

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Par : M^{lle} SENISNA Safa

M^{lle} SEDDIKI Radia

**Contribution à l'étude de l'impact des pesticides sur la qualité
biochimique et l'activité biologique antioxydante de trois plantes
de la région de Meniaa au Sud-Algérien**

Soutenu publiquement, le 13/06/2023, devant le jury composé de :

M. KHENE M A.	Maître de Conférences B	Univ. Ghardaïa	Président
M. BENKHERARA S.	Maître de Conférences A	Univ. Ghardaïa	Encadrant
M ^{lle} HEROUINI A.	Docteur	Univ. Ghardaïa	Co-Encadrante
M. BELGUIDOUM M.	Maître de Conférences B	Univ. Ghardaïa	Examineur

Année universitaire : 2022/ 2023

Remerciements

Tout d'abord, nous voudrions remercier le bon Dieu qui nous a donné la volonté, le courage et surtout la patience pour produire ce travail et qui nous a aidés à affronter toutes les difficultés que nous avons rencontrées.

Nos remerciements Mr KHENE Mohammed Amine Maître de Conférences à l'Université de Ghardaïa pour le plaisir qu'il nous fait d'avoir accepté de présider le jury.

Nous adressons nos sincères remerciements en premier lieu à notre superviseur M. BENKHRARA Salah., Maître de Conférences A à l'Université de Ghardaïa qui nous a donné beaucoup de son temps pour nous guider et nous accompagner tout au long de la période impartie pour y parvenir ; de ce mémoire. Nous lui exprimons la gratitude pour son pardon, sa patience, ses encouragements et ses précieux conseils.

Nos remerciements vont également à M. BELGUIDOUM Mahdi Maître de Conférences à l'Université de Ghardaïa pour l'intérêt qu'il a donné à notre travail et d'avoir accepté de l'examiner.

Nous adressons également nos remerciements à Mlle Herouini Amel, notre Co-Encadrante à L'Université de Ghardaïa, pour ses orientations assez précieuses.

Nous remercions chaleureusement les responsables du département de biologie pour leur accueil et leurs conseils en cas de besoin.

Un grand merci est adressé aux techniciens de laboratoire : M. BENSALAH Bachir, M. BEN HAMOUDA Hicham, M. MOULAY AMAR Ali, M^{lle} Wisem, M. Abd Al-Rahmane.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Ainsi nous remercions notre amies

« La promotion de master 2 biochimie appliquée 2023 »

Dédicace

*Avant tout je dédie ce mémoire à vous mes parents,
Mon père Dehbi et ma mère HADJ KOUIDRE Halima,
Merci de m'avoir soutenus stout le long de ce grand chemin ; ce dédicace
est un témoignage de reconnaissance pour tout ce que vous avez
sacrifiés pour moi, pour votre patience sans limite et pour l'éducation
que vous m'avez donné.*

*À mes belles sœurs : Nabila, Sana et mes chers frères : Mohamed Taha
et Mouad.*

Je vous remercie du soutien moral absolu que vous m'avez apporté.

*A mon cher oncle et tante Idriss et Keltoum, Ys. À tous les membres de
ma famille, petits et grands.*

*À la mémoire de mes chers grands parents de ma mère, et mes chers
grands parents de mon père*

*A ma chère collègue Seddikj Radia qui a partagé avec moi les moments
difficiles pour réaliser ce travail*

À tous mes amies.

M^{lle} SAFA SENISNA



Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux deux personnes que j'aime le Plus Dans la vie, ma raison de vivre qui méritent tout le respect du Monde qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond amour Et mon dévouement infini.

Ma mère Fatima et mon père Abd El Kader

A ma chère sœur Hadil

A mes très chers frères Mohammed Yacine, Mouad, Taha

Qui ont su me comprendre et

M'épauler dans les moments les plus difficiles.

A mes grands-pères, mes grands-mères

Mes chères tantes et oncles

À « Bahi » celui qui m'a aimé et supporté toujours

A Mon meilleur binôme et mon collègue de carrière universitaire

Safa Senisna

A tous les personnes que j'ai autant aimées.

M^{lle} Seddiki Radia



Résumé

Les plantes du Sahara ont des caractéristiques thérapeutiques qui en font l'alternative idéale aux médicaments industriels. *Rhanterium adpressum*, *Helianthemum lippii* et *Oudneya africana* sont parmi les plantes les plus importantes dans le Sahara Algérien. De nombreuses études ont montré qu'elles sont utilisées localement depuis l'antiquité pour traiter plusieurs maladies courantes.

Cette étude a pour objectif d'étudier l'impact des pesticides sur la qualité biochimique et l'activité biologique antioxydante de trois espèces à usage thérapeutique traditionnel dans la région de Meniaa au Sahara Septentrional algérien et cela dans deux sites différents ; un site agricole et l'autre non agricole plus ou moins loin du premier.

Pour ce faire, des tests de criblage 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 potentiel antioxydant des extraits obtenus face aux radicaux libres DPPH et ABTS est par la suite évalué.

De l'ensemble des résultats obtenus dans les tests de criblage phytochimique ont révélé la présence de plusieurs composés du métabolisme secondaire dans la partie aérienne des espèces des deux sites de prélèvement. Les parties aériennes de l'espèce végétale *Helianthemum lippii* semblent être les plus riches en polyphénols totaux avec une teneur maximale de l'ordre de 212.33 µg EAG/g MVS dans l'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. Les résultats obtenus du pouvoir inhibiteur du radical DPPH révèlent que les extraits isolés sont très actifs et présentent en général des activités antioxydantes supérieures avec une priorité pour l'extrait brut aqueux de l'espèce *Helianthemum lippii* (IC₅₀ = 51.63 µg/ mL). Quant aux radicaux libres ABTS, les extraits bruts aqueux de la même espèce ont présenté le meilleur pouvoir antioxydant (IC₅₀ = 42.22 µg / mL).

En bref, l'espèce *Helianthemum lippii* est presque la meilleure du point de vue richesse biochimique en composés polyphénoliques et activité antioxydante notamment dans le site où ne se trouve pas le pesticide.

Mots clés : *Rhanterium adpressum*, *Helianthemum lippii*, *Oudneya africana*, Pesticide, Meniaa, Phytochimie, Pouvoir antioxydant.

Abstract

Sahara plants have therapeutic characteristics that make them the ideal alternative to industrial medicines. *Rhanterium adpressum*, *Helianthemum lippii* and *Oudneya africana* are among the most important plants in the Algerian Sahara. Many studies have shown that they have been used locally since antiquity to treat several common diseases.

The objective of this study is to study the impact of pesticides on the biochemical quality and biological antioxidant activity of three species with traditional therapeutic use in the Meniaa region of Algerian Northern Sahara, in two different sites; one agricultural site and the other non-agricultural more or less far from the first.

To do this, phytochemical screening tests are carried out to show the presence or absence of the main secondary metabolites of these plants. Extractions are carried out by aqueous maceration. The total polyphenols contents in the obtained raw extracts are then determined. The antioxidant potential of extracts obtained against free radicals DPPH and ABTS is subsequently assessed.

Of all the results obtained, the phytochemical screening tests revealed the presence of several compounds of the secondary metabolism in the aerial part of the species from both sampling sites. The aerial parts of the plant species *Helianthemum lippii* appear to be the richest in total polyphenols with a maximum content of 212.33 µg EAG/g MVS in the aqueous crude extract.

Tests of the antioxidant power have made it possible to evaluate the potency of aqueous raw extracts in the reduction and trapping of free radicals. The results obtained from the authorities inhibitor of the radical DPPH reveal that the isolated extracts are very active and general superior antioxidant activities with priority for aqueous raw extract of the species *Helianthemum lippi* (IC₅₀ = 51.63 µg/mL). As for ABTS free radicals, the aqueous raw extracts of the same species showed the best antioxidant power (IC₅₀ = 42.22 µg/mL).

In short, the species *Helianthemum lippi* is almost the best in terms of richness biochemical polyphenolic compounds and antioxidant activity especially in the site where the pesticide is not found.

Keywords: Antioxidant, *Rhanterium adpressum*, *Helianthemum lippii*, *Oudneya africana*, pesticide.

الملخص

تتمتع النباتات الصحراوية بخصائص علاجية تجعلها البديل المثالي للأدوية الصناعية.

