (6), 757-758.
- Sherer, T.B., Betarbet, R., and Greenamyre, J.T., 2002. Environment, mitochondria, and Parkinson's disease. *Neuroscientist*. 8, 192-197.
- Sies H; Schewe T., 2003. Flavonoids as protectants against prooxidant enzymes. *Biologie médicamenteuse*. 34, 243-253.
- Singleton V. L., Orthofer R. and Lamuela-Raventos R. M. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 152-177.
- Slamani M et Gerbi D. Extraction et évaluation de l'activité hépatoprotectrice des molécules antioxydantes de l'*Atriplex halimus* en vue de la formulation d'une émulsion buvable pour leur délivrance. Mémoire de master en pharmacie industrielle. Université Saad Dehleb Blida 1.2018, pp. 6.
- Sohal R.S., Mockett R.J. & Orr W.C., 2002. Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis. *Free Rad Biol Med*. 33, 575-586.
- Tanoh, S. K., N'Gaman-Kouassi, C., Boa, D., Mamyrbekova-Békro, J. A., & Békro, Y.A. (2019). Activité antioxydante des extraits bruts hydroéthanoliques et hydroacétoniques des organes de quatre plantes de Côte d'Ivoire médicinales. *Nature & Technology*, (21), 28-34.
- Thanan, R., Oikawa, S., Hiraku, Y., Ohnishi, S., Ma, N., Pinlaor, S., Murata, M. (2014). Oxidative stress and its significant roles in neurodegenerative diseases and cancer. *International journal of molecular sciences*, 16, 193-217.

Thannickal V.J., Fanburg B.L., 2000. Reactive oxygen species in cell signaling. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*, 279, 1005-28.

Tissier, M. (2011). Contribution à l'étude du stress oxydant chez le chien de cross canin (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard–Lyon I–(médecine–pharmacie)).

Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., Telser, J., 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Biocell*. 39, 44-84.

Vârban D.I., Duda M., Vârban R., et Muntean S., 2009. Research Concerning the Organic Technology for *Satureja Hortensis L. Culture. Bulletin UASVM Agriculture*. 66 (2) 225- 229.

Vergely, C., & Rochette, L. (2003). Stress oxydant dans le domaine cardiovasculaire. *Médecine thérapeutique cardiologie*, 1(3), 131-139.

Younes, M., 1999. *Free Radicals and Reactive Oxygen Species*. Academic Press.