

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Ghardaia**



**Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre**

**Département de Biologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Filière : Science biologiques**

**Spécialité : Biochimie appliquée**

**Par : ANTAR Sabrina**

**Thème**

**Etude Phytochimique et Evaluation de l'Activité Antioxydante de  
Quelques Plantes de la Région de Ghardaïa au Sud Algérien**

Soutenu publiquement, le 12/ 06/ 2024, devant le jury composé de :

M. BENBEKHTI Z.	Maitre-assistant A	Univ. Ghardaia	Président
M. BENKHERARA S.	Maitre de Conférences A	Univ. Ghardaia	Directeur de mémoire
M. BELHACHEMI M.H.	Maitre de Conférences B	Univ. Ghardaia	Examineur

**Année universitaire : 2023-2024**

## **Remerciements**

*Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude envers ALLAH tout puissant pour m'avoir accordé la force, le courage, la santé, la volonté et surtout la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.*

*Je tiens à exprimer notre gratitude envers tous les enseignants qui ont participé à notre formation.*

*Je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance et exprimer ma gratitude envers mon encadrant, **M. BENKHERARA Salah**, Maître de Conférences au département de Biologie, à l'Université de Ghardaïa, pour avoir accepté de superviser ce mémoire. Je lui exprime également ma gratitude pour sa bienveillance, ses précieux conseils et son suivi régulier lors de l'élaboration de ce petit travail.*

*Je tiens à exprimer ma gratitude envers Monsieur **BENBEKHTI Zineddine** pour son engagement à présider le jury et Monsieur **BELHACHEMI Mohamed Habib** pour son engagement à examiner mon travail.*

*Je tiens également à exprimer ma gratitude envers tous les ingénieurs, techniciens et administrateurs du département de Biologie de l'Université de Ghardaïa pour leur assistance dans ce travail. Je remercie également tous les membres du laboratoire de biochimie de notre département pour leur assistance dans la réalisation des différents tests et analyses, ainsi que pour leur fourniture du matériel et des ressources nécessaires pour mener à bien notre travail.*

*Je tiens à remercier chaleureusement tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin dans l'accomplissement de ce modeste mémoire.*



An ornate, decorative border in gold and silver tones, featuring intricate floral and scrollwork patterns. The border is composed of several sections: a top-left corner piece, a top-right corner piece, a bottom-left corner piece, and a bottom-right corner piece, all connected by a thin, repeating gold line. The floral motifs include stylized leaves, acanthus-like scrolls, and small circular medallions.

*Merci ALLAH...*

*Je dédie ce travail*

*À mes chers parents et à mon conjoint Abdeljalil , je tiens à exprimer ma gratitude pour leur confiance, leur encouragement et leur sacrifice tout au long de ma vie. Je souhaite que ce travail soit le résultat de leurs efforts... Je souhaite que Dieu le tout-puissant vous accorde son paradis éternel.*

*À ma famille ANTAR et OULED HEDDAR notamment mes enfants Raoufe et Rayane, je tiens à exprimer mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

*A toute la promotion de biochimie 2023/2024. et enfin A tous ceux qui aiment de près ou de loin.*

## Liste des abréviations

AAT	Activité Antioxydante Totale
ABTS	Acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6 sulphonique).
CAET	Capacité Antioxydante en Equivalent Trolox.
DPPH	2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl.
EBA	Extrait Brut Aqueux.
EAG	Equivalent acide gallique
ERO	Espèces Réactives de l'Oxygène.
IC50	Concentration inhibitrice de 50%
I	Indice de mousse
MVS	Matière végétal sèche
NH	Groupement Amine.
OH	Groupement hydroxyle.
R	Rendement
V	Volume

## Liste des Figures

<b>Fig</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Fig. 1</b>	Situation géographique et limites administratives de la région de Ghardaïa.....	<b>05</b>
<b>Fig. 2</b>	Vue générale des espèces <i>Pergularia tomentosa</i> (1), <i>Asphodelus tenuifolius</i> (2) et <i>Peganum harmala</i> (3) de la région de Ghardaïa.....	<b>05</b>
<b>Fig. 3</b>	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	<b>15</b>
<b>Fig. 4</b>	Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse trolox (pour DPPH).....	<b>18</b>
<b>Fig. 5</b>	Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse acide ascorbique (pour DPPH).....	<b>18</b>
<b>Fig. 6</b>	Résultats du pouvoir antioxydant (test de DPPH) des extraits bruts des espèces xérophytes étudiées.....	<b>19</b>
<b>Fig. 7</b>	Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse Trolox (pour ABTS).....	<b>20</b>
<b>Fig. 8</b>	Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse acide ascorbique (pour ABTS).....	<b>21</b>
<b>Fig. 9</b>	Résultats de l'activité antioxydante (test de l'ABTS) des extrais bruts des espèces xérophytes étudiées.....	<b>22</b>

## Liste des tableaux

<b>Tab</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tab. 1</b>	Tableau récapitulatif des principales familles de composés du métabolisme secondaire de la partie aérienne des espèces végétales étudiées.....	<b>14</b>
<b>Tab. 2</b>	Rendement (%) en EBA et teneur en PPT (mg EAG/ g MVS) des espèces étudiées .....	<b>16</b>
<b>Tab. 3</b>	Résultats globaux des IC50 ( $\mu\text{g/ mL}$ ) du pouvoir antioxydant (test de DPPH) des extraits bruts des espèces étudiées.....	<b>20</b>
<b>Tab. 4</b>	Résultats globaux des IC50 ( $\mu\text{g/ mL}$ ) du pouvoir antioxydant (test de l'ABTS) des extraits bruts des espèces étudiées.....	<b>23</b>

## Résumé

Ce travail a pour objectif la valorisation de trois espèces végétales *Asphodelus tenuifolius* (*Tazia*), *Peganum harmala* (*Harmel*) et *Pergularia tomentosa* (*Kalga*) qui poussent spontanément dans la région de Ghardaïa au nord du Sahara septentrional Algérien et ce, à travers une contribution à l'étude phytochimique et à l'évaluation du pouvoir antioxydant des extraits bruts aqueux de leurs parties aériennes. Ces espèces végétales, qui sont largement utilisées pour ses innombrables vertus thérapeutiques traditionnelles chez la population de la région de Ghardaïa, appartiennent à trois familles différentes *Asphodelaceae*, *Zygophyllaceae* et *Asclepiadaceae* respectivement et sont tous des espèces xérophytes. Pour ce faire, des tests de screening phytochimique sont effectués pour mettre en évidence la présence ou l'absence des principaux métabolites secondaires de ces plantes. Des extractions par macération aqueuse sont réalisées. Les teneurs en polyphénols totaux dans les extraits bruts obtenus sont ensuite déterminées. Le pouvoir antioxydant des extraits obtenus face au radical libre DPPH et aux radicaux ABTS est par la suite évalué.

De l'ensemble des résultats obtenus, les tests de criblage phytochimique nous ont révélé la présence de quelques composés majeurs du métabolisme secondaire dans les trois espèces plus particulièrement les composés phénoliques et l'absence de certains d'autres qui sont également importants. L'espèce *Asphodelus tenuifolius* s'est montrée la meilleure avec une teneur maximale de l'ordre de  $76 \pm 1,35$  mg EAG/g MVS en polyphénols totaux et un rendement égal à 14% en extrait brut aqueux. Les tests du pouvoir antioxydant ont permis d'évaluer la puissance des extraits bruts aqueux dans la réduction et le piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS. Les résultats obtenus du pouvoir inhibiteur du DPPH révèlent que les extraits isolés sont très actifs et présentent des forts pouvoirs antioxydants avec une priorité pour l'extrait de l'espèce *Asphodelus tenuifolius* ( $IC_{50} = 65,44 \pm 0,113$  µg/ mL). Quant aux radicaux libres ABTS, les extraits bruts aqueux de la même espèce ont présenté le meilleur pouvoir antioxydant ( $IC_{50} = 64,13 \pm 0,013$  µg/ mL). Par comparaison aux antioxydants de synthèse trolox et acide ascorbique, les extraits bruts aqueux de l'ensemble des espèces végétales étudiées s'avèrent meilleurs avec des valeurs d' $IC_{50}$  plus ou moins faibles. En revanche, les propriétés inhibitrices de l'extrait brut isolé de l'espèce *Pergularia tomentosa* sont tout de même moins efficaces que celles de l'acide ascorbique, qui s'est révélé efficace dans le piégeage et la réduction des radicaux ABTS. Enfin, l'espèce *Asphodelus tenuifolius* se démarque des autres espèces en termes de biochimie et d'activité antioxydante.

**Mots clés :** Phytochimie, Pouvoir antioxydant, Extrait brut, Espèce xérophyte, Ghardaïa



## Abstract

This work aims to promote three plant species *Asphodelus tenuifolius* (Tazia), *Peganum harmala* (Harmel) and *Pergularia tomentosa* (Kalga) which grow spontaneously in the Ghardaïa region in the north of the Algerian northern Sahara, through a contribution to the phytochemical study and evaluation of the antioxidant power of crude aqueous extracts of their aerial parts. These plant species, which are widely used for their countless traditional therapeutic virtues among the population of the Ghardaïa region, belong to three different families Asphodelaceae, Zygophyllaceae and Asclepiadaceae respectively and are all xerophytic species. To do this, phytochemical screening tests are carried out to highlight the presence or absence of the main secondary metabolites of these plants. Extractions by aqueous maceration are carried out. The contents of total polyphenols in the crude extracts obtained are then determined. The antioxidant power of the extracts obtained against the free radical DPPH and ABTS radicals is subsequently evaluated.

From all the results obtained, the phytochemical screening tests revealed the presence of some major compounds of secondary metabolism in the three species, more particularly the phenolic compounds, and the absence of certain others which are also important. The *Asphodelus tenuifolius* species showed itself to be the best with a maximum content of around  $76 \pm 1.35$  mg EAG/g MVS in total polyphenols and a yield equal to 14% in aqueous crude extract. The antioxidant power tests made it possible to evaluate the power of the aqueous crude extracts in the reduction and trapping of DPPH and ABTS free radicals. The results obtained on the inhibitory power of DPPH reveal that the isolated extracts are very active and have strong antioxidant powers with priority for the extract of the species *Asphodelus tenuifolius* ( $IC_{50} = 65.44 \pm 0.113$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). As for ABTS free radicals, the crude aqueous extracts of the same species presented the best antioxidant power ( $IC_{50} = 64.13 \pm 0.013$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). Compared to the synthetic antioxidants trolox and ascorbic acid, the crude aqueous extracts of all the plant species studied turned out to be better with more or less low  $IC_{50}$  values. On the other hand, the inhibitory properties of the crude extract isolated from the species *Pergularia tomentosa* are still less effective than those of ascorbic acid, which has been shown to be effective in trapping and reducing ABTS radicals. Finally, the species *Asphodelus tenuifolius* stands out from other species in terms of biochemistry and antioxidant activity.

**Keywords:** Phytochemistry, Antioxidant power, Crude extract, Xerophytic species, Ghardaïa



## ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة وتقييم ثلاثة أنواع نباتية (*Asphodelus Tenuifolius (Tazi)*)، و (*Harmel*) *Peganum Harmala*، و (*Kalga*) *Pergularia tomentosa* التي تنمو تلقائيًا في منطقة غرداية شمال الصحراء الشمالية الجزائرية، من خلال المساهمة في الدراسة والتقييم الكيميائي النباتي. من القوة المضادة للأكسدة للمستخلصات المائية الخام لأجزائها الهوائية. تنتمي هذه الأنواع النباتية، التي تستخدم على نطاق واسع لفوائدها العلاجية التقليدية التي لا تعد ولا تحصى بين سكان منطقة غرداية، إلى ثلاث عائلات مختلفة *Asphodelaceae* و *Zygophyllaceae* و *Asclepiadaceae* على التوالي وجميعها أنواع نباتية جفافية. وللقيام بذلك، يتم إجراء اختبارات الفحص الكيميائي النباتي لتسليط الضوء على وجود أو عدم وجود المستقلبات الثانوية الرئيسية لهذه النباتات. يتم إجراء عمليات الاستخراج عن طريق النقع المائي. يتم بعد ذلك تحديد محتويات إجمالي البوليفينول في المستخلصات الخام التي تم الحصول عليها. تم الحصول على قوة مضادات الأكسدة للمستخلصات ضد الجذور الحرة DPPH ويتم تقييم جذور ABTS لاحقًا.