Rhanterium adpressum, Helianthemum lippii et Oudneya africana من أهم النباتات في الصحراء الجزائرية. أظهرت العديد من الدراسات أنها استخدمت محلياً منذ العصور القديمة لعلاج العديد من الأمراض الشائعة، وبما أن التلوث (وخاصة المبيدات الحشرية) هو الكأبة الأسطورية للنباتات في ذلك الوقت. استندت هذه الدراسة إلى مقارنة بين النشاط البيولوجي والكيميائي الحيوي للحالتين النباتيتين، أحدهما يتعرض للمبيد والآخر يتعرض لاختبارات النشاط المضاد للأوكسدة.

مرت دراستنا بمرحلتين من الاختبارات الكيميائية مثل الفلافونويد والسابونوسيدات.. إلخ المستخلصات عن طريق التسريب أو النقع أو الديكوت، وكذلك تحديد البوليفينول الكلي وتقييم إمكانات مضادات الأوكسدة التي يتم الحصول عليها ضد الجذور الحرة المستقرة DPPH و ABTS عن طريق نقع مستخلص النبات.

بناءً على النتائج التي نحصل عليها من الاختبارات الكيميائية، فإنه غير مسجل للتسبب في مبيدات الآفات، لذلك يتم تسجيل نفس النتائج لأي نبات في حالتين (مع أو بدون مبيد آفات). أما بالنسبة لنباتات ريندمينت، فإن هينيت إيبيل لديها محصول أعلى بنسبة 54٪ حتى من نفس النبات الذي تعرض لمبيد الآفات، وأنواع النباتات السليمة هيليانثيموم ليبي هي الأغنى في إجمالي البوليفينول البالغ 212.33 ملغ EAG/g MVS ؛ بالنسبة لاختبارات فعالية مضادات الأوكسدة، تقيم فعالية مستخلصات الخام المائي في تقليل الجذور الحرة. النتائج التي تم الحصول عليها من القوة المثبطة لجذور DPPH تكشف أن المستخلصات المعزولة نشطة للغاية وتظهر بشكل عام أنشطة مضادة للأوكسدة فائقة لمستخلص *Helianthemum lpi* (CI50 = 51.63 ~ g/mL) بالنسبة للجذور الحرة ABTS ، أظهرت المستخلصات من نفس النوع أفضل قوة مضادة للأوكسدة. (غ/مل 42.22)

الكلمات الدالة: مضاد الأوكسدة، *Rhanterium adpressum*، *Helianthemum lippii*، *Oudneya africana*، المبيدات

Liste des figures

Figure n°	Titre	Page
Figure 01	Représentation photographique de l'espèce <i>Rhanterium adpressum</i>	07
Figure 02	Représentation photographique de l'espèce <i>Helianthemum lippii</i> .	08
Figure 03	Représentation photographique <i>Oudneya africana</i> au stade végétation (Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara Algérien	08
Figure 04	Limites administratives de la région de Meniaa et de site de prélèvement	09
Figure 05	Vue générale des échantillons des espèces prélevées, <i>Oudneya africana</i> , <i>Helianthemum lippii</i> et <i>Rhantherium adpressum</i> de région de MENIA	11
Figure 06	Exemples de résultats de réactions de mise en évidence de quelques composés du métabolisme secondaire des espèces étudiées.	19
Figure 07	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	22
Figure 08	Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse trolox (pour DPPH).	24
Figure 09	Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse acide ascorbique (pour DPPH)	24
Figure 10	Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de DPPH) des extraits bruts des espèces (Sp1(PP) ; Sp1(SP) ; Sp2(PP)).	25
Figure 11	Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de DPPH) des extraits bruts des espèces (Sp2(SP) ; Sp3(PP) ; Sp3(SP)).	26
Figure 12	Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse trolox (pour ABTS).	28
Figure 13	Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse acide ascorbique (pour ABTS)	28
Figure 14	Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de l'ABTS) des extraits bruts des espèces (Sp1(PP) ; Sp1(SP) ; Sp2(PP)).	29
Figure 15	Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de l'ABTS) des extraits bruts des espèces (Sp2(SP) ; Sp3(PP) ; Sp3(SP)).	30

Liste des tableaux

Tableau n°	Titre	page
Tableau 01	Tableau récapitulatif des différents constituants chimiques de la partie aérienne des espèces végétales étudiées de la région de Meniaa.	18
Tableau 02	Rendements (%) en extraits de la partie aérienne des espèces étudiées.	20
Tableau 03	Teneur en polyphénols en extraits des espèces étudiées	22
Tableau 04	Résultats globaux des IC50 ($\mu\text{g}/\text{mL}$) du pouvoir antioxydante (test de DPPH) des extraits des espèces étudiées.	27
Tableau 05	Résultats globaux des IC50 ($\mu\text{g}/\text{mL}$) du pouvoir antioxydante (test de l'ABTS) des extraits des espèces étudiées.	31

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
%	Pourcentage.
µg	Microgramm
ABTS	2, 2'-Azino-Bis-3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid.
Do	Degré d'oxydation
DPPH	2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl.
EBA	Extrait brute aqueux
MVS	Matière végétale sèche.
EAG	équivalent acide gallique.
Ext	Extrait
FeCl ₃	Chlorure de fer(III.).
Ph	Potentiel hydrogène
G	Gramme.
Min	Minute.
H	Heure
HCL	Acide chlorhydrique.
IC50	Médiane inhibition concentration
µl	Microlitre
K ₂ S ₂ O ₈	Persulfate de potassium
R ²	Coefficient de corrélation.
PMV	Poids de matière végétale.
Mg	Milligramme.
ml	Millilitre.
Mm	Millimètre.
Km	Kilomètre.
Cm	Centimètre
NH ₄ OH	Ammoniaque.
V	Volume
R	Rendement
Sp1	Espèce de <i>Rhantherium adpressum</i> (Arfage)
Sp2	Espèce de <i>Helianthemum lippii</i> (Rguig),
Sp3	Espèce d' <i>Oudneya africana</i> (Henat L' Ibel).
(PP)	Echenillent par pesticide
(SP)	Echenillent sans pesticide

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

المخلص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....	1
1. Matériel et méthodes.....	7
1.1. Matière végétale.....	7
1.1.1. Site de prélèvement.....	8
1.1.1.1. Facteurs climatique et hydro-géographique.....	9
1.1.1.2. Cortège floristique.....	10
1.1.2. Echantillonnage.....	10
1.1.2.1. Séchage.....	11
1.2. Le pesticide utilisé.....	12
1.3. Méthode d'analyse.....	12
1.3.1. Testes biochimique préliminaires.....	12
1.3.1.1. Recherche des composés phénoliques.....	12
1.3.1.1.1. Recherche des tanins.....	12
1.3.1.1.2. Recherche des flavonoïdes.....	12
1.3.1.1.3. Recherche des anthocyanes.....	13
1.3.1.1.4. Recherche des leuco anthocyanes.....	13
1.3.1.2. Recherche des Hétérosides.....	13
1.3.1.2.1. Recherche des Saponosides.....	13
1.3.1.3. Recherche des composés azotés ou les alcaloïdes.....	14

1.3.1.3.1. Recherche des alcaloïdes.....	14
1.3.1.4. Recherche des Terpénoides.....	14
1.3.1.4.1.. Recherche des terpènes.....	14
1.3.1.4.2.. Recherche des stérols	14
1.4. Préparation des extraits bruts aqueux des espèces étudiées.....	14
1.5. Dosage des polyphénols totaux.....	15
1.6. Activité antioxydante	15
1.6.1. Test de DPPH : Piégeage du radical libre stable DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)	16
1.6.2. Test de l'ABTS : Capacité antioxydante en équivalent trolox ou activité antioxydante totale AAT	17
2. Résultats et discussion.	19
2.3. Tests biochimique préliminaires.	19
2.4. Rendements en extraits.....	20
2.5. Teneur en polyphénols totaux	21
2.6. Pouvoir antioxydant.	22
2.7. Test DPPH.....	23
2.8. Test ABTS.....	27
3. Conclusion.	
Références bibliographiques.	

Introduction

INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, à la recherche d'un soulagement de leur maladie, les gens cherchent des médicaments dans la nature. Les débuts des plantes médicinales étaient instinctifs, tout comme pour les animaux. (Stojanoski, 1999). Comme il n'y a pas suffisamment d'informations sur les causes des maladies ou sur la plante et comment elle peut être utilisée comme traitement, tout dépend de l'expérience. Au fil du temps, les raisons de l'utilisation de plantes médicinales spécifiques pour traiter certaines maladies ont été découvertes. Ainsi, l'utilisation des plantes médicinales a progressivement abandonné le cadre expérimental et est devenue basée sur des faits explicatifs. Jusqu'à l'avènement de la chimie thérapeutique au XVIIe siècle, les plantes étaient à l'origine du traitement et de la prévention. Cependant, la réduction de l'efficacité des drogues synthétiques et l'augmentation des contre-indications font de l'utilisation des drogues naturelles de nouveau topique (Kelly, 2009).

Les plantes médicinales sont une ressource précieuse pour la majorité des populations rurales en Afrique, avec plus de 80% de la population utilisant des plantes médicinales à des fins médicales. (WHO, 2002)

L'Algérie comme un pays africain est très riche en herbes naturelles diverses en raison de ses vastes zones et de ses nombreux climats: mer, continental, désert, chaleur et soleil, sol diversifié et fertilité pour la plupart du pays. Ces climats et sols ont un impact profond non seulement sur la sévérité de la diversité de la plante, mais aussi sur l'installation des plantes et leurs particularités. L'expérience a montré que les plantes à aire modérée sont plus efficaces et plus riches dans les plantes à aire froide utiles. De nombreuses études ont également montré que l'Algérie compte quelque 3500 types de plantes, y compris celles qui retournent aux climats chauds et celles qui retournent aux climats modérés. De ces 1900 espèces, on en trouve en Espagne, environ 1500 en Italie et seulement dans les pays sahariens et indigènes d'Afrique du Nord. Et il y a des formes végétales qui apparaissent seulement dans quelques endroits ou limités de l'Algérie, Bien que de nombreux livres sur les herbes algériennes aient été écrits, il y avait encore des espèces inculquées dans la nature qui n'avaient pas encore été découverts. De cette richesse végétale, au moins 500 herbes sont échangées parmi les gens en médecine et sont connus de la population. Environ 100 d'entre eux sont des herbes médicinales qui sont vendus par les herbes dans les marchés, En particulier dans les marchés ruraux ou dans les magasins de fines herbes urbains.

(Ait Sidhem *et al.*, 1997).

Compte tenu de leurs effets importants sur la santé, les antioxydants trouvés dans les plantes médicinales populaires ont joué un rôle important dans le fait que ces dernières ont attiré une attention considérable dans la science alimentaire et nutritionnelle et leur utilisation comme traitement potentiel pour prévenir les dommages causés par les radicaux libres dans le corps humain. Les radicaux libres sont bien connus pour causer diverses maladies dégénératives. Comme le cancer, les maladies cardiovasculaires, le facteur immunitaire, les troubles neurologiques, Le diabète, le vieillissement, etc. Les plantes médicinales sont considérées comme une source facile et efficace d'antioxydants parce qu'elles contiennent une combinaison de différents composés chimiques qui peuvent agir individuellement ou en combinaison pour traiter la maladie et améliorer la santé. Ces antioxydants naturels de matière végétale sont principalement des polyphénols (acides phénoliques, flavonoïdes, anthocyanes, lignanes et sterbins), des caroténoïdes (xanthophyles et caroténoïdes) et des vitamines (vitamines E et C). En particulier les polyphénols et les caroténoïdes, montrent un large éventail d'effets biologiques, tels que les anti-inflammatoires, antibactériens, antiviraux, antiride et anti-cancer. Une seule plante peut avoir la diversité des produits chimiques végétaux, qui représentent un certain nombre de propriétés pharmacologiques (Dong-Ping., *et al.*, 2017).

Pour améliorer l'efficacité de l'extraction des ingrédients antioxydants des matériaux végétaux, de nombreuses méthodes vertes non conventionnelles ont été développées pour réduire le temps de fonctionnement et utiliser des solvants organiques, tels que l'extraction assistée par ultrasons, l'extraction assistée par micro-ondes, et l'extraction assistée par enzymes. En outre, afin de mieux évaluer les capacités antioxydantes des extraits de produits naturels, en particulier ceux fréquemment consommés par les gens, divers examens d'évaluation ont été développés, par exemple, une sonde antioxydante d'équivalence trolox (TEAC). Ces tests ont été utilisés pour classer les plantes antioxydantes et recommander les meilleurs aliments antioxydants pour la consommation (Dong-Ping., *et al.*, 2017)

Pour cette raison, nous avons entrepris cette recherche, qui s'est appuyée sur l'étude de trois types de plantes spontanées communes dans le désert algérien et qui possèdent probablement des propriétés médicinales à savoir *Rhanterium adpressum*, *Helianthemum lippii* et *Oudneya africana*.

Le genre *Rhanterium* appartient à la famille des Astéracées, sous famille tubuliflore et la tribu Inulée. Elle est endémique de l'Afrique du Nord et de la péninsule arabe, contient

uniquement 7 espèces. (Quezel et Santa, 1963; Ozenda, 1983; Wiklund, 1986).

Rhanterium adpressum communément appelée « Arfedj » (Chehema, 2006) est un arbrisseau très ramifié. Les fleurs, pouvant atteindre 20 à 60 cm de hauteur à tiges et feuilles revêtues de poils blanchâtres ; les feuilles sont de couleur verte pâle, petites légèrement dentées très caduques appliquées, à capitule de 7 mm de diamètre, et réceptacle présentant des paillettes seulement sur le pourtour. (Quezl et Santa, 1963).

D'autre part, et parmi les genres des plantes qui n'ont pas encore été étudiées, nous trouvons le genre: *Helinthemum* qui appartient à la famille de Cistaceae, endémique dans la région méditerranéenne (Ozenda., 1977; Bajaj., 1997) Pour certains papillons *Aricia agrestis* elle constitue une sorte d'abri, lorsque les larves de ces papillons se nourrissent de ce genre de plante (Salma A and al. 2011). Les racines de nombreux types de ce genre vivent en symbiose avec des champignons appelés truffes ou truffes des sables genre *Terfezia* (Salma *et al.*, 2011; Ozenda, 1977).

Le genre comprend 70 espèces, dont une seule espèce *Helianthemum lippii* en Algérie et le Pakistan. Elles ont des noms connus différents: Al Samhari (dans la région d'Oued Souf Sud– Est d'Algérie) Reguig (dans la région de Ouargla), Thsowat et Alrjik (en Algérie); Alrkaroq (Koweït) Oum souika, (dans la péninsule arabique) et Sun Flower Sun (nord-est de la Jordanie). C'est une plante herbacée vivace rigide à feuilles persistantes de petite taille, des hauteurs allant de 10 à 45 cm même jusqu'à 50 cm ses tiges blanches et de quelques branches leurs feuilles sont petites ne dépassent pas une longueur de 1cm ; les fleurs souvent petites jaunes située sur un côté de l'inflorescence ; la floraison a lieu en fin de printemps, cependant, les fleurs apparaissent dans les différents saisons, et peut être poloniser par les abeilles *Apis mellifera* (Quezel et Santa., 1963).

Cette plante est très importante économiquement et écologiquement (Hamza et al, 2013.)

L'importance de la pastorale est grande (Wickens., 1998; Hamza *et al.*, 2013; Hallis., 2007), elle joue un rôle important pour la lutte contre la désertification et contribue à la stabilité des zones menacées par la désertification ; la poudre de cette espèce est utilisée pour le traitement des éruptions cutanées (Hamza *et al.*, 2013), utilisée également en Libye contre la pourriture et les éruptions cutanées et prévenir les maux (Ermeli *et al.*, 2012; Sami G et al., 2013) ; au Maroc, la plante chez les Bédouins peut entraîner la boiterie chez les dromadaires sous nom de GAF ou Kraft, un type de rhumatisme. Mais la toxicité de la plante n'a pas encore été

prouvée (Bouzergoune., 2012).

Les brassicacées appelées autrefois « Crucifères » constituent une importante famille de plantes dicotylédones, représentées dans le monde entier mais principalement dans la région tempérée de l'hémisphère Nord .Ils peuplent presque la totalité des habitats et des milieux de vie possibles, sables et roches maritimes, bords de ruisseaux ,talus calcaires, pelouses humides ou sèches, cultures et jardins, bords de chemins cailloutis et prairies de montagne, les moutardes, choux, et quelques plantes ornementales (aubriète, ibéris, giroflées) comptent parmi les crucifères.