من جميع النتائج التي تم الحصول عليها، كشفت اختبارات الفحص الكيميائي النباتي عن وجود بعض المركبات الرئيسية للتمثيل الغذائي الثانوي في الأنواع الثلاثة، وبشكل خاص المركبات الفينولية، وغياب بعض المركبات الأخرى التي تعتبر مهمة أيضًا. أظهرت أنواع *Asphodelus Tenuifolius* أنها الأفضل بمحتوى أقصى يصل إلى حوالي  $1.35 \pm 76$  ملجم EAG/g MVS في إجمالي البوليفينول وعائد يساوي 14% في المستخلص الخام المائي. أتاحت اختبارات قوة مضادات الأكسدة تقييم قوة المستخلصات الخام المائية في تقليل واحتجاز الجذور الحرة DPPH و ABTS. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها فيما يتعلق بالقدرة التثبيطية لـ DPPH أن المستخلصات المعزولة نشطة للغاية ولها قدرات قوية مضادة للأكسدة مع إعطاء الأولوية لمستخلص النوع *Asphodelus Tenuifolius* ( $IC_{50} = 65.44 \pm 0.113$  ميكروجرام/مل). أما بالنسبة للجذور الحرة ABTS، فقد قدمت المستخلصات المائية الخام لنفس النوع أفضل قوة مضادة للأكسدة ( $IC_{50} = 64.13 \pm 0.013$  ميكروجرام / مل). بالمقارنة مع مضادات الأكسدة الاصطناعية مثل الترتولوكس وحمض الأسكوربيك، تبين أن المستخلصات المائية الخام لجميع أنواع النباتات التي تمت دراستها كانت أفضل مع قيم  $IC_{50}$  منخفضة إلى حد ما. من ناحية أخرى، فإن الخصائص المثبطة للمستخلص الخام المعزول من الأنواع *Pergularia tomentosa* لا تزال أقل فعالية من تلك الخاصة بـ حمض الأسكوربيك، والذي ثبت أنه فعال في محاصرة وتقليل جذور ABTS. أخيرًا، يتميز النوع *Asphodelus tenuifolius* عن الأنواع الأخرى من حيث الكيمياء الحيوية والنشاط المضاد للأكسدة.

**الكلمات الدالة:** الكيمياء النباتية، القوة المضادة للأكسدة، المستخلص الخام، النباتات المقاومة للجفاف، غرداية

## Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé français	
Résumé anglais	
Résumé arabe	
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>01</b>
<b>2. MATÉRIEL ET MÉTHODES</b>	<b>04</b>
2.1. Matériel végétal	04
2.1.1. Site de prélèvement	05
2.1.2. Echantillonnage, séchage et broyage	06
2.2. Méthodes d'analyses	07
2.2.1. Tests biochimiques préliminaires	07
2.2.1.1. Recherche des Tanins	07
2.2.1.2. Recherche des Flavonoïdes	07
2.2.1.3. Recherche des Saponosides	08
2.2.1.4. Recherche des Anthocyanes	08
2.2.1.5. Recherche des Leuco anthocyanes	08
2.2.1.6. Recherche des Alcaloïdes	08
2.2.1.7. Recherche des Terpènes	09
2.2.1.8. Recherche des Stérols	09
2.2.2. Préparation des extraits bruts aqueux	09
2.2.3. Dosage des polyphénols totaux	09
2.2.4. Pouvoir antioxydant	10
2.2.4.1. Test de DPPH : Piégeage du radical libre stable DPPH	10
2.2.4.2. Test de l'ABTS : Capacité antioxydante en équivalent trolox ou activité antioxydante totale AAT	11
<b>3. RESULTATS ET DISCUSSION</b>	<b>14</b>
3.1. Tests biochimiques préliminaires	14
3.2. Rendements en extraits bruts et Teneur en polyphénols totaux	15
3.3. Pouvoir antioxydant	17
3.3.1. Test de DPPH : Effet inhibiteur du radical libre DPPH	17
3.3.2. Test de l'ABTS	20
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b>	<b>27</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	

# **Introduction**

## ***INTRODUCTION***

Depuis des millénaires, l'homme a toujours su puiser dans son environnement pour subvenir à ses différents besoins ; les plantes spécialement, vu leur abondance ont occupé une place importante dans la vie de l'homme. Aujourd'hui encore la médication par les plantes ou la médecine traditionnelle reste d'actualité et elle constitue un complément, voire même une alternative à la médecine conventionnelle dans certaines régions du monde (Salla, 2017).

Dans les pays en voie de développement, entre 70 et 95% de la population a recours aux plantes médicinales pour les soins primaires par manque d'accès aux médicaments prescrits mais aussi parce que les plantes ont pu démontrer une réelle efficacité. Il est estimé qu'au moins 25% de tous les médicaments modernes sont dérivés, directement ou indirectement, à partir de plantes médicinales, principalement grâce à l'application des technologies modernes aux connaissances traditionnelles (Elouali *et al.*, 2010).

Les extraits végétaux ont été massivement étudiés pour identifier les propriétés antioxydantes. Le déséquilibre provoqué par le stress oxydatif, entre la production de radicaux libres et les enzymes antioxydantes, est lié avec l'apparition de graves maladies comme le cancer, l'Alzheimer et l'artériosclérose (Mohammedi, 2013). Dans des conditions physiologiques, la production des espèces réactives de l'oxygène ERO est parfaitement maîtrisée par les systèmes de défense de notre organisme. Le stress oxydant résultera d'une situation où l'organisme ne contrôle plus la présence excessive de radicaux oxygénés toxiques. En effet, la production d'ERO est un phénomène physiologique participant directement à l'homéostasie cellulaire ; elle intervient dans le contrôle de nombreuses fonctions biologiques. Ainsi, il est préférable de parler de statut oxydant, tant le stress oxydant ne représente qu'une partie du phénomène. Par ailleurs, l'excès de radicaux libres non neutralisés par le système de défense est très dommageable pour les macromolécules essentielles de nos cellules. Il semble donc important de tester l'effet thérapeutique des molécules antioxydantes naturelles ou de synthèse. Celles-là peuvent agir dans la prévention des maladies dégénératives, à la condition d'être apportées très tôt avant l'apparition de mécanismes induits irréversibles, et à doses modérées, car la production basale de radicaux libres est indispensable à de nombreuses fonctions et ne doit pas être supprimée. Outre les sources médicamenteuse et alimentaire, les antioxydants naturels occupent actuellement une place de choix dans les intrants antioxydants, en particulier certaines familles chimiques comme les polyphénols (Zbadi *et al.*, 2018).

À l'heure actuelle, les chercheurs encouragent la création d'une nouvelle génération d'antioxydants végétaux pour remplacer ceux de synthèse. De la même manière, plusieurs

## ***INTRODUCTION***

secteurs industriels reprennent l'utilisation de ces molécules présentant des caractéristiques biologiques intéressantes dans leurs formulations.

Dans le but d'élargir les possibilités de valorisation des produits naturels ou à base de plantes, de nombreuses études scientifiques se concentrent sur la phytochimie et les activités des extraits de plantes dans de nombreux pays (Taviano *et al.*, 2013). Dans un pays qui possède une flore très abondante comme l'Algérie, il est devenu essentiel de promouvoir la filière des plantes aromatiques et médicinales. Le Sahara, le plus grand et le plus chaud des déserts du monde, présente une végétation étendue et dense dans sa partie Nord, le Sahara septentrional (Beddou, 0215). Il est important de prendre en compte l'état de la flore spontanée dans cette zone et les relations entre l'homme et les plantes. Les propriétés pharmacologiques de certaines plantes leur confèrent un intérêt médicinal.

Pour cette raison, nous avons entrepris cette recherche, qui est appuyée sur l'étude de trois espèces végétales spontanées communes dans la région de Ghardaïa au Sahara algérien à savoir l'espèce *Asphodelus tenuifolius*, *Peganum harmala* et *Pergularia tomentosa*. Ces espèces appartiennent au groupe de plantes extrêmophiles et plus précisément au groupe des plantes xérophytes qui poussent facilement et peuvent se développer très normalement dans des conditions extrêmes de sécheresse. Cette caractéristique est certainement liée à l'acquisition de certains métabolites secondaires qui leur permettent de s'adapter aux conditions de vie sévère et leur confèrent probablement des propriétés médicinales, la raison pour laquelle la population les utilise largement en tant qu'antioxydant naturel contre les maladies causées par certains radicaux libres. Malgré la présence de nombreux produits chimiques synthétiques (antioxydants), la médecine moderne ne peut pas les guérir, ce que nous chercherons à prouver dans le cadre de cette étude à travers la vérification de la spécificité de ces espèces en faisant une investigation phytochimique et une évaluation de l'activité antioxydante des extraits bruts aqueux de la partie aérienne.

# **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1. Matériel végétal

Le matériel biologique utilisé pour la réalisation de ce travail est présenté par trois espèces végétales qui poussent spontanément dans la région de Ghardaïa. Ces espèces sont de trois familles différentes et sont tous des plantes xérophytes.

L'espèce *Peganum harmala* ou *Harmel*, est de la famille des Zygophyllacées (Ozenda, 1991). Il s'agit d'une plante vivace, herbacée, glabre, buissonnante, poussant jusqu'à un mètre de haut, avec une forte odeur désagréable qui rappelle celle de la rue (Iserin, 2001). Selon Braz et Hanchour (2018), elle se distingue par ses tiges vertes rampantes et veules, dressées, très rameuses qui disparaissent en hiver, ainsi que ses feuilles alternes, découpées en lanières étroites. Les fleurs solitaires, de 1-2 cm, vert blanchâtre, sont isolées aux aisselles des feuilles, composées de cinq sépales verts, linéaires, persistants qui dépassent la corolle, cinq pétales elliptiques, dix à quinze étamines à filet très élargi dans leur partie inférieure, l'ovaire, globuleux, reposant sur un disque charnu, aboutissent à un fruit qui est une capsule sphérique, à trois loges, de 6 à 8 mm, déprimée au sommet, entourée de sépales persistants s'ouvrant par 3 ou 4 valves pour libérer les graines (Narayana *et al.*, 2001).

L'espèce *Asphodelus tenuifolius*, également connue sous le nom de « Tazia » en Algérie, est une plante annuelle herbacée monocotylédone. Cette plante à scape bien définie et plus ou moins haute se distingue par des feuilles, qu'elles soient cylindriques ou semi-cylindriques (parfois planes, mais uniquement sur la face interne), sont creuses et fistuleuses. Les nervures sont tachées de feuilles. Elle possède des fleurs blanchâtres ou rosées, de 5 à 12 mm de long, à tépales libres. Pédoncules fructifères dressés, généralement articulés sous le milieu ou, parfois, un peu au-dessus. Des fleurs peu nombreuses et des fruits à capsules sphériques de 4 à 6 mm avec des graines noires, plissées et triangulaires (Quézel et Santa, 1962).

Quant à l'espèce *Pergularia tomentosa* ou *El Kalga*, elle appartenant à la famille des Asclepiadaceae (Barmo et Amani, 2010), est une espèce d'arbrisseau vivace herbacé ou semi-ligneux pouvant atteindre plus de 1 mètre de hauteur. Les plus jeunes rameaux sont souvent enroulés autour des plus anciens, lui donnant ainsi un aspect touffu, avec : la tige couverte de courts poils verdâtres, grimpante ou volubile, mature et tomenteuse, et leurs feuilles opposées, d'un vert amande, ovales ou arrondies, en forme de cœur à la base, à stipules absentes, et un pétiole de 0,5 à 1,5 cm de long (Chehema, 2006).





Figure 02 : Vue générale des espèces *Pergularia tomentosa* (1), *Asphodelus tenuifolius* (2) et *Peganum harmala* (3) de la région de Ghardaïa (Originale, 2024).

Les parties aériennes de ces espèces sont utilisées pour la réalisation de cette étude expérimentale et sont mises à macérer afin de préparer des extraits bruts aqueux.

**2.1.1. Site de prélèvement**

La région de Ghardaïa est située au centre de la partie nord du Sahara algérien, à une distance de 620 km du sud d’Alger. Elle se caractérise par une superficie de plus de 84660 km<sup>2</sup>.