Le genre *Oudneya* appartient à la famille des Brassicacées et comprend quatre mille espèces . Cette espèce végétale est commune dans tout le Sahara septentrional Algérien et dans la partie est du Sahara central (Ozenda., 1991 ; Chehma., 2006) .*Oudneya africana*, connue sous le nom arabe « Alga » ou « Hannet l'ibel » est exploitée en Algérie et en Tunisie, au Maroc et en Libye .En Algérie elle se trouve dans le Mezab, El Golea, Ouargla et Biskra .La floraison s'effectue pendant l'hiver et le printemps (Fatiha., 2017). L'utilisation de cette espèce en phytothérapie est relativement ancienne au Maroc, elle est consommée comme bon traitement pour les maladies de l'intestin (Bellakhdar., 1997) .Plante vivace en buisson rameux , pouvant atteindre 1 mètre de haute. Feuilles sont nombreuses allongées, en spatule, un peu charnue ,alternées, sessiles et rétrécies à la base .Fleurs à quatre pétales de couleur mauve ou violette donnant une silique allongée et bosselée aux bords plus ou moins ondulés laissant voir les graines disposées sur deux rangs superposées. Le Fruit est cylindrique étroit. Plante pérenne ,ligneuse, en période chaude, qui régénérera que les conditions seraient favorables (Rima., 2019).

L'objectif de cette étude était de contribuer à l'étude de l'impact d'un pesticide sur la qualité biochimique et l'activité biologique antioxydante des trois plantes précédemment signalées qui poussent spontanément dans la région de Meniaa au sud Algérien.

Partie expérimentale

1. Matériel et méthodes

1. Matériel et méthodes

1.1. Matériel végétal

Cette étude se concentre sur trois espèces végétales sahariennes qui poussent spontanément dans la région de Meniaa au sud Algérien : *Rhantherium adpressum* (Arfage), *Helianthemum lippii* (Rguig), et *Oudneya africana* (Henat L'Ibel).

Rhantherium adpressum (classe: Magnoliopsida, ordre: Asterales, famille: Asteraceae, genre: *Rhantherium*), arbrisseau très ramifié, à tiges et feuilles revêtues de poils blanchâtres. Feuilles petites, légèrement dentées, très caduques. Inflorescence jaune sombre. Capitule à écailles obtuses étroitement appliquées, réceptacle n'ayant de paillettes que dans sa partie périphérique. (Chehma., 2006) (Fig01)



Figure 01: Représentation photographique de l'espèce *Rhantherium adpressum* (Quézel & Santa 1963; Wiklund 1986)

Helianthemum lippii (classe: Magnoliopsida, ordre: Violales, famille: Cistaceae, genre: *Helianthemum*), c'est un buisson très ramifié, qui peut atteindre 60 cm de hauteur; branches rigides, généralement d'aspect fortement incliné (sec) et blanchâtre. Feuilles très variables (selon la saison), 5-15 x 1-5 mm, obovales-lancéolées ou elliptiques à linéaires-lancéolées, blanches-pubescentes, de la revoluta à presque grosses aux marges. (Fig02)



Figure 02 : Représentation photographique de l'espèce *Helianthemum lippii* (powo.science.kew, 2016)

Oudneya africana (classe : dicotylédone, ordre: Pariétale, famille: Brassicaceae ou Crucifèrae, genre: *Oudneya*), sous-arbrisseau présente des feuilles entières, peu charnues et en forme de spatule, Abondamment ramifié, atteignant une hauteur de 74 cm à 1 mètre. Les feuilles sont simples, alternes et apparaissent sur la tige. Les fleurs sont groupées en grappes courtes, d'une couleur rose pourpré et relativement grandes (10 à 15 mm). Les siliques, mesurant de 3 à 6 cm de longueur, sont planes, dressées et présentent une marge \pm ondulée. Elles se terminent en un bec court de 1,5 à 3 mm. (Ozenda., 1991 ; Chehma., 2006 ; Jafri., 1977). (Fig03)

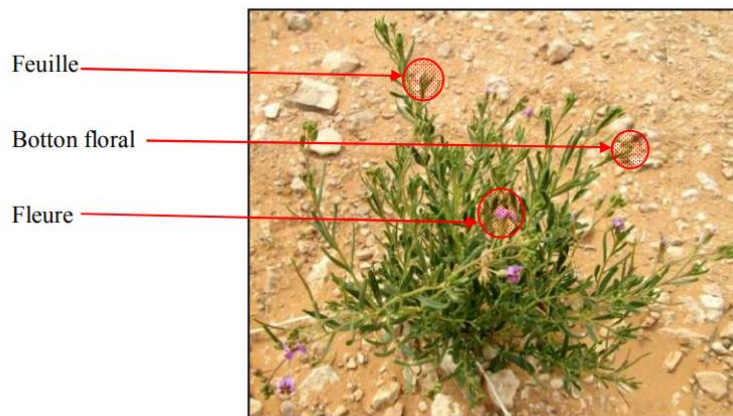


Figure 03 : Représentation photographique *Oudneya africana* au stade végétation (Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara Algérien (kemassi, 2020)

1.1.1. Site de prélèvement

Les échantillons des espèces étudiées sont prélevés durant le mois de Janvier 2023 et à partir de deux sites différents de la région de Meniaa au sud Algérien. Cette région est située au

centre du Sahara septentrional Algérien. C'est une oasis se forme au bord de l'Oued Segueur. Situé à 30°35' de latitude nord Longitude Est 02°52', altitude moyenne 396 mètres. Nous trouvons les falaises de Hamada, le plateau du Tademaït se forme. Le site est un point de transit important sur la route vers le désert sub-saharien et le Niger.

Actuellement, C'est un point de rencontre pour les itinéraires venant du côté ouest de la rivière Saura. (Adrar, Timimoune) et plein sud (Tamanrasset, In Salah et Niger), et routes nationales projetée à l'Est (Hassi Messaoud, Ouargla)

Les échantillons prélevés sont ensuite déposés, séchés et broyés au sein du Laboratoire de recherche du département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre de l'Université de Ghardaïa.

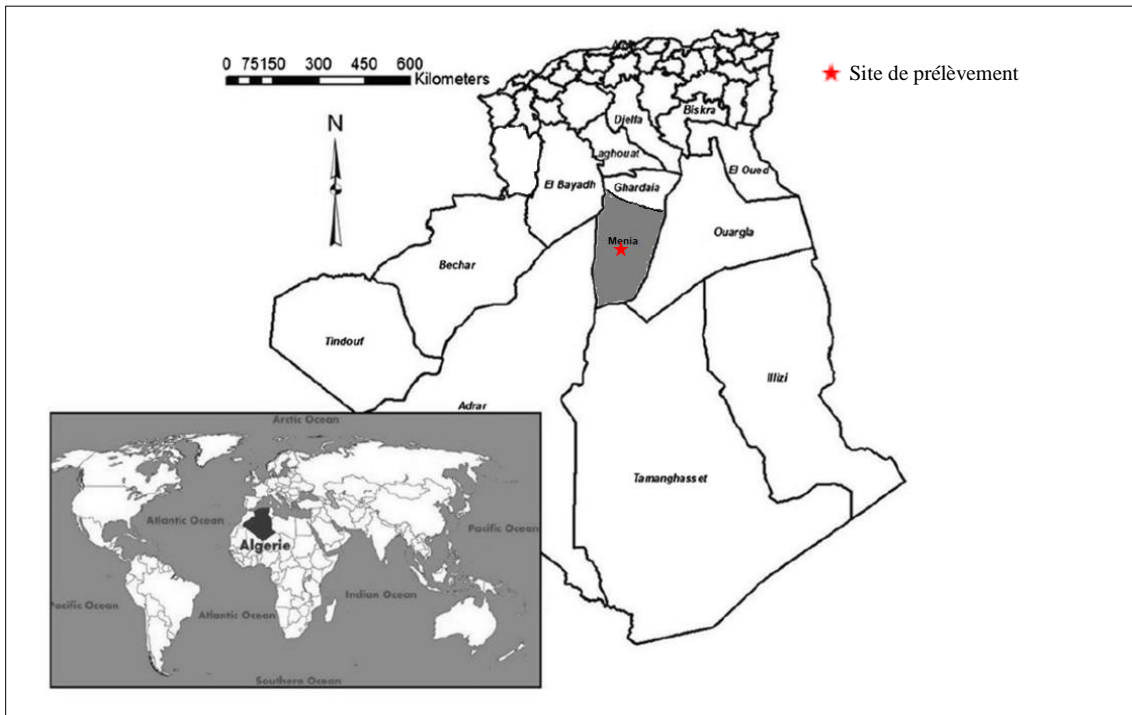


Figure 04: Limites administratives de la région de Meniaa (Bouafa *et al.*, 2021)

1.1.1.1. Facteurs climatiques et hydro-géographie :

- Le climat d'El Meniaa est subtropical désertique, avec des hivers doux (durant lesquels il peut faire froid la nuit) et des étés très chauds et ensoleillés.
- La ville (autrefois appelée El Golea) est située dans une oasis dans le Sahara algérien, à une altitude de 400 mètres.