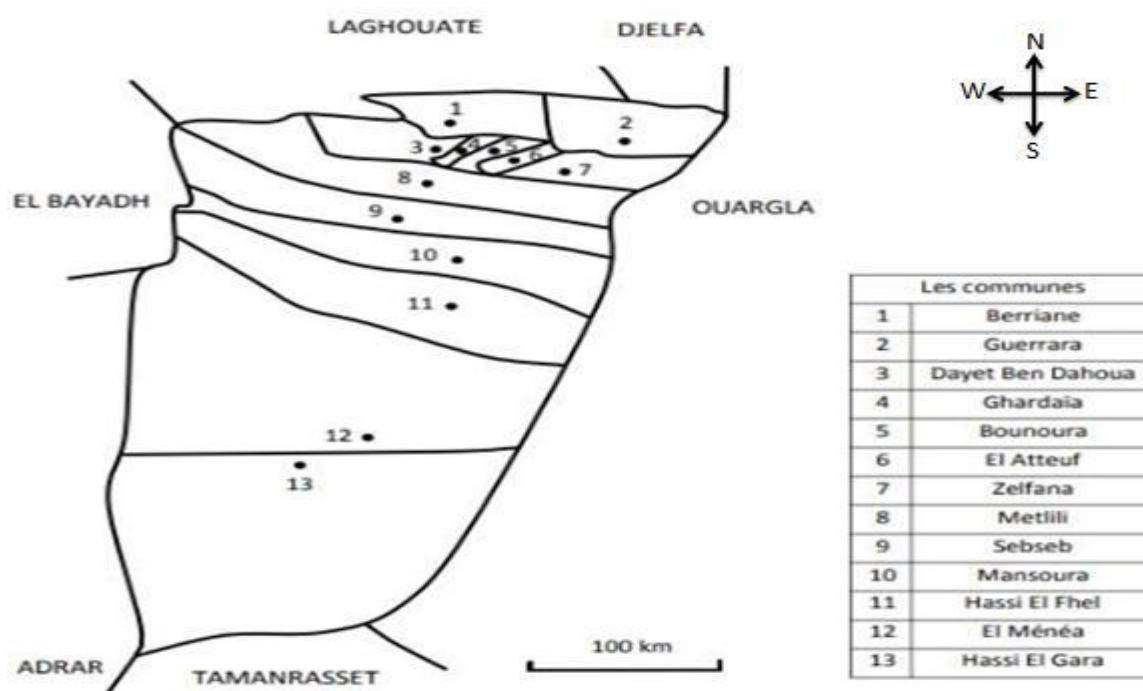


Figure 01 : Situation géographique et limites administratives de la région de Ghardaïa (Tahraoui, 2011).

Géographiquement, ce site est bordé par la région de Laghouat au nord, Tamanrasset au sud, Ouargla à l'est et El-Bayadh à l'ouest (ANDI, 2013 ; ANIRF, 2011). Elle se situe à 32° 26' de latitude Nord et à 3° 46' de longitude Est (Adouane *et al.*, 2014).

Le climat de la région de Ghardaïa est de type Saharien, avec une saison chaude et sèche, avec une température estivale et hivernale très variable. Une température moyenne annuelle de 25°C est observée, avec une précipitation moyenne de 60 mm par an (Chenini et Chabou, 2012).

Selon Chenini et Chabou (2012) et ANDI (2013), cette wilaya possède une variété de couches aquifères exploitées par pompage à des profondeurs élevées, parfois dépassant les 120 mètres.

Quant au cortège floristique et le nombre d'espèces végétales qui vivent dans ce désert à l'étendue de sa surface, la flore saharienne spontanée semble très pauvre. La région de Ghardaïa fait partie du Sahara septentrional, mais elle n'est pas dépourvue de végétation, car elle est caractérisée par la présence d'oasis sur ses principaux cours d'eau, dont la vallée du M'Zab, qui regroupe en elle-même un groupe de cinq oasis. Malgré la prédominance de la culture du Palmier dattier, l'agriculture à Ghardaïa est plutôt variée telles que les légumes, les arbres fruitiers, les céréales (Orge et Blé dur), ainsi que l'arachide. On y trouve aussi des plantes spontanées à usage médicinal appartiennent à différentes familles comme celle des Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Chenopodiaceae etc... (Ozenda, 1977 ; Kemassi *et al.*, 2014 ; Bensaha et Arbouche, 2016).

### **2.1.2. Echantillonnage, séchage et broyage**

La méthode d'échantillonnage adoptée pour entreprendre ce travail est celle de l'au hasard. Elle consiste à prélever d'une manière aléatoire et simple de divers points du même pied de la plante des feuilles, des tiges et des racines ne présentant aucune lésion de même forme et de tailles différentes en fonction bien sûr de leurs âges. Dans notre cas, nous avons procéder directement à l'arrachage de quelques petits pieds des espèces xérophytes étudiées à partir de différents sites plus ou moins proches de la région de Ghardaïa et ce, dans le but d'éviter les risques de disparition de l'espèce végétale. Dans son environnement ou son biotope naturel.

Une vue générale de nos échantillons des trois espèces concernées sont présentées dans la figure 02

## ***MATERIEL ET METHODES***

Les prélèvements sont réalisés tôt le matin, durant le mois de mars et par temps sec pour éviter toutes altérations des substances volatiles ou tout autre produit du métabolisme secondaire. Le matériel végétal est placé dans des étuis en papier stérile puis transporté immédiatement au laboratoire en vue de l'analyse. Les parties prélevées sont mises à sécher pour servir aux analyses biochimiques et l'extraction des principes actifs (préparation des extraits bruts).

Avant de procéder au séchage, il est important de passer tous les échantillons rapidement sous un filet d'eau, pour éliminer la poussière, les impuretés, les particules de terre, etc. Les parties récoltées sont étendues en couches minces, à bonne aération, en courant d'air, sur une toile blanche pendant deux à trois semaines et en les retournant de temps à autre. Le séchage doit se prolonger jusqu'à l'obtention d'une consistance tout à fait friable, facile à briser lorsqu'on les courbe. Une dessiccation excessive fait cependant tomber les plantes ou les organes en poussière et entraîne la perte de leurs matières actives. Dans le cas contraire, si l'humidité résiduelle reste élevée, on court toujours le risque de les voir pourrir ou moisir lors de la conservation.

### **2.2. Méthodes d'analyses**

#### **2.2.1. Tests biochimiques préliminaires**

Un examen phytochimique a été effectué afin de mettre en évidence la présence les principaux composés bioactifs du métabolisme secondaire de la partie aérienne des espèces végétales étudiées.

##### **2.2.1.1. Recherche des Tanins :**

Selon (Solfo, 1973) on prend 5 mL de l'infusé auxquels on ajoute 1 mL de la solution de Chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ) à 1% par goutte à goutte. L'apparition d'une coloration verdâtre indique la présence des tanins catéchiques et bleu noirâtre pour les tanins galliques.

##### **2.2.1.2. Recherche des Flavonoïdes :**

La mise en évidence de la présence des flavonoïdes est effectuée en suivant la méthode de (Harborne, 1973) par la réaction à la cyanidine avec légères modifications à propos des volumes des solutions de révélation ajoutées. 10 g de drogue pulvérisée sont macérés dans 150 mL d'HCl à 1 % pendant 24 Heures, après filtration de la solution obtenue ; 3mL d'alcool chlorhydrique (éthanol à 95°, eau distillée, acide chlorhydrique concentré (V/V/V)) sont mis dans un tube à essai avec 1mL d'alcool iso amylique et quelques copeaux de magnésium.

L'apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube indique la présence des flavonoïdes.

### 2.2.1.3. Recherche des Saponosides :

Leur présence est déterminée quantitativement par le calcul de l'indice de mousse, degré de dilution d'un décocté aqueux donnant une mousse persistante dans des conditions déterminées. Deux grammes de matériel végétal sec et broyé sont utilisés pour préparer une décoction avec 100 mL d'eau. On porte à ébullition pendant 30 min. Après refroidissement et filtration, on réajuste le volume à 100 mL. A partir de cette solution, on prépare dix tubes dans lesquels on met 1, 2, 3, ... 10 mL. Le volume final étant de nouveau réajusté à 10 mL avec de l'eau distillée. Les tubes sont agités fortement en position horizontale pendant 15 secondes. Après un repos de 15 minutes en position verticale, on relève la hauteur de la mousse persistante en cm. Si elle est proche de 1 cm dans le X<sup>e</sup> tube, alors l'indice de mousse est calculé selon la formule suivante:

$$I = ((\text{Hauteur de mousse (en cm) dans le X}^{\text{e}} \text{ tube} \times 5) / X) \times 100$$

X : C'est l'ordre de tube qui présente une mousse de l'ordre de 1 cm de hauteur.

La présence des saponosides dans la plante est confirmée avec un indice supérieur à 100 (Dohou *et al.*, 2003).

### 2.2.1.4. Recherche des Anthocyanes :

D'après (Solfo, 1973) la recherche des anthocyanes repose sur le changement de la couleur de l'infusé à 10 % avec le changement de pH : on ajoute quelques gouttes d'HCl puis quelques gouttes de NH<sub>4</sub>OH, le changement de la couleur indique la présence des anthocyanes.

### 2.2.1.5. Recherche des Leuco anthocyanes :

A 5 mL de l'infusé, sont mélangés 4 mL d'alcool chlorhydrique (éthanol/ HCl pur 3/1 V/V). Après chauffage au bain marie à 50° C pendant quelques minutes, l'apparition d'une couleur rouge cerise indique la présence des leuco anthocyanes (Solfo, 1973).

### 2.2.1.6. Recherche des Alcaloïdes :

Après une macération de 5 g de la partie aérienne séchées et broyées dans 50 mL d'HCl à 1%, le mélange est filtré puis soumis à l'action du réactif de Mayer ou Dragendorff (quelques gouttes). L'apparition d'un précipité blanc indique la présence des alcaloïdes (Bouquet, 1972).

### 2.2.1.7. Recherche des Terpènes :

La recherche des terpènes est effectuée par le test Salkowski : A 5 mL d'infusé, 2 mL de chloroforme et 3 mL d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) concentré sont soigneusement ajoutés. L'apparition d'un anneau brun rougeâtre à l'interphase indique la présence des terpènes (Rimjhim *et al.*, 2014).

### 2.2.1.8. Recherche des Stérols :

Les stérols sont mis en évidence par le test Liebermann-Burchard : un volume de 2 mL de l'infusé est mélangé avec 2 mL de chloroforme et 1 mL d'anhydride acétique. Ensuite, 2 gouttes d'acide sulfurique  $H_2SO_4$  concentré sont ajoutées. L'apparition d'une coloration rouge, qui vire en bleue et qui devient par la suite verte indique la présence des stérols (Rimjhim *et al.*, 2014).

### 2.2.2. Préparation des extraits bruts aqueux

L'extrait brut aqueux EBA est préparé par macération à froid selon la méthode de (Majhenic *et al.*, 2007) avec légères modifications concernant le volume du solvant utilisé. 05 g de poudre végétale sont dissous dans 50 mL au lieu de 75 mL d'eau distillée, sous agitation magnétique pendant 2 à 3 heures à une température ambiante. Après filtration et pour un meilleur épuisement de la plante, trois autres extractions sont faites avec le même marc en utilisant le même volume d'eau distillée. Les filtrats ainsi obtenus sont évaporés à sec sous pression réduite à 65°C à l'aide d'un évaporateur rotatif. Le résidu obtenu est récupéré avec du méthanol et la solution de l'extrait est ensuite conservée à 4°C.

### 2.2.3. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux au niveau de la partie aérienne des espèces xérophytes étudiées est fait de la manière suivante :

La teneur en polyphénols totaux est déterminée par spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) qui est réduit, lors de l'oxydation des composés phénoliques en mélange d'oxydes bleu de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $MO_8O_3$ ).

L'absorption maximale est comprise entre 700 et 760 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans les extraits végétaux (Boizot et Charpentier, 2006). Le dosage de ces

polyphénols est effectué selon la méthode décrite par (Singleton et Rossi, 1965) avec légère modification concernant les volumes : Un volume de 100 µl de l'extrait végétal est mélangé avec 400 µl de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois dans de l'eau distillée). Après agitation puis incubation de 05 min, 500 µl de solution de carbonate de sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (7,5 %) est ajouté. Le mélange est laissé au repos à l'obscurité et à température ambiante pendant 90 min avec agitation intermittente. L'absorbance de la solution résultante est mesurée à 760 nm contre un blanc.

La teneur en polyphénols totaux est exprimée en mg équivalent acide gallique par gramme de matière végétale sèche (mg EAG / g MVS).

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions expérimentales en utilisant l'acide gallique comme étalon ou contrôle positif (Li *et al.*, 2007).

#### **2.2.4. Pouvoir antioxydant**

La capacité antioxydante des composés bioactifs des extraits végétaux peut être évaluée soit *in vivo*, sur des organismes vivants, soit *in vitro* en utilisant des tests qui miment le phénomène physiologique. Pour évaluer l'activité antioxydante des extraits naturels *in vitro*, différentes méthodes ont été développées. Ces méthodes impliquent le mélange d'espèces oxydantes avec un échantillon qui contient des antioxydants capables d'inhiber la génération de radicaux libres. Ces antioxydants peuvent agir selon deux mécanismes majeurs : soit par transfert d'atome d'hydrogène, soit par transfert d'électron (Prior *et al.*, 2005). Dans le cas de cette étude, les tests d'évaluation du pouvoir antioxydant ont porté, en premier lieu, sur le piégeage du radical libre stable DPPH ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante totale AAT ou piégeage des radicaux libres ABTS en deuxième lieu.

##### **2.2.4.1. Test de DPPH : Piégeage du radical libre stable DPPH :**

Le DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517 nm. En présence de composés antiradicalaires, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est proportionnel au pouvoir anti-radicalaire de l'échantillon (Parejo *et al.*, 2003).

De point de vue méthodologique, le test du radical libre DPPH est recommandé pour des composés contenant des groupements SH, NH et OH (Salah *et al.*, 1995). Il s'effectue à

température ambiante, ceci permettant d'éliminer tout risque de dégradation thermique des molécules thermolabiles. Le test est largement utilisé au niveau de l'évolution des extraits hydrophiles très riches en composés phénoliques (Yi-Zhong *et al.*, 2006 ; Hatzidimitriou *et al.*, 2007).

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical libre DPPH.

Le pouvoir de piégeage ou d'inhibition des extraits obtenus de nos espèces végétales sur le radical libre DPPH est mesuré selon la méthode de (Sanchez-Moreno *et al.*, 1998 et de Anton *et al.*, 2008) : Un volume de 50 µl de différentes concentrations de la solution de chaque extrait est ajouté à 950 µl de la solution méthanolique du DPPH 60 µM (0,025 g/L) fraîchement préparée. Des solutions d'un antioxydant de référence Trolox sont également préparées dans les mêmes conditions pour servir de témoin positif. Après incubation à l'obscurité et à température ambiante pendant 30 minutes, la lecture des absorbances (DO) est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 515 nm contre un blanc (50 µl du méthanol avec 950 µl d'une solution méthanolique du DPPH).

Le pourcentage du piégeage du radical est calculé selon l'équation suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = [(A1 - A2) / A1] \times 100$$

A1 : Absorbance du contrôle (solution du DPPH sans extrait végétal).

A2 : Absorbance en présence de l'extrait végétal.

### **2.2.4.2. Test de l'ABTS : Capacité antioxydante en équivalent trolox ou activité antioxydant totale AAT :**

L'acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique) ou ABTS est un composé Chimique utilisé notamment en biochimie dans l'étude de la cinétique de certaines enzymes. Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS●<sup>+</sup> de coloration bleu verdâtre. Ce radical cationique est formé suite à l'oxydation de l'ABTS initialement incolore avec les différents composés comme le phosphate de potassium (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>). Ainsi, la réaction se déroule en deux étapes :

Au cours de la première étape, le radical ABTS●<sup>+</sup> est formé par arrachement d'un électron (e<sup>-</sup>) à un atome d'azote de l'ABTS. La deuxième se déroule en présence d'un antioxydant donneur



## MATERIEL ET METHODES

de  $H\bullet$ , le radical d'azote concerné piège un  $H\bullet$ , conduisant à l'ABTS- $H^+$ , ce qui entraîne la décoloration de la solution.

L'activité antioxydante totale (AAT) des extraits obtenus est évaluée selon la méthode de (Re *et al.*, 1999) avec de légères modifications à propos des volumes. Cette activité est exprimée par la Capacité Antioxydante en Equivalent Trolox (CEAT) qui correspond à la capacité antioxydante d'une solution en unités d'équivalent Trolox. Ainsi, plus la valeur de CAET est grande, plus l'activité antioxydante est forte (Schlesier *et al.*, 2002).

Le cation radical ABTS ( $ABTS\bullet^+$ ) a été produit en réagissant une solution mère d'ABTS (7 mM) avec le persulfate de potassium (2,45 mM). Le mélange est laissé à l'obscurité à une température ambiante pendant 12 à 16 heures avant utilisation. Le radical était stable sous cette forme pendant plus de 2 jours lorsqu'il était protégé de la lumière et stocké à une température ambiante.

Pour l'évaluation de la CAET, la solution stock de l' $ABTS\bullet^+$  a été diluée avec de l'éthanol à une absorbance de 0.70 ( $\pm 0.02$ ) à une longueur d'onde de 734 nm et équilibré à 30°C. Ensuite, un volume de 10  $\mu$ l des différentes concentrations des solutions à tester (extraits de la plante) a été mélangé avec 990  $\mu$ l de la solution stock de l' $ABTS\bullet^+$  diluée. Le blanc est obtenu en mélangeant 10  $\mu$ l d'éthanol absolu avec 990  $\mu$ l de la solution stock de l' $ABTS\bullet^+$ . Le pouvoir inhibiteur ou de piégeage du radical  $ABTS\bullet^+$  (% Inhibition) est calculé par l'équation suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{734} \text{ blanc} - A_{734} \text{ extrait}) / A_{734} \text{ blanc}] \times 100$$

Où  $A_{734}$  blanc et  $A_{734}$  extrait sont les absorbances de la solution  $ABTS\bullet^+$  à 734 nm avant et après addition des échantillons ou extraits de plante. L'étalonnage a été effectué avec des solutions stocks de Trolox et de l'acide ascorbique.

*Pour les deux tests du pouvoir antioxydant, les valeurs enregistrées des concentrations inhibitrices (IC 50), qui correspondent à la concentration de la solution de l'extrait végétal nécessaire pour piéger ou neutraliser 50% des radicaux libres DPPH ou ABTS existants dans le milieu réactionnel, sont exprimées en mg ou en  $\mu$ g/mL.*

# **Résultats et discussion**

**3. RESULTATS ET DISCUSSION**

**3.1. Tests biochimiques préliminaires**

Les résultats des tests biochimiques préliminaires réalisés pour la mise en évidence les principaux composés bioactifs de la partie aérienne des espèces xérophytes étudiées, sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Tableau 01 : Tableau récapitulatif des principales familles de composés du métabolisme secondaire de la partie aérienne des espèces végétales étudiées

Plante étudiée / Composés bioactifs	<i>Asphodelus sp</i>	<i>Peganum sp</i>	<i>Pergularia sp</i>
Tanins	(+)	(-)	(+)
Flavonoïdes	(+)	(+)	(+)
Saponosides	(+)	(+)	(+)
Anthocyanes	(+)	(+)	(+)
Leucoanthocyanes	(-)	(-)	(-)
Alcaloïdes	(-)	(+)	(+)
Terpènes	(+)	(+)	(+)
Stérols	(+)	(+)	(-)

(+) détecté, (-) non détecté

En général et à partir de l'ensemble de ce qui est dans le tableau ci-dessus, les résultats obtenus des tests biochimiques préliminaires nous informent de la qualité biochimique supérieure des espèces végétales étudiées. Autrement dit, ces tests ont mis en évidence la présence de quatre composés majeurs du métabolisme secondaire (flavonoïdes, saponosides, anthocyanes et terpènes). Cependant, une exception est enregistrée pour les composés alcaloïdiques qui sont avérés inexistantes uniquement au niveau de la partie aérienne de l'espèce *Asphodelus sp*. Quant aux leuco-anthocyanes, les tests ont montré que ces composés sont complètement introuvables chez toutes les espèces étudiées.

La présence de la plupart des familles de composés du métabolisme secondaire et surtout les composés polyphénoliques tels que les tanins, flavonoïdes, anthocyanes et probablement en forte quantité dans la poudre des parties aériennes des espèces végétales étudiées, pourrait justifier l'utilisation traditionnelle massive de ces plantes par la population de la région de Ghardaïa

Ces résultats sont en parfaite concordance avec ceux obtenus par Kartal *et al.* (2003), Agedilova *et al.* (2006) et Asilbekova, (2006).

**3.2. Rendement en extraits bruts en teneur en polyphénols totaux**

Les extractions brutes aqueuses de la poudre des parties aériennes des plantes étudiées nous ont permis de calculer le rendement de chaque extrait. Le rendement correspond au pourcentage de mélanges ou de familles de composés bioactifs dissouts dans un solvant organique et/ ou aqueux utilisé pour l'extraction. Il est déterminé à partir du poids de l'extrait sec par rapport au poids de la matière végétale sèche réduit en poudre. (Abe *et al.*, 2010). Le rendement est exprimé en pourcentage massique par rapport à la quantité de matière sèche selon la formule :

$$R (\%) = [M_1 / M_0] \times 100$$

Où :

R% : Rendement en extrait brut aqueux EBA exprimé en g /100g de matière sèche.

M<sub>1</sub> : quantité de l'extrait récupéré exprimée en g.

M<sub>0</sub> : quantité de la poudre végétale utilisée pour l'extraction exprimée en g.

Quant aux teneurs en polyphénols totaux (PPT), et à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique dont le coefficient de détermination R<sup>2</sup> était de l'ordre de 0.9994 (fig. 03), nous avons pu calculer les valeurs suivantes.

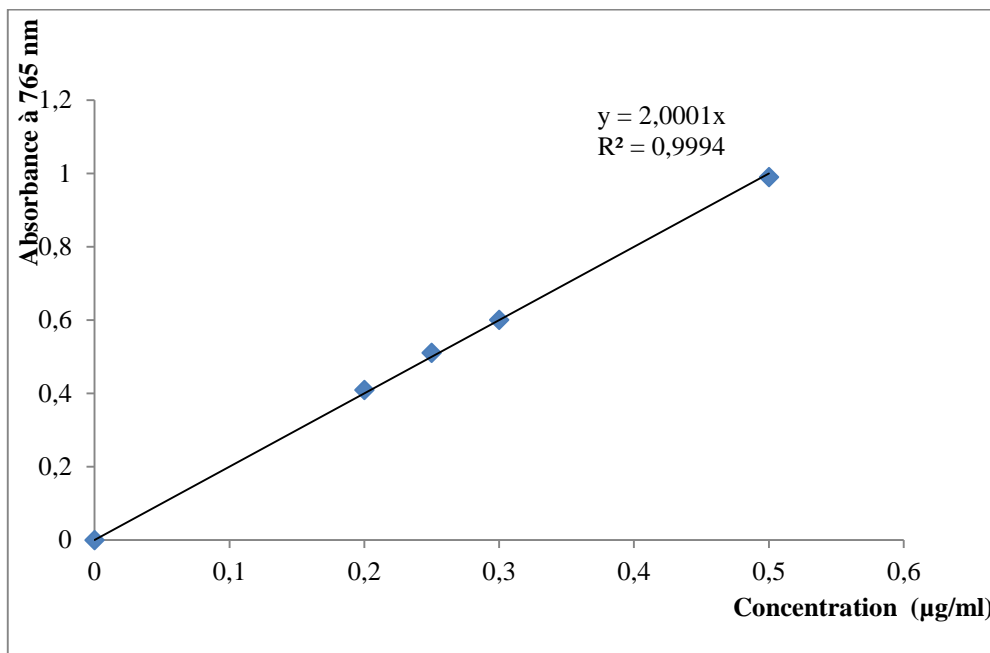


Figure 03 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Les résultats globaux sont résumés ci-après (tab. 02)

## RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 02 : Rendement (%) en EBA et teneur en PPT (mg EAG/ g MVS) des espèces étudiées

Plantes	<i>Asphodelus sp</i>	<i>Peganum sp</i>	<i>Pergularia sp</i>
Rendements %	14	11	5
PPT (mg EAG/ g MVS)	76 ± 1,35	62,5 ± 0,092	36 ± 1,12

A partir des résultats ci-dessus (tab. 02), il semble très clair que l'espèce *Asphodelus sp* est meilleure avec une teneur très grande en PPT dont la valeur enregistrée est de l'ordre de 76 ± 1,35 mg EAG/ g MVS et un rendement égal à 14% en extrait brut. L'espèce *Peganum sp* vient en deuxième position avec une teneur moindre et un rendement plus ou moins inférieur. Cependant, une teneur moyennement faible de l'ordre de 36 ± 1,12 est enregistrée avec un rendement plus bas en extrait brut pour l'espèce *Pergularia sp* qui semble être classée en dernière position par rapport aux espèces précédentes.