- Les températures enregistrées pour la région de Meniaa caractérisent le climat saharien. La température moyenne maximale du mois le plus chaud est notée pour le mois de juillet avec 43.7 °C. Par contre la température moyenne minimale du mois le plus froid revient au mois de janvier
- les précipitations sont très faibles (ElGoléa). Elles sont maximales durant le mois de mars avec 7.37 mm. Les précipitations sont peu abondantes durant les mois mai, aout, et novembre avec un cumul annuel égal à 12.46 mm/an. Les mois les plus secs sont janvier, février, avril, juin, juillet, septembre, octobre et décembre (Boumezbeur., 2005).

1.1.1.2. Cortège floristique :

Les études de (CHEHMA, 2006) et (BOULGHITI et ZENOU, 2006) montrent une grande diversité des peuplements végétaux formés par des espèces appartenant à différentes familles botaniques, telles que des Amaranthaceae; Anacardiaceae; des Brassicaceae; des Zygophyllaceae ; des Frankeniaceae; des Cyperaceae; des Chenopodiaceae; des Cistaceae et d'autres familles. La composition floristique spontanée varie en fonction de la saison et de la culture

1.1.2. Echantillonnage

La méthode adoptée pour échantillonnage des espèces végétales utilisées dans la réalisation de ce travail c'était celle basée sur le hasard. Cette méthode consiste à prélever d'une manière aléatoire et simple de divers points du même pied de la plante considérée des feuilles, fleurs saines, inflorescences ou même des tiges ne présentant aucune lésion de même forme et de tailles différentes en fonction bien sûr de leurs âges, autrement dit ; et dans notre cas, nous avons réalisé une cueillette d'un grand nombre de feuilles, fleurs jeunes et adultes et inflorescences, petites et grandes, sur plusieurs pieds avec des fragments de tige des espèces *Helianthemum lippii* , *Rhantherium adpressum* et *Oudneya africana* afin d'éviter les risques de disparition de l'espèce végétale.

Les parties échantillonnées des trois espèces concernées sont en principe de deux points différents.

Un premier point au centre d'un champ agricole traité constamment avec du pesticide « herbicide non sélectif utilisable en interculturel, à base de glyphosate acide » tandis que l'autre est plus ou moins loin (à plus de 100 mètres du champ) là où il n'y a aucun effet ou usage du pesticide concerné.

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



Figure 05 : Vue générale des échantillons des espèces *Oudneya africana* (1), *Helianthemum lippii* (2) et *Rhantherium adpressum* (3) de la région de Meniaa (Originale, 2023)

Les échantillons ont été collectés en janvier 2023 et stockés ou séchés dans un endroit sec et sombre avant d'être conservés dans des sacs en papier pour préserver leurs composants actifs. Ils ont ensuite été transportés au laboratoire pour y être analysés à l'aide de leurs extraits purs après le séchage.

Les prélèvements sont réalisés tôt le matin, à la fin du mois de janvier 2023 et par temps sec pour éviter toutes altérations des produits 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).

1.1.2.1. Séchage :

Sécher une plante n'est en fait rien d'autre que lui retirer progressivement son humidité. Il sera souvent nécessaire, avant de procéder à ce séchage, de passer les parties récoltées rapidement sous un filet d'eau, pour éliminer la poussière, les impuretés, les particules de terre, etc. Les parties feuilles, fleurs, rameaux et branches des tiges récoltées sont étendues en couches minces, à bonne aération, en courant d'air, sur une toile blanche pendant 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.

1.2. Le pesticide utilisé

Le pesticide utilisé sur les trois espèces étudiées est un herbicide non sélectif utilisable en interculturel, Ce produit est une spécialité à base de glyphosate acide concentré à 410 g/L. C'est un herbicide foliaire et systémique, non sélectif et non rémanent dans le sol. L'action systémique du produit lui permet de migrer rapidement jusqu'à l'extrémité des racines et des rhizomes, pour permettre une destruction complète des mauvaises herbes. Son spectre d'action très large permet de détruire la plupart des adventices annuelles, bisannuelles et vivaces. L'absence de rémanence permet un semis rapide des cultures après désherbage.

L'utilisation du produit répond aux besoins technico-économiques de toutes les filières agricoles. Il s'emploie de manière raisonnée et durable, en priorité : sur les flores difficiles à gérer mécaniquement ou agronomiquement : vivaces, invasives, nuisibles, allergènes ou résistantes à d'autres herbicides. En faisant une application localisée sur les adventices difficiles et sous le rang des cultures pérennes. Dans les situations pédoclimatiques limitantes : parcelles en pentes, terrasses ou peu mécanisables (cailloux), sols érosifs ou peu portants, conditions d'entretien des sols difficiles (courtes fenêtres météorologiques d'intervention, conditions très sèches ou humides...). Dans les systèmes cultureux basés sur la préservation de la structure des sols : techniques sans labour, cultures sous couvert permanent.

1.3. Méthodes d'analyses

1.3.1 Tests biochimiques préliminaires

Nous avons réalisé un criblage phytochimique dans le but de mettre en évidence la présence ou l'absence des principaux métabolites secondaires des espèces végétales étudiées. Ces tests sont réalisés sur les deux parties, aérienne et souterraine.

1.3.1.1. Recherche des composés phénoliques:

1.3.1.1.1. Recherche des Tanins :

Selon Solfo, 1973 on prend 5 mL de l'infusé auxquels on ajoute 1 mL de la solution de Chlorure ferrique (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.

1.3.1.1.2. 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 ((1/1/1) V)) sont mis dans un tube à essai avec 1mL d'alcool isoamylique et quelques copeaux de magnésium. L'apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube indique la présence des flavonoïdes.

1.3.1.1.3. 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 NH₄OH, le changement de la couleur indique la présence des anthocyanes.

1.3.1.1.4. 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).

1.3.1.2. Recherche des Hétérosides :

1.3.1.2.1. 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 mn. Après refroidissement et filtration, on réajuste le volume à 100 ml. A partir de cette solution, on prépare dix tubes dans lesquels on mets 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^e tube, alors l'indice de mousse est calculé selon la formule suivante :

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

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).

1.3.1.3. Recherche des composés azotés ou les alcaloïdes :

1.3.1.3.1. 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).

1.3.1.4. Recherche des Terpénoïdes :

1.3.1.4.1. 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).

1.3.1.4.2. 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).

1.4. Préparation des extraits bruts aqueux des espèces étudiées :

L'extrait brut aqueux EBA est préparé 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, quatre

autres extractions sont faite 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.

1.5. Dosage des polyphénols totaux :

Le test de dosage des polyphénols totaux de la partie aérienne des espèces végétales étudiées de la région de Meniaa du Sahara septentrional algérien est résumé ci-dessous. Ce test est réalisé en triplicata.

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 ($H_3PMO_{12}O_4$) 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 μ l de l'extrait végétal est mélangé avec 400 μ l de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois dans de l'eau distillée). Après agitation puis incubation de 05 min, 500 μ l de solution de carbonate de sodium Na_2CO_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 765 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).

1.6. Activité antioxydante

La capacité antioxydante des substances ou principes actifs des extraits de plantes 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 antioxydantes capables d'inhiber la génération de radicaux libres. Ces antioxydantes peuvent agir selon deux mécanismes majeurs : soit par transfert d'atome d'hydrogène, soit par transfert d'électron (Prior *et al.*, 2005).

Dans notre cas, les tests d'évaluation du pouvoir antioxydante ont porté sur le piégeage du radical libre stable DPPH ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante totale AAT ou piégeage des radicaux libres ABTS.

1.6.1. Test de DPPH : Piégeage du radical libre stable DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

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 antiradicalaire 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 antioxydantes 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 fraîchement préparée. Des solutions d'un antioxydante 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 :

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_1 - A_2) / A_1] \times 100$$

A_1 : Absorbance du contrôle (solution du DPPH sans extrait végétal). A_2 : Absorbance en présence de l'extrait végétal.

Les valeurs enregistrées sont exprimées en milligramme équivalent Trolox par gramme de matière végétale sèche (mg E Trolox/ g MVS).