Cette différence majeure ou cette divergence dans les résultats de rendements et de la teneur en polyphénols totaux confirme d'une manière générale l'implication de plusieurs facteurs dans ces changements et cette variation dans les valeurs enregistrées. Ainsi, les niveaux élevés en polyphénols totaux dans les parties aériennes utilisées pourraient en quelque sorte justifier l'utilisation massive de ces espèces végétales par la population de la région de Ghardaïa au Sahara septentrional Algérien.

Pour ce qui est des pourcentages enregistrés et par comparaison avec des travaux antérieurs et en se référant aux résultats de Penchev *et al.* (2010) et ceux de Ghedadba *et al.* (2014) publiés dans ce même contexte, nous pouvons dire que les rendements en extraits bruts varient non seulement d'une espèce végétale à une autre de la même famille mais également en fonction de l'organe ou de la partie végétale utilisée, les conditions environnementales de la région, les conditions de stockage et de séchage, le lieu de récolte, le mode utilisé, la nature du solvant choisi pour l'extraction et sa polarité (Do *et al.*, 2014). Ils peuvent aussi varier en fonction des paramètres de l'extraction solide-liquide des polyphénols, la taille des particules et le coefficient de diffusion de solvant ou mélange de solvants d'extraction (Bekro *et al.*, 2007 ; Mohammedi et Atik, 2011).

Concernant les teneurs en polyphénols totaux et par comparaison avec des résultats précédemment publiés, notamment avec ceux de Djefal et Smaili (2017), nos résultats s'avèrent meilleurs avec des valeurs supérieures à celles enregistrées dans les extraits de la partie aérienne de l'espèce *Asphodelus sp* de la région de Bouira (62,22 mg EAG/ g MVS).

D'autre part, et pour ce qui est de la relation proportionnelle remarquée dans notre cas entre les valeurs des rendements en extraits bruts aqueux et celles des teneurs en PPT, il est possible de conclure, d'après Ghedadba *et al.* (2014), qu'une forte concentration en polyphénols totaux est certainement associée à une grande solubilité des composés phénoliques dans les solvants polaires.

### **3.3. Pouvoir antioxydant**

Comme s'est montré précédemment, l'évaluation du pouvoir antioxydant des extraits bruts aqueux de la partie aérienne des espèces végétales étudiées, est faite en calculant les valeurs moyennes des IC50 face au radical libre DPPH et aux radicaux ABTS. Les valeurs de la concentration inhibitrice (IC50) correspondent à la concentration en mg ou en µg/ mL de l'extrait végétal nécessaire pour piéger 50% de la concentration initiale des radicaux libres DPPH ou ABTS existants dans le milieu réactionnel. Ces valeurs sont inversement liées au pouvoir antioxydant (taux d'inhibition I%) de la solution de l'extrait végétal.

Les valeurs d'IC50 des antioxydants de synthèse utilisés dans ce travail de mémoire (trolox et acide ascorbique) sont également évaluées. En général, plus la valeur d'IC50 est faible, plus l'activité antioxydante est forte.

#### **3.3.1. Test de DPPH :**

De l'ensemble des résultats obtenus et à partir des figures ci-après (fig. 05 et 06) de la courbe d'étalonnage du trolox et de l'acide ascorbique et des courbes des extraits bruts aqueux des plantes étudiées (fig. 07) et à partir des équations de régression linéaire, nous avons calculé les différentes valeurs d'IC50 du pouvoir inhibiteur du radical libre DPPH (tab. 03).

## RESULTATS ET DISCUSSION

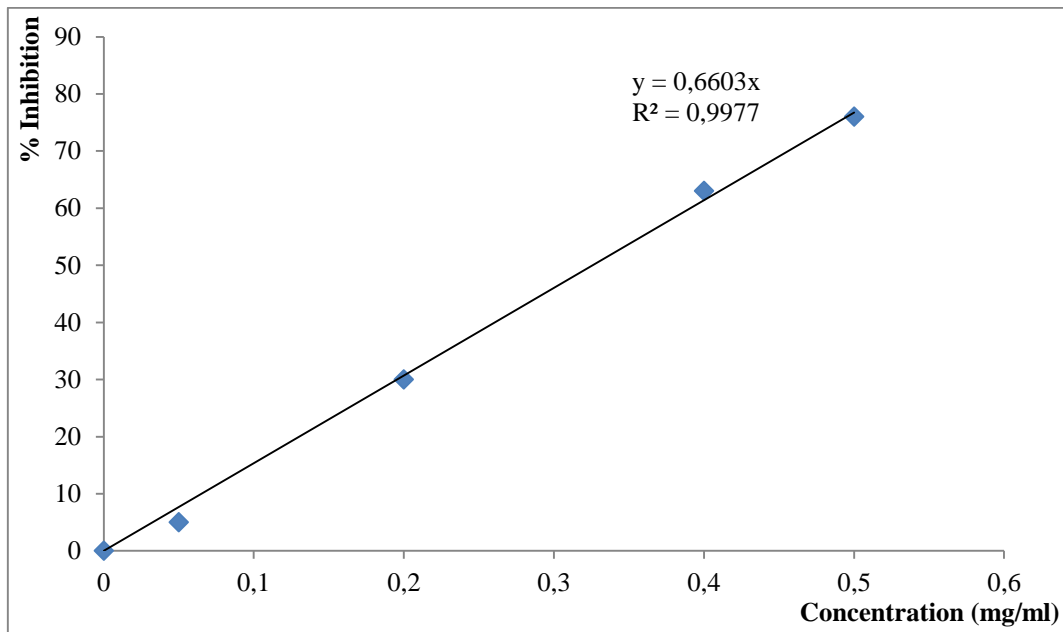


Figure 04 : Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse trolox (pour DPPH)

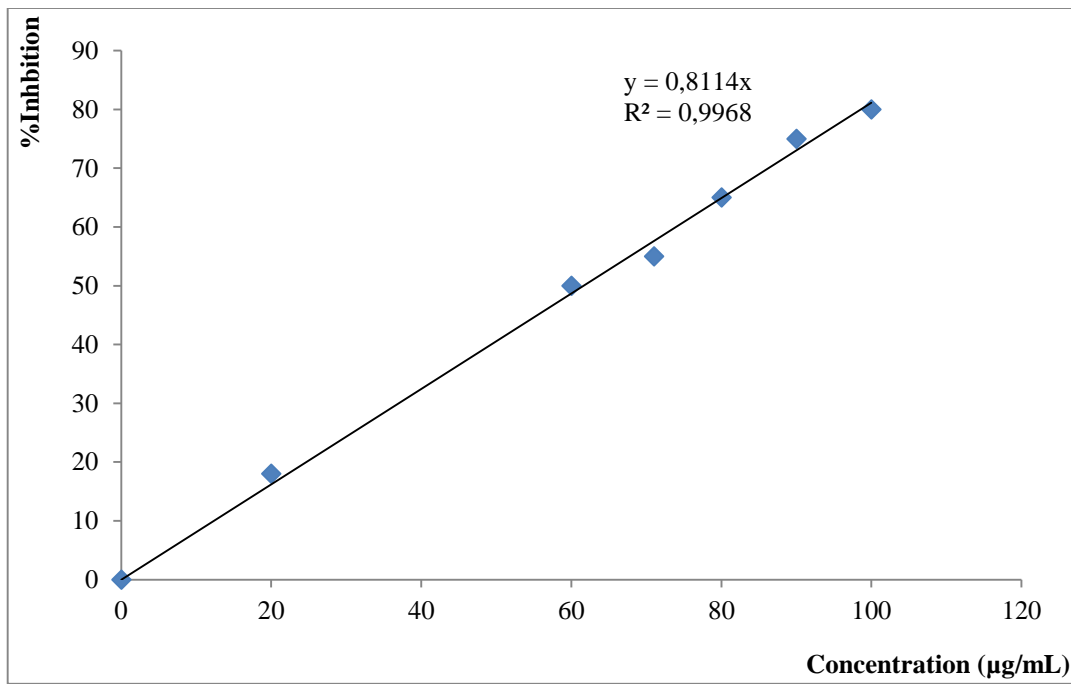


Figure 05 : Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse acide ascorbique (pour DPPH)



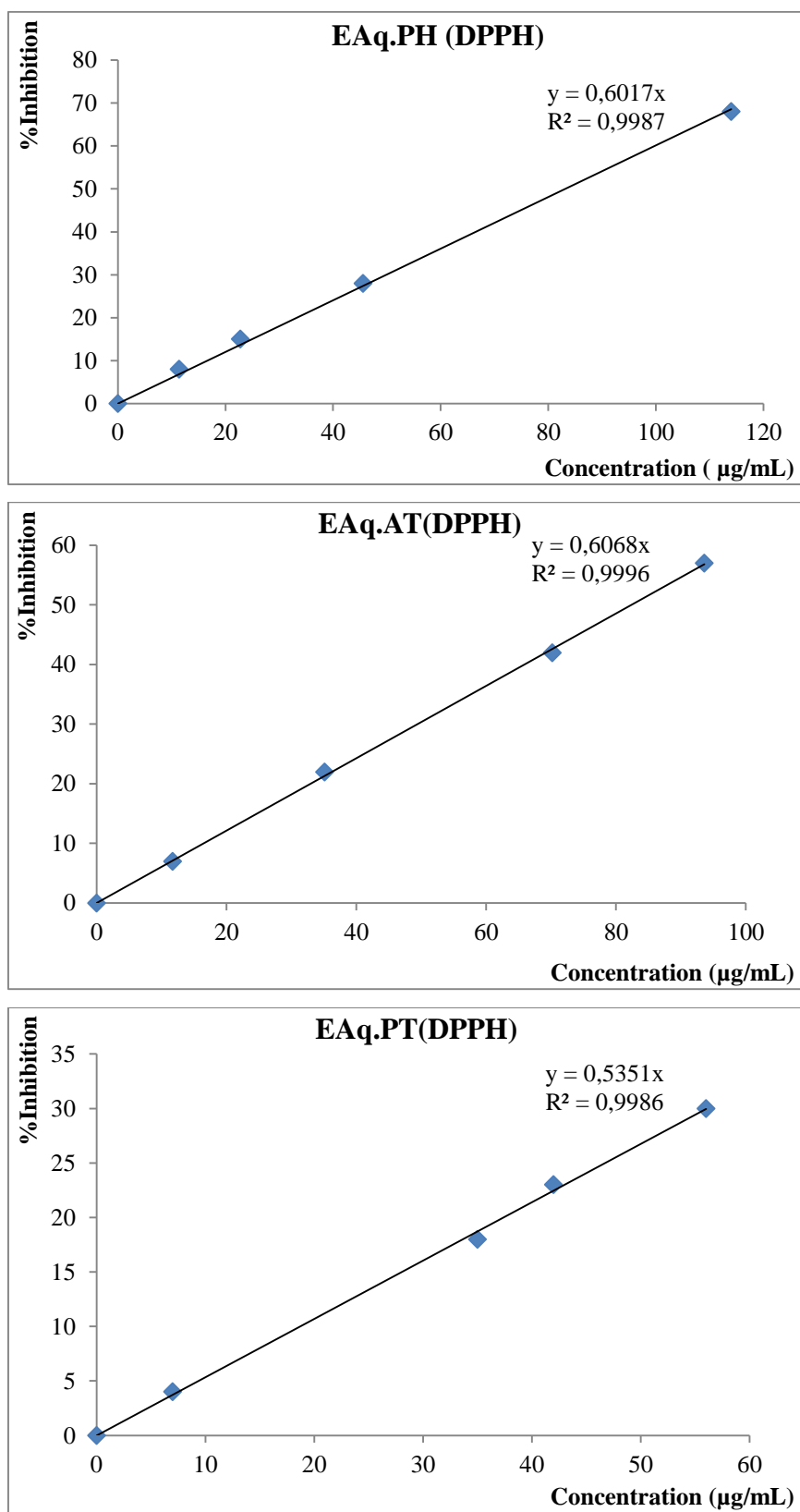


Figure 06 : Résultats du pouvoir antioxydant (test de DPPH) des extraits bruts aqueux des espèces xérophytes étudiées.

(EAq : extrait aqueux, PH: *Peganum harmala*, AT: *Asphodelus tenuifolius*, PT : *Pergularia tomentosa*)

## RESULTATS ET DISCUSSION

En général et à travers les résultats du tableau ci-dessous, les valeurs des IC50 des extraits bruts aqueux de la partie aérienne des espèces végétales étudiées s'avèrent plus ou moins meilleures que celles enregistrées en présence des antioxydants de référence trolox et acide ascorbique. Cela est plus particulièrement observé avec les extraits des espèces *Asphodelus sp* et *Peganum sp* où les valeurs moyennes sont plus ou moins faibles et sont de l'ordre de 65µg/ mL. Ce résultat signifie que ces espèces peuvent être considérées comme des inhibiteurs naturels meilleurs que ceux de synthèse.

Tableau 03 : Résultats globaux des IC50 (µg/ mL) du pouvoir antioxydant (test de DPPH) des extraits bruts des espèces étudiées

Plantes	<i>Asphodelus sp</i>	<i>Peganum sp</i>	<i>Pergularia sp</i>	<i>Trolox</i>	<i>acide ascorbique</i>
IC50	65,44 ± 0,113	67,28 ± 0,095	70,42 ± 0,025	75.324±0.077	71.562±0.091

### 3.3.2. Test de l'ABTS

A travers l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des produits de référence (trolox et acide ascorbique) (fig. 08 et 09) et à partir des équations des courbes des extraits bruts (fig. 10), nous avons calculé les valeurs d'IC50 de la capacité antioxydante des extraits de la partie aérienne des espèces xérophytes étudiées face aux radicaux ABTS. Les résultats globaux sont indiqués ci-dessous (tab. 04).

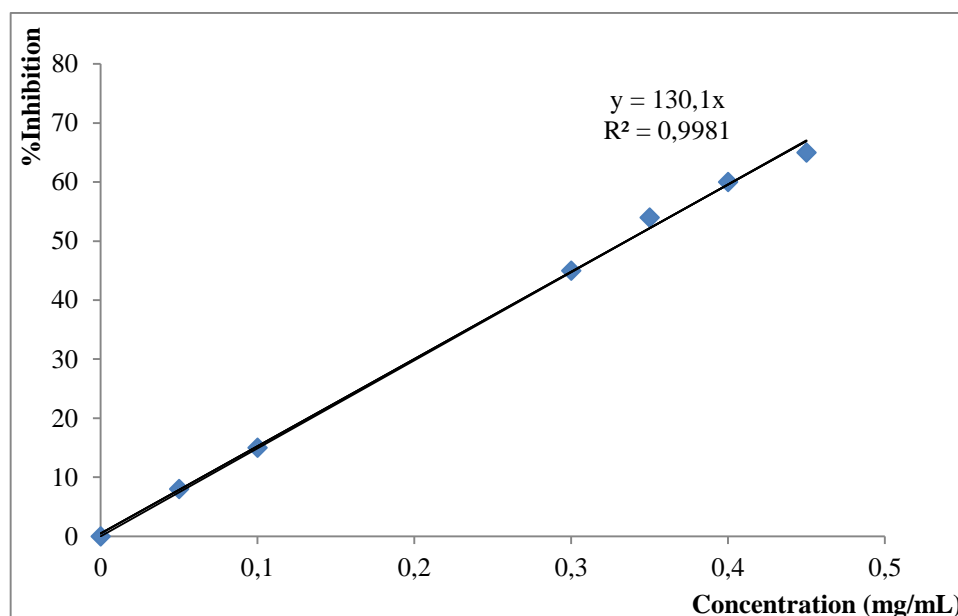


Figure 07 : Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse trolox (pour ABTS).

## RESULTATS ET DISCUSSION

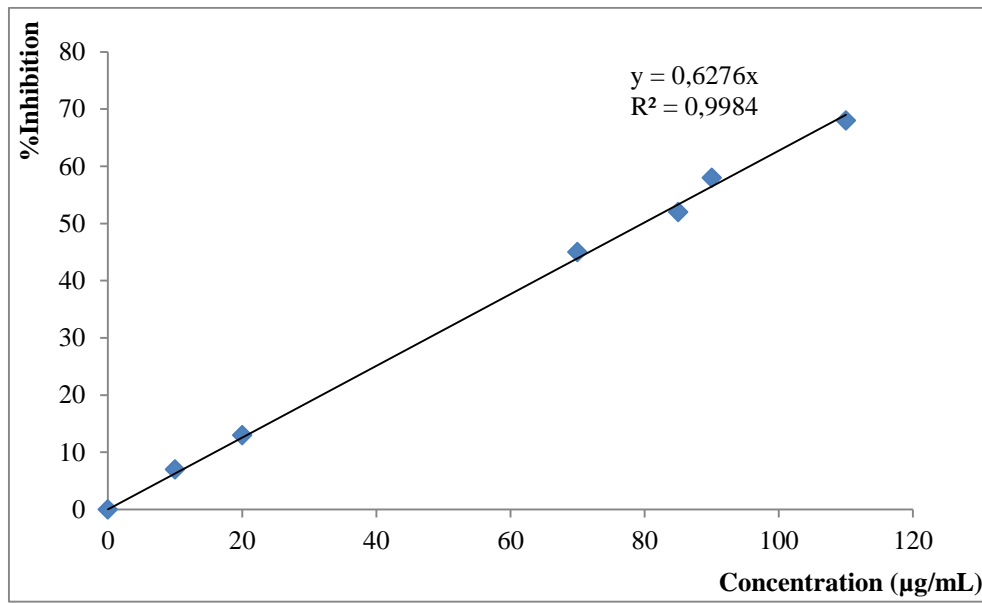


Figure 08 : Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse acide ascorbique (pour ABTS)

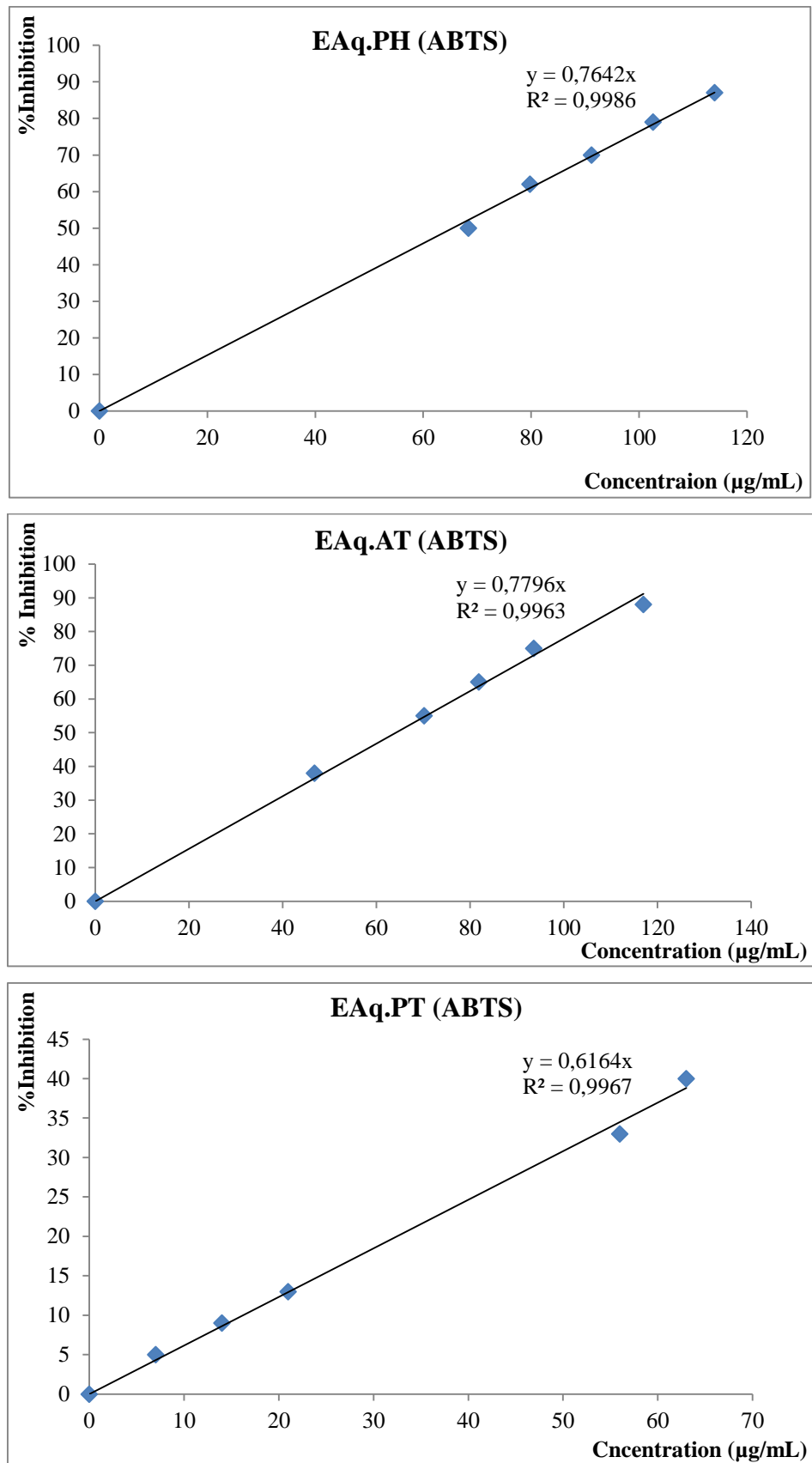


Figure 09 : Résultats du pouvoir antioxydant (test de l'ABTS) des extraits bruts aqueux des espèces xérophytes étudiées.

(EAq : extrait aqueux, PH: *Peganum harmala*, AT: *Asphodelus tenuifolius*, PT : *Pergularia tomentosa*)

## RESULTATS ET DISCUSSION

Pour ce qui est du pouvoir inhibiteur face au radical ABTS et d'une manière générale, les solutions des extraits végétaux de nos plantes ont réagi plus ou moins différemment mais avec une priorité majeure de l'extrait brut de l'espèce *Asphodelus sp* dont la valeur d'IC50 enregistrée est de plus d'environ 64 µg/ mL. L'espèce *Peganum sp* vient en deuxième position avec un pouvoir plus ou moins inférieur ( $67,42 \pm 0,023$  µg/ mL).

Par comparaison avec les antioxydants de synthèse, les résultats de nos extraits ce sont avérés meilleurs surtout par rapport au trolox qui s'est montré faible et moyennement efficace face au radical ABTS. Cependant, des résultats plus ou moins similaires ou proches sont enregistrés sous l'effet de l'acide ascorbique qui semble être plus ou moins fort dans l'inhibition des radicaux libres ABTS.

Tableau 04 : Résultats globaux des IC50 (µg/ mL) du pouvoir antioxydant (test de l'ABTS) des extraits bruts des espèces étudiées.

Plantes	<i>Asphodelus sp</i>	<i>Peganum sp</i>	<i>Pergularia sp</i>	<i>Trolox</i>	<i>acide ascorbique</i>
IC50	$64,13 \pm 0,013$	$67,42 \pm 0,023$	$81,11 \pm 0,056$	$256.36 \pm 0.087$	$74.473 \pm 0.064$

De la plupart des résultats obtenus et d'une manière générale, les extraits bruts aqueux de la partie aérienne des espèces végétales étudiées de la région de Ghardaïa ont présenté un fort pouvoir antioxydant envers du radical libre DPPH et dans la réduction des radicaux libres ABTS.

A partir des deux blocs de résultats obtenus à travers les deux tests DPPH et ABTS, les espèces *Asphodelus sp* et *Peganum sp* se sont montrées les meilleures. En se référant à des travaux précédemment publiés et selon Vermerris et Nocholson (2006), ce fort pouvoir est probablement lié à la complexité des extraits bruts aqueux, notamment ceux qui sont obtenus par macération à froid, en substances polyphénoliques y compris les tanins, flavonoïdes et les anthocyanes et même la synergie entre eux pour une meilleure activité antioxydante.

Pour ce qui est du test DPPH, les valeurs d'IC50 enregistrées révèlent que les extraits bruts de la partie aérienne des trois plantes utilisées sont très actifs et présentent des activités antioxydantes élevées. Ce résultat est également signalé par plusieurs auteurs comme dans les travaux de Bettaieb *et al.* (2017) qui ont montré que les activités antiradicalaires ont des variations significatives en fonction de la partie végétale utilisée. Par comparaison avec d'autres travaux, nos résultats sont plus bons et meilleurs que ceux obtenus par Bouhamdi (2012) à

## RESULTATS ET DISCUSSION

propos des extraits bruts de la partie aérienne de l'espèce *Pergularia tomentosa*, dont la valeur d'IC50 est de 1.782 mg/ mL.