1.6.2. Test de l'ABTS : Capacité antioxydante en équivalent trolox ou activité antioxydante 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 $ABTS^{\bullet+}$ 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_2PO_4). Ainsi, la réaction se déroule en deux étapes :

Au cours de la première étape, le radical $ABTS^{\bullet+}$ est formé par arrachement d'un électron (e^-) à un atome d'azote de l'ABTS. La deuxième se déroule en présence d'un antioxydant donneur 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 (CAET) 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^{•+} a été diluée avec de l'éthanol à une absorbance de 0.70 (±0.02) à une longueur d'onde de 734 nm et équilibré à 30°C. Ensuite, un volume de 10 µl des différentes concentrations des solutions à tester (extraits de la plante) a été mélangé avec 990 µl de la solution stock de l'ABTS^{•+} diluée. Le blanc est obtenu en mélangeant 10 µl d'éthanol absolu avec 990 µl de la solution stock de l'ABTS^{•+}. Le pouvoir inhibiteur ou de piégeage du radical ABTS^{•+} (% Inhibition) est calculé par l'équation suivante :

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

Où $A_{734} \text{ blanc}$ et $A_{734} \text{ extrait}$ sont les absorbances de la solution ABTS^{•+} à 734 nm avant et après addition des échantillons ou extraits de plante.

L'étalonnage a été effectué avec des solutions stocks de Trolox.

Pour les deux tests du pouvoir antioxydante, les valeurs enregistrées des concentrations inhibitrices (IC50), qui correspondent à la concentration 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 µg.

2. Résultats et discussion

métabolisme secondaires (tanins, Saponosides, anthocyanes et alcaloïdes) s'avèrent majoritairement disponibles au niveau de la partie aérienne beaucoup plus pour les espèces Sp1 et Sp3 à l'exception des stérols qui semblent être inexistantes.

Une exception est enregistrée pour l'espèce Sp3 qui s'est caractérisée par la présence des leuco anthocyanes et des terpènes dans sa partie aérienne. Les flavonoïdes aussi ce sont montrés existantes au niveau de l'espèce Sp1 et Sp3 que ce soit sans ou en présence des pesticides.

Les composés du métabolisme secondaire ont été mis en évidence par des réactifs spécifiques dans la figure suivante :

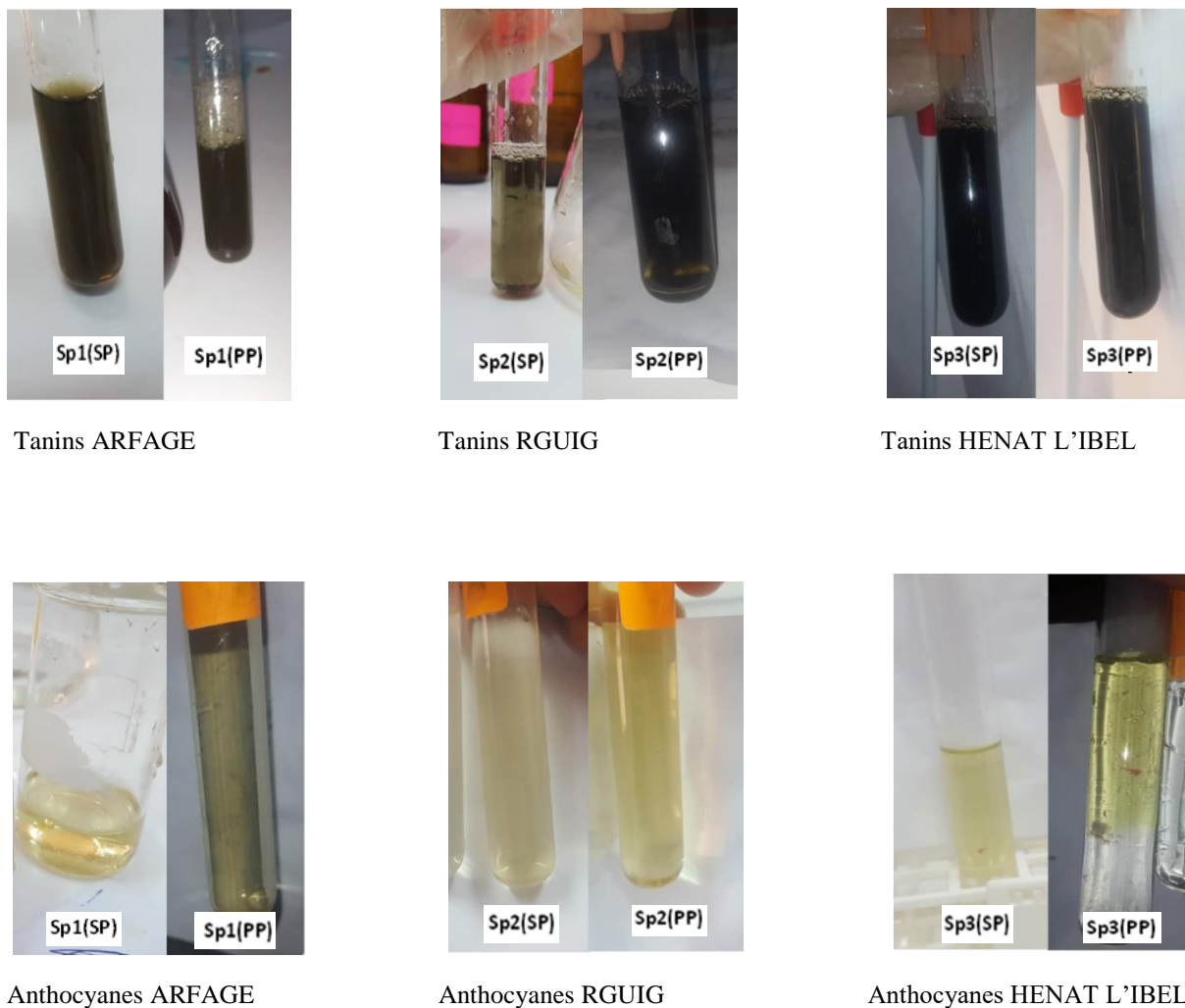


Figure 06 : Exemples de résultats de réactions de mise en évidence de quelques composés du métabolisme secondaire des espèces étudiées.

Ces résultats nous informent de la qualité biochimique supérieure des espèces étudiées, surtout en composés polyphénoliques et en alcaloïdes et cela plus particulièrement pour les espèces SP 1 et 3 même en présence du pesticide. Ces résultats peuvent nous justifier l'utilisation traditionnelle massive de ces plantes par la population de la région de Meniaa au Sahara Septentrional Algérien.

Nos résultats sont plus ou moins comparables avec ceux obtenus dans les travaux de (Laamri., et Mostefaoui., 2017) pour *Oudneya africana* (Moulayomar., 2016) pour *Rhantherium adpressum* et (Chouikh *et al.*, 2015) pour *Helianthemum lippii*.

2.2. Rendements en extraits

Les extractions brutes aqueuses, que nous avons effectuée sur les espèces végétales étudiées de la région de Meniaa nous ont permis de calculer le rendement de chaque extrait. Le rendement, qui a été déterminé en mg/g de matière végétale sèche, est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$R (\%) = (PEB / PMV) \times 100$ où :

R (%) : rendement en %. PEB : poids de l'extrait.

PMV : poids de matière végétale.

Les valeurs obtenues sont indiquées dans le tableau suivant (tab. 02) :

Tableau 02 : Rendements (%) en extraits brut aqueux de la partie aérienne des espèces étudiées.

	<i>Rhantherium adpressum</i>		<i>Helianthemum lippii</i>		<i>Oudneya africana</i>	
Extrait brut	Ext Sp1(PP)	Ext Sp1(SP)	Ext Sp2(PP)	Ext Sp2(SP)	Ext Sp3(PP)	Ext Sp3(SP)
Rendement (%)	20.8	18.8	45	41.6	52.4	54

A partir du tableau 02, il semble évident que les trois espèces étudiées qui poussent là où est utilisé le pesticide, sont plus riches en extraits bruts aqueux avec un rendement maximal de plus de 52 pour l'espèce Sp3 : *Oudneya africana*. De plus, cette espèce semble être meilleur du point de vue rendement en extrait brut de sa partie aérienne et ce dans les deux sites de prélèvement. L'espèce Sp 2 vient en deuxième position avec un rendement plus

ou moins inférieur.

Cette différence dans les rendements en extraits est due probablement à la distribution inégale des métabolites secondaires entre les différentes parties (ou organes de la même partie) des trois plantes étudiées (Benhammou et al., 2009), et aussi probablement à la qualité du sol du champs agricole qui se caractérise généralement par une forte teneur en eau, jamais solide, très bien aéré et parfaitement suivi par les agriculteurs en vue de l'obtention d'un meilleur rendement de la végétation concernée.

D'une manière générale, la variabilité des résultats peuvent être liée aux solvants d'extraction, aux conditions environnementaux de la région, et même la partie de plante utilisée qui peut influencer le rendement.

D'autre part et en se référant aux travaux de Ghedadba *et al.*, (2014), les teneurs ou rendements en extraits bruts varient non seulement d'une plante à une autre de la même famille mais également 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).

En plus de ces aspects quantitatifs, quelle que soit la méthode d'extraction appliquée, elle doit tenir compte de la qualité d'extrait, autrement dit de la bioactivité de ces principes actifs. Dans la présente étude, la méthode de macération sous agitation permet d'accélérer le processus d'extraction et de minimiser le temps de contact du solvant avec l'extrait tout en préservant la bioactivité de ses constituants. De même, le déroulement de cette extraction à température ambiante ainsi que l'épuisement du solvant à pression réduite permet d'obtenir le maximum des composés et de prévenir leur dénaturation ou modification probable dues aux températures élevées utilisées dans d'autres méthodes d'extraction.

2.3. Teneur en polyphénols totaux :

Les résultats de la teneur en polyphénols totaux dans les différents extraits de la partie aérienne des espèces végétales étudiées et pour les deux sites de prélèvement sont exprimés en microgramme équivalent acide gallique par gramme de matière végétale sèche ($\mu\text{g EAG/ g MVS}$).

La courbe d'étalonnage est établie avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.9943$

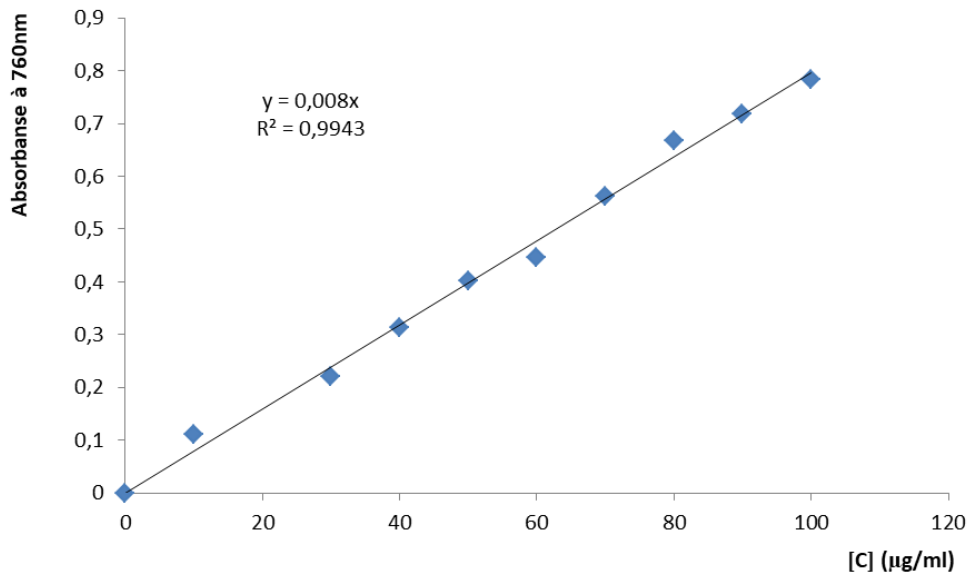


Figure 07 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

A partir de la figure ci-dessus de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique et à partir de l'équation de régression linéaire, nous avons pu calculer la teneur en polyphénols totaux.

Tableau 03 : Teneur en polyphénols (µg EAG/ g MVS) des extraits des espèces étudiées.

Extrait	Ext Sp1(PP)	Ext Sp1(SP)	Ext Sp2(PP)	Ext Sp2(SP)	Ext Sp3(PP)	Ext Sp3(SP)
µg AG/g MS	90.25	108.924	196.953	212.33	119.994	116.155

A partir de ces résultats, les extraits des espèces Sp1 (*Rhantherium adpressum*) et Sp2 (*Helianthemum lippi*) du site de prélèvement sain (en absence du pesticide) s'avèrent plus riches en polyphénols totaux avec une teneur maximale de l'ordre de 212.33 µg EAG/ g MVS pour l'espèce *Helianthemum lippi*.

2.4. Activité antioxydante

Le pouvoir antioxydant des extraits bruts aqueux de la partie aérienne des espèces végétales étudiées des deux sites de prélèvement concernés de la région de Meniaa au Sahara

septentrional Algérien, est évalué en mesurant les moyennes des valeurs d'IC50 vis à vis du radical DPPH et des radicaux libres ABTS.

Les valeurs de la concentration inhibitrice (IC50) correspond à la quantité ou concentration de la solution végétale (en mg ou en $\mu\text{g}/\text{mL}$) nécessaire pour piéger 50% des radicaux libres DPPH ou ABTS présents dans le mélange réactionnel.

Les valeurs IC50 des antioxydants synthétiques (standard : Trolox et l'acide ascorbique) utilisés dans cette étude sont également évaluées. Quand les valeurs IC50 sont élevées, l'activité antioxydante est faible.

2.4.1. Test de DPPH : Effet inhibiteur du radical libre stable DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyle)

A partir des figures 06 et 07 des courbes d'étalonnages du trolox et de l'acide ascorbique et à partir de la figure 8 des extraits bruts des trois espèces des deux sites de prélèvement, nous avons pu calculer les valeurs d'IC50 du pouvoir inhibiteur vis-à-vis du radical DPPH en utilisant les équations de régression linéaire correspondantes.

Ces résultats sont présentés dans le tableau 03.

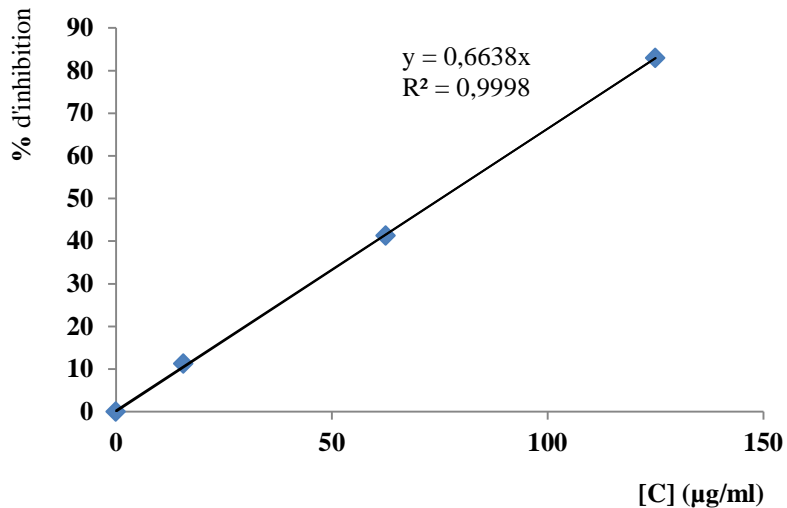


Figure 08 : Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse trolox (pour DPPH).

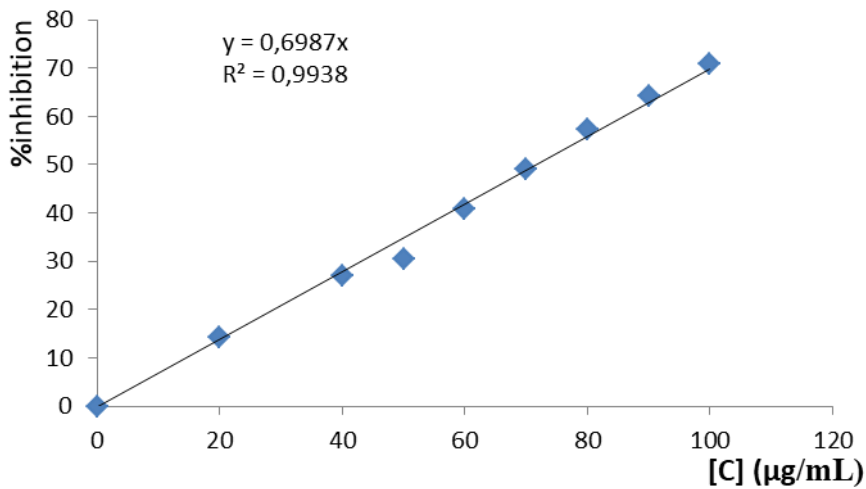


Figure 09 : Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse acide ascorbique (pour DPPH).