D'autre part et quant à la capacité antioxydante face aux radicaux libres ABTS, plusieurs études ont démontré expérimentalement les capacités des extraits de plantes à piéger les radicaux libres. Cette activité dépend d'un certain nombre de paramètres : la dose, la structure, les substituants et le degré de polymérisation de la molécule. La différence enregistrée dans nos résultats peut être expliquée par la différence du potentiel ou pouvoir antioxydant des extraits qui dépend non seulement de la concentration des composés polyphénoliques mais aussi de leurs structures ; c'est le concept de la « relation structure-activité » et de la qualité de ces composés polyphénoliques (Rached, 2009). En plus, des études précédentes réalisées sur *Pergularia tomentosa* récoltée de différentes régions de la partie Nord du Sahara septentrional Algérien, ont révélé des meilleurs pouvoirs inhibiteurs du radical libre DPPH et même réducteurs des radicaux ABTS avec des degrés différents. De ce fait et de l'ensemble de ces résultats et aussi selon Tlili (2015) et même Azouaou *et al.* (2020), nous pouvons juger que l'activité antioxydante dépend fortement de la région où se trouve l'espèce végétale. Par ailleurs, les extraits bruts aqueux des deux autres plantes étudiées notamment celui de *Asphodelus sp.*, a présenté le plus fort pouvoir antioxydant pour les deux tests DPPH et ABTS. Cela s'explique probablement par la richesse de l'extrait brut aqueux en composés, ayant une forte activité d'élimination des radicaux libres, qui sont plus solubles et plus extractibles avec de l'eau que dans d'autres solvants qui sont certainement moins polaires.

La solubilité des composés phénoliques dépend de leur nature chimique dans la plante, qui varie de composés simples à fortement polymérisés. Cette diversité structurale est responsable de la grande variabilité des propriétés physicochimiques influençant l'extraction des polyphénols (Koffi *et al.*, 2010 ; Mahmoudi *et al.*, 2013). Entre autre, la solubilité des composés phénoliques est affectée par la polarité du solvant utilisé (Garcia-Salas *et al.*, 2010 ; Jokic *et al.*, 2010).

Ces pouvoirs antioxydants pourraient devenir potentiellement intéressants après optimisation des conditions d'extraction, séparation et d'augmentation de la concentration. En effet, les composés phénoliques et plus particulièrement les flavonoïdes sont reconnus comme des substances potentiellement antioxydantes ayant la capacité de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène (Javanovic *et al.*, 1994). Cette différence dans les résultats obtenus s'explique probablement par l'influence de plusieurs facteurs sur la qualité et la quantité des composés du métabolisme secondaire de la plante et par conséquent leur potentiel

## ***RESULTATS ET DISCUSSION***

antioxydant. Ces facteurs sont en principe climatiques et environnementaux : sécheresse, sol, microclimat, la zone géographique et aussi l'étage bioclimatique, etc. (Atmani *et al.*, 2009), et même le patrimoine génétique (El-Waziry), période et moment de la récolte et le stade de développement de la plante (Miliauskas *et al.*, 2004) et même aux conditions expérimentales (solvant d'extraction polaire ou apolaire, quantité de matière végétale, sèche ou fraîche, température et temps d'extraction, et même aux techniques d'extraction) (Lee *et al.*, 2003).



## **Conclusion et perspectives**

## ***CONCLUSION ET PERSPECTIVES***

En guise de conclusion, il est important de citer les principaux résultats que nous avons obtenus.

Tous d'abord, les tests préliminaires de criblage biochimique ont mis en évidence la présence des flavonoïdes, saponosides, anthocyanes et terpènes chez les trois espèces végétales. Les extractions faites par macération à froid des broyats séchés de la partie aérienne des espèces végétales étudiées nous ont permis d'avoir des rendements meilleurs en extraits bruts aqueux avec un maximum de 14 % pour l'espèce *Asphodelus tenuifolius*. Cette même espèce végétale, et à travers les tests du dosage, est avérée la meilleure est le plus riche en composés polyphénoliques avec une teneur égale à  $76 \pm 1.35$  mg EAG/g MVS.

En général et à partir des résultats obtenus par les tests in vitro du pouvoir antioxydant, l'extrait brut aqueux de l'espèce *Asphodelus tenuifolius* est avérée toujours la meilleure et a pu présenter le plus fort pouvoir de piégeage du radical libre DPPH et dans la réduction des radicaux libres ABTS avec des valeurs faibles d'IC50 de l'ordre de  $65,44 \pm 0,113$  et  $64,13 \pm 0,013$  µg/ mL respectivement et sont aussi meilleures par rapport aux trolox et acide ascorbique. Cela explique probablement l'utilisation massive de cette espèce végétale par la population de la région de Ghardaïa au sud Algérien.

Pour ce qui est des autres espèces végétales *Peganum harmala* et *Pergularia tomentosa*, les résultats obtenus confirment que les extraits présentent des propriétés antioxydantes assez prometteuses et sont parfois meilleurs que ceux des produits de synthèse. Des utilisations in situ dans le traitement des maladies dues à certains radicaux libres peuvent être envisagées.

Nos perspectives pour l'avenir sont en ce qui suit :

Approfondir les études expérimentales en basant sur la séparation, la purification, l'identification et la caractérisation des principes actifs, tant sur le plan qualitatif que quantitatif.

Définir ainsi les Chémotypes exactes et exhaustifs à l'aide de HPLC/MS-MS et de RMN. Evaluer d'autres activités biologiques in vitro et même in vivo des extraits de la partie aérienne et souterraine.

Faire des expérimentations in situ en testant ces extraits sur des cas pathologiques.

# **Références bibliographiques**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Abe E., Delye, S.G. et Alvarez, J.C. (2010).** Extraction liquide-liquide : théorie, **Adouane M., Haddadi M., Benamrane N., Touafek K, Khelifa A., Tabet I. (2014).** Evaluation de l'influence de l'inclinaison des modules photovoltaïques sur la production d'énergie d'un système hybride. Revue des Energies Renouvelables SIENR Ghardaia.14: 87-92.

**Agedilova M., Turmukhambetov A., Schultz E., Shakirov., Adekenov S. (2006).** Components of the aerial part of *Peganum harmala*. Chemistry of Natural Compounds ,42: 226-227.

**ANDI A. 2013.** Agence Nationale de Développement de l'investissement. Wilaya de Ghardaia.

**ANIRF, 2011.** Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière. Rubrique Monographie Wilaya (Wilaya Ghardaia).

**ANIRF, 2011.** Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière. Rubrique Monographie Wilaya (Wilaya Ghardaia).

**Annales de Toxicologie Analytique, 22(2), 51- 59.** EDP Science.

**Anton A. A., Ross K. A., Lukow O. M., Fulcher R. G., Arntfield S. D. (2008).** Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris L.*) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas. Food Chemistry. 109: 33-41.

**Asilbekova D. (2006).** Lipids from the aerial part of *Peganum harmala*. Chemistry of Natural Compound,42: 223-225.

**Azouaou K., Touazi, K., Ayadi, B., Seddaoui, a. (2020).** CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA PHYTOTHERAPIE TRADITIONNELLE DANS LA REGION DE TIZI-OUZOUET A L'ETUDE D'*Asphodelus tenuifolius* Cav.

**Babaamer Zohra Y. et al., 2012 :** Two new taraxasterol-type triterpenes from *Pergularia tomentosa* growing wild in Algeria. Journal of Asian Natural Products Research, 14(12), 1137-1143

**Barmo S. et Amani A. 2010.** Contribution à l'état des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger. République Du Niger, Cabinet Du Premier Ministre.

**Beddou F.2015.** Etude phytochimique et activités biologiques de plantes médicinales Sahariennes *Anvillea radiata, Rumex vesicarius, Pituranthos scoparius & Duri*. Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. 2p.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**Bensaha H. et Arbouch R. (2016).** Impact de la dynamique de l'agriculture et ses conséquences sur la durabilité de l'écosystème saharien : cas de la vallée de M'zab (Sahara septentrional). Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires. 4: 31-36.

**Boizot N. et Charpentier J. P.(2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques. Cahier des Techniques de l'INRA. Institut national de la recherche agronomique Science et Impact.79-82.

**Bouquet A. (1972).** Plantes médicinales du Congo-Brazzaville. Edition de l'office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer, paris.110 p.

**Braz I. et Mohamed Hanchour F. (2018).** Etude phytochimique et activité antibactérienne de quatre plantes sahariennes (*Artemisa herba helba*, *Haloxylon scoparium*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album*). Mémoire de master. Université Abdelhamid Ibn Badis , Mostaganem. 31p.

**Braz I. et Mohamed Hanchour F. 2018.** Etude phytochimique et activité antibactérienne de quatre plantes sahariennes (*Artemisa herba helba*, *Haloxylon scoparium*, *Peganum harmala* et *Zygophyllum album*). Mémoire de master. Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem. 31p.

**Chehma A. 2006.** Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional Algérien, cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse Doctorat d'état, Université de Annaba, 178 p.

**Chenini N. et Chabou S. (2012).** Evaluation du potentiel géothermique dans la région de Ghardaia. Revue des Energies Renouvelables SIENR. 12 : 307-312.

**Dahou F. (2013).** Etude des sols Alluvionnaires de Oued Metlili. Thèse de Magister. Université De Kasdi Merbah, Ouargla. P9-10.

**Djefal A et Smaili N. (2017).** Etude phytochimique et biologique de deux plantes de genre Asphodelus: *Asphodelus microcarpus* et *Asphodelus tenuifolius* ,75p.

**Dohou N., Yamni K., Tahrouch S., IdrissiHassani L. M., Bodoc A., Gmira N. (2003).** Screening phytochimique d'une endémique Ibero-marocain, *Thymelaealytroides*, Bull. Société de Pharmacie de Bordeaux. 142: 61- 78.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**El Ouali B., Hammouti B., Aouiniti A., Ramli Y., Azougagh M., Essasi E.M., Bouachrine M. J. (2010).** *Mater. Environ. Sci.* 1,1. haïtienne : résultats d'une enquête réalisée dans le quartier de Martissant à Port-au-Prince. Douleurs : Évaluation - Diagnostic - Traitement . 18(5) : 223-33.

**El-Waziry A.M. (2007).** Nutritive value assessment of ensiling or mixing .Acacia and Atriplex using in vitro gas production technique. *Research journal of agriculture and biological sciences*,3.6: 605-614.

**Harborne J. B. (1973).** *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis.* Chapman and Hall Ltd, London. 278p.

**Hatzidimitriou E., Nenadis N., Tsimidou M. Z. (2007).** Changes in the catechin and epicatechin content of grape seeds on storage under different water activity (aw) conditions. *Food Chemistry*.105: 1504-1511.

**Iserin G. (2001).** *Encyclopedia of Médicinal Plants.* Edition de La Rousse. 9-19-244-245p.

**Iserin G. (2001).** *Encyclopedia of Médicinal Plants.* Edition de La Rousse. 9-19-244-245p.

**Kartal M. U. R. A. T., Altun M. L., & Kurucu S. (2003).** HPLC method for the analysis of harmol, harmalol, harmine and harmaline in the seeds of *Peganum harmala* L. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 31(2), 263-269.

**Kemassi A., Darem S., Cherif R., Boual Z., Sadine S., Aggoune M. S., Ould el hadj-khelil A., Ouldelhadj M. (2014).** Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien). *Journal of Advanced Research in Science and Technology*. 1: 1-5.

**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: 7292-7295.

**Li Y., Lopez P., Durand P., Ouazzani J., Badet B., Badet-Denisot M. A. (2007).** An enzyme-coupled assay for amidotransferase activity of glucosamine-6-phosphate synthase. *Analytical Biochemistry*. 370.2: 142-146.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**Majhenic L., Skerget M., Knez Z.(2007).** Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*. 104: 1258-1268.

**Miliauskas G., Venskutonis P. R., Van Beek T. A. (2004).** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extract. *Food Chemistry* ,85: 231-237.

**Narayana K. R., Reddy M. S., Chaluvadi M. R., Krishna D. R. (2001).** Bioflavonoids Classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal pharmacology*. 33 : 2-16.

**Narayana K. R., Reddy M. S., Chaluvadi M. R., Krishna D. R. (2001).** Bioflavonoids Classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal pharmacology*. 33 : 2-16.

**Ouedraogo Y., Nacoulma O., Guissou I. P., & Guede Guina, F. (2001).** Evaluation in vivo et in vitro de la toxicité des extraits aqueux d'écorces de tige et de racines de *Mitragyna inermis* (Willd). *O. Ktz (Rubiaceae). Pharm. Méd. Trad. Afr*, 11, 13-29.

**Ozenda P. (1977).** Flore du Sahara. Edition du centre national de la recherche scientifique 15, quai Anatole, Paris. 598 p.

**Ozenda P. (1991).** Flore et végétation du Sahara .Edition CNRS, Paris. 662 p.

**Ozenda P.(1977).** Flore du Sahara. Edition du centre national de la recherche scientifique 15, quai Anatole, Paris. 598 p.

**Parejo I., Viladomat F., Bastida J., Rosas-Romero A., Saavedra G., Murcia G. S., Jiménez A. M., Codina C. (2003).** Investigation of Bolivian plant extracts for their radical scavenging activity and antioxidant activity. *Life Sciences*.73 : 1667-1681.

**Penchev P., Angelov G., & Condoret J. S. (2010).** Extraction des agents antioxydants (acide rosmarinique) à partir de la mélisse (*Melissa officinalis* L.). *Revue de génie industriel*5, 115-123.

**Prior R. L., Wu X., Schaich K. (2015).** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Agricultural and foodchemistry*. 53: 4290-4302.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Quézel P et Santa S. (1962).** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.* quai Anatole-France, Paris: Editions du Centre National de la recherche scientifique.

**Quézel P. et Santa S. (1962).** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.* quai Anatole-France, Paris: Editions du Centre National de la recherche scientifique.

**Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. (1999).** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolourization assay. *Free Radical Biology and Medicine.* 1999; 26: 1231-1237.

**Rimjhim S., Kumari N., Jainendra K. (2014).** Preliminary phytochemical screening of methanolic extract of *Clerodendron infortunatum*. *International organization of scientific research.* 7: 10-13.

**Salah N., Miller N. J., Paganga G., Tijburg L., Bolwell G. P., Rice-Evans C. (1995).** Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. *Archives of biochemistry and biophysics.* 322: 339-460.

**Salla B. (2017).** Prise en charge des symptômes douloureux par la médecine traditionnelle.

**Sanchez-Moreno C., Larrauri J. A., Saura-Calixto F. A. (1998).** Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the science of food and agriculture.* 1998; 76: 270-276.

**Schlesier K., Harwat M., Böhm V., Bitsch R. (2002).** Assessment of antioxidant activity by using different *in Vitro* methods. *Free radical research.* 36: 177-187.

**Solfo R. (1973).** Etude d'une plante médicinale malgache *Buxus Madagascarica* Baill. Edition de l'office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer, Paris. 90 p.

**Tahrouch S., Rapier S., Belahsen Y., Bessiere JM., Andary C. (1998).** Volatile constituents of *Peganum harmala* L. (*Zygophyllaceae*). *Acta Botanica Gallica.* 145 (2): 121-124.

**Taviano MF., Marino A., Trovato A., Bellinghieri V., Melchini A., Dugo P., Cacciola F., Donato P., Mondello L., Guvenc A., De-Pasquale R., Miceli N. (2013).** *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* and *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball.



## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

“berries” from Turkey: Comparative evaluation of phenolic profile, antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activities. *Food and Chemical Toxicology*. 58: 22-29.

**TLILI M. L., HAMMOUDI R., DEHAK K., & Mahfoud H. M. (2020).** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de feuilles DE *Pergularia tomentosa* issue d'el oued (Algérie). *Revue des bio ressources*, 10 (2), 11-11.

**Yi-Zhong C., Mei S., Jie X., Qiong L., Harold C. (2006).** Structure–radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Sciences*. 78: 2872- 2888.

**Zbadi R, Mohti H, Moussaoui F. (2018).** Stress oxydatif : évaluation du pouvoir antioxydant de quelques plantes médicinales. *Médecine translationnelle*. 24(2): 134-41.

### **Sites internet :**

<https://www.gerard-weiner.fr/asphodelus-acaulis/> (consulté le 20 mai 2022).

## Résumé

Ce travail a pour objectif la valorisation de trois espèces végétales *Asphodelus tenuifolius* (Tazia), *Peganum harmala* (Harmel) et *Pergularia tomentosa* (Kalga) qui poussent spontanément dans la région de Ghardaïa au nord du Sahara septentrional Algérien et ce, à travers une contribution à l'étude phytochimique et à l'évaluation du pouvoir antioxydant des extraits bruts aqueux de leurs parties aériennes. Ces espèces végétales, qui sont largement utilisées pour ses innombrables vertus thérapeutiques traditionnelles chez la population de la région de Ghardaïa, appartiennent à trois familles différentes *Asphodelaceae*, *Zygophyllaceae* et *Asclepiadaceae* respectivement et sont tous des espèces xérophytes. Pour ce faire, des tests de screening phytochimique sont effectués pour mettre en évidence la présence ou l'absence des principaux métabolites secondaires de ces plantes. Des extractions par macération aqueuse sont réalisées. Les teneurs en polyphénols totaux dans les extraits bruts obtenus sont ensuite déterminées. Le pouvoir antioxydant des extraits obtenus face au radical libre DPPH et aux radicaux ABTS est par la suite évalué.

De l'ensemble des résultats obtenus, les tests de criblage phytochimique nous ont révélé la présence de quelques composés majeurs du métabolisme secondaire dans les trois espèces plus particulièrement les composés phénoliques et l'absence de certains d'autres qui sont également importants. L'espèce *Asphodelus tenuifolius* s'est montrée la meilleure avec une teneur maximale de l'ordre de  $76 \pm 1,35$  mg EAG/g MVS en polyphénols totaux et un rendement égal à 14% en extrait brut aqueux. Les tests du pouvoir antioxydant ont permis d'évaluer la puissance des extraits bruts aqueux dans la réduction et le piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS. Les résultats obtenus du pouvoir inhibiteur du DPPH révèlent que les extraits isolés sont très actifs et présentent des forts pouvoirs antioxydants avec une priorité pour l'extrait de l'espèce *Asphodelus tenuifolius* ( $IC_{50} = 65,44 \pm 0,113$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). Quant aux radicaux libres ABTS, les extraits bruts aqueux de la même espèce ont présenté le meilleur pouvoir antioxydant ( $IC_{50} = 64,13 \pm 0,013$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). Par comparaison aux antioxydants de synthèse trolox et acide ascorbique, les extraits bruts aqueux de l'ensemble des espèces végétales étudiées s'avèrent meilleurs avec des valeurs d' $IC_{50}$  plus ou moins faibles. En revanche, les propriétés inhibitrices de l'extrait brut isolé de l'espèce *Pergularia tomentosa* sont tout de même moins efficaces que celles de l'acide ascorbique, qui s'est révélé efficace dans le piégeage et la réduction des radicaux ABTS. Enfin, l'espèce *Asphodelus tenuifolius* se démarque des autres espèces en termes de biochimie et d'activité antioxydante.

**Mots clés :** Phytochimie, Pouvoir antioxydant, Extrait brut, Espèce xérophyte, Ghardaïa

## Abstract

This work aims to promote three plant species *Asphodelus tenuifolius* (Tazia), *Peganum harmala* (Harmel) and *Pergularia tomentosa* (Kalga) which grow spontaneously in the Ghardaïa region in the north of the Algerian northern Sahara, through a contribution to the phytochemical study and evaluation of the antioxidant power of crude aqueous extracts of their aerial parts. These plant species, which are widely used for their countless traditional therapeutic virtues among the population of the Ghardaïa region, belong to three different families *Asphodelaceae*, *Zygophyllaceae* and *Asclepiadaceae* respectively and are all xerophytic species. To do this, phytochemical screening tests are carried out to highlight the presence or absence of the main secondary metabolites of these plants. Extractions by aqueous maceration are carried out. The contents of total polyphenols in the crude extracts obtained are then determined. The antioxidant power of the extracts obtained against the free radical DPPH and ABTS radicals is evaluated subsequently.

From all the results obtained, the phytochemical screening tests revealed the presence of some major compounds of secondary metabolism in the three species, more particularly the phenolic compounds, and the absence of certain others which are also important. The *Asphodelus tenuifolius* species showed itself to be the best with a maximum content of around  $76 \pm 1.35$  mg EAG/g MVS in total polyphenols and a yield equal to 14% in aqueous crude extract. The antioxidant power tests made it possible to evaluate the power of the aqueous crude extracts in the reduction and trapping of DPPH and ABTS free radicals. The results obtained on the inhibitory power of DPPH reveal that the isolated extracts are very active and have strong antioxidant powers with priority for the extract of the species *Asphodelus tenuifolius* ( $IC_{50} = 65.44 \pm 0.113$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). As for ABTS free radicals, the crude aqueous extracts of the same species presented the best antioxidant power ( $IC_{50} = 64.13 \pm 0.013$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ ). Compared to the synthetic antioxidants trolox and ascorbic acid, the crude aqueous extracts of all the plant species studied turned out to be better with more or less low  $IC_{50}$  values. On the other hand, the inhibitory properties of the crude extract isolated from the species *Pergularia tomentosa* are still less effective than those of ascorbic acid, which has been shown to be effective in trapping and reducing ABTS radicals. Finally, the species *Asphodelus tenuifolius* stands out from other species in terms of biochemistry and antioxidant activity.

**Keywords:** Phytochemistry, Antioxidant power, Crude extract, Xerophytic species, Ghardaïa

## ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة وتقييم ثلاثة أنواع نباتية (*Asphodelus Tenuifolius* (Tazi)، و (*Peganum Harmala*) (Harmel)، و (*Kalga*) *Pergularia tomentosa*) التي تنمو تلقائياً في منطقة غرداية شمال الصحراء الشمالية الجزائرية، من خلال المساهمة في الدراسة والتقييم الكيميائي النباتي. من القوة المضادة للأكسدة للمستخلصات المائية الخام لأجزائها الهوائية. تنتمي هذه الأنواع النباتية، التي تستخدم على نطاق واسع لفوائدها العلاجية التقليدية التي لا تعد ولا تحصى بين سكان منطقة غرداية، إلى ثلاث عائلات مختلفة *Asphodelaceae* و *Zygophyllaceae* و *Asclepiadaceae* على التوالي وجميعها أنواع نباتية جفافية. وللقيام بذلك، يتم إجراء اختبارات الفحص الكيميائي النباتي لتسليط الضوء على وجود أو عدم وجود المستقلبات الثانوية الرئيسية لهذه النباتات. يتم إجراء عمليات الاستخراج عن طريق النقع المائي. يتم بعد ذلك تحديد محتويات إجمالي البوليفينول في المستخلصات الخام التي تم الحصول عليها. تم الحصول على قوة مضادات الأكسدة للمستخلصات ضد الجذور الحرة DPPH ويتم تقييم جذور ABTS لاحقاً.

من جميع النتائج التي تم الحصول عليها، كشفت اختبارات الفحص الكيميائي النباتي عن وجود بعض المركبات الرئيسية للتمثيل الغذائي الثانوي في الأنواع الثلاثة، وبشكل خاص المركبات الفينولية، وغياب بعض المركبات الأخرى التي تعتبر مهمة أيضاً. أظهرت أنواع *Asphodelus Tenuifolius* أنها الأفضل بمحتوى أقصى يصل إلى حوالي  $76 \pm 1.35$  ملجم EAG/g MVS في إجمالي البوليفينول وعائد يساوي 14% في المستخلص الخام المائي. أتاحت اختبارات قوة مضادات الأكسدة تقييم قوة المستخلصات الخام المائية في تقليل واحتجاز الجذور الحرة DPPH و ABTS. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها فيما يتعلق بالقدرة التثبيطية لـ DPPH أن المستخلصات المعزولة نشطة للغاية ولها قدرات قوية مضادة للأكسدة مع إعطاء الأولوية لمستخلص النوع (*Asphodelus Tenuifolius* ( $IC_{50} = 65.44 \pm 0.113$  ميكروجرام/مل)). أما بالنسبة للجذور الحرة ABTS، فقد قدمت المستخلصات المائية الخام لنفس النوع أفضل قوة مضادة للأكسدة ( $IC_{50} = 64.13 \pm 0.013$  ميكروجرام / مل). بالمقارنة مع مضادات الأكسدة الاصطناعية مثل الترولوكس وحمض الأسكوربيك، تبين أن المستخلصات المائية الخام لجميع أنواع النباتات التي تمت دراستها كانت أفضل مع قيم  $IC_{50}$  منخفضة إلى حد ما. من ناحية أخرى، فإن الخصائص المثبطة للمستخلص الخام المعزول من الأنواع *Pergularia tomentosa* لا تزال أقل فعالية من تلك الخاصة بحمض الأسكوربيك، والذي ثبت أنه فعال في محاصرة وتقليل جذور ABTS. أخيراً، يتميز النوع *Asphodelus tenuifolius* عن الأنواع الأخرى من حيث الكيمياء الحيوية والنشاط المضاد للأكسدة.

**الكلمات الدالة:** الكيمياء النباتية، القوة المضادة للأكسدة، المستخلص الخام، الأنواع المقاومة للجافة، غرداية