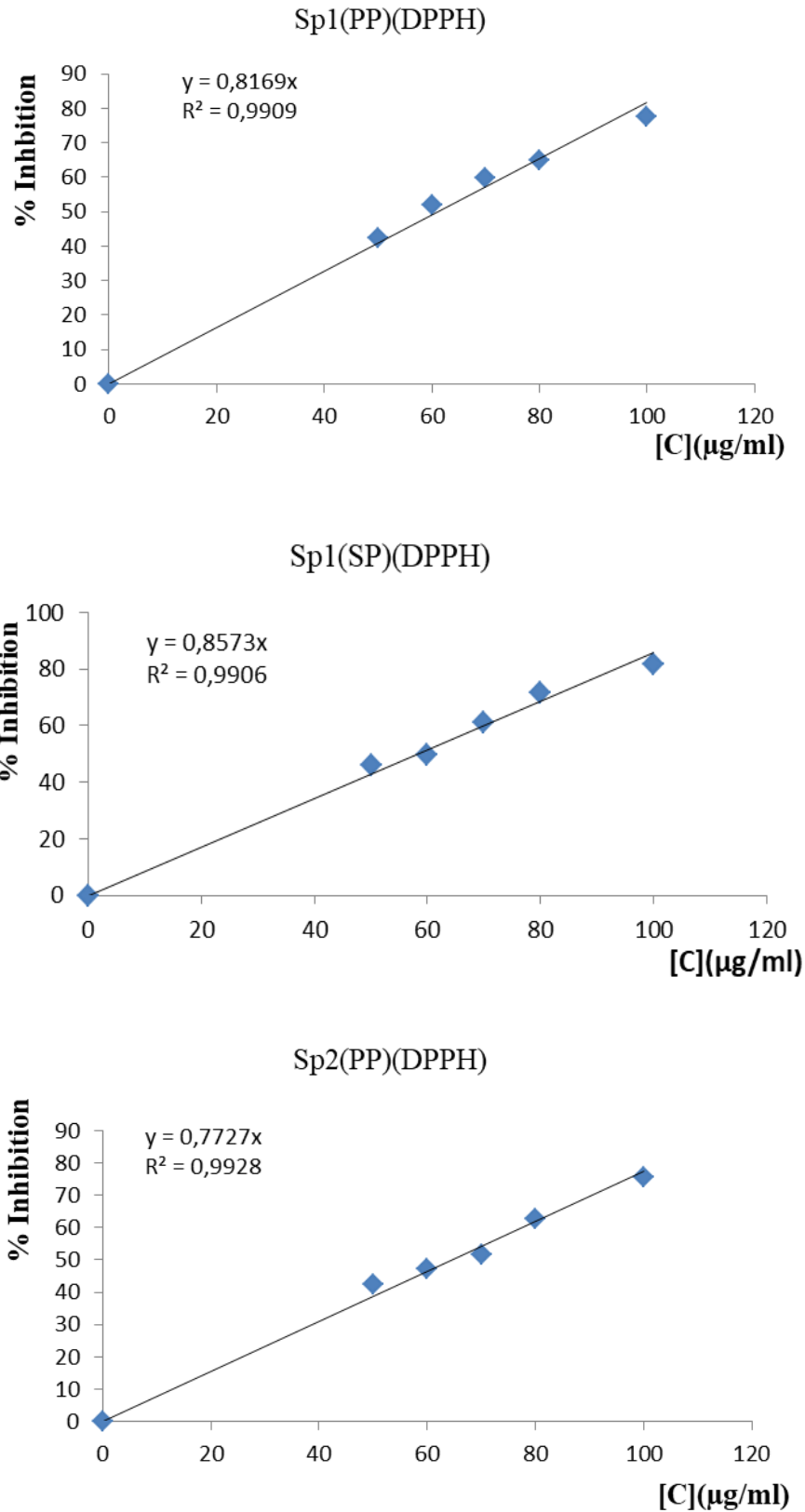


Figure 10 : Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de DPPH) des extraits bruts des espèces (Sp1(PP) ; Sp1(SP) ; Sp2(PP)).

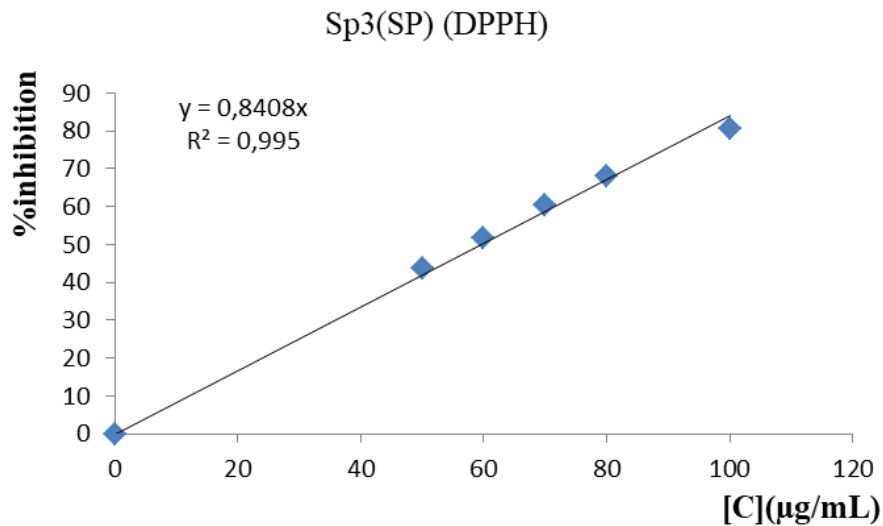
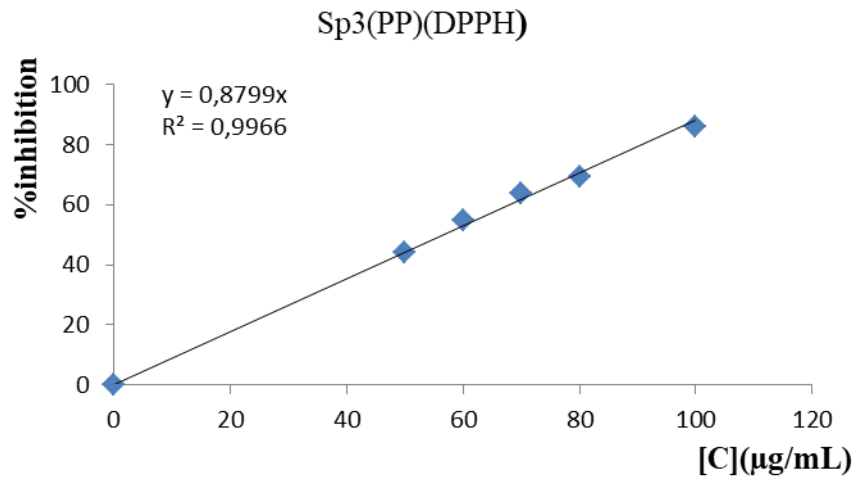
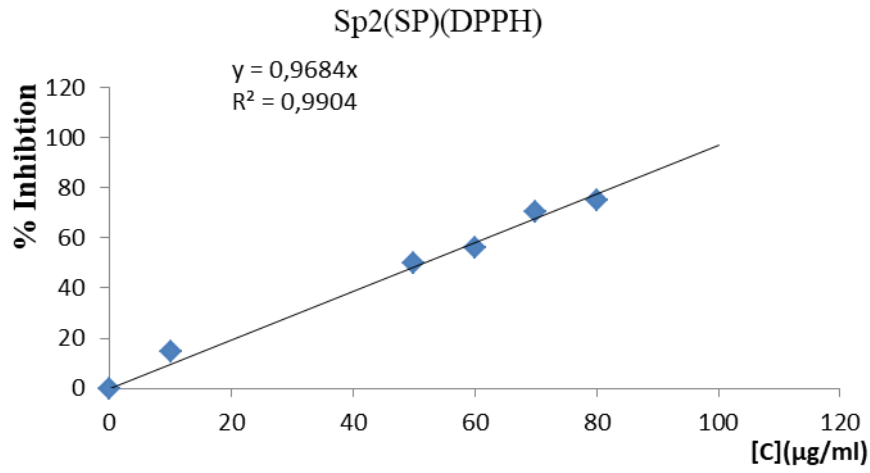


Figure 11 : Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de DPPH) des extraits bruts des espèces (Sp2(SP) ; Sp3(PP) ; Sp3(SP)).

D'une manière générale, les extraits de la partie aérienne ont montré une grande différence ou plutôt une divergence dans les résultats obtenus avec une priorité de l'extrait brut aqueux pour les espèces *Helianthemum lippii* et *Oudneya africana* dont la valeur d'IC50 est meilleure que celle des antioxydants de synthèse trolox et acide ascorbique et est égale à 51.63 et 56.82 µg/mL pour les deux espèces respectivement et cela pour l'échantillon du site de prélèvement traité du pesticide pour *Oudneya africana* et l'échantillon du site non agricole pour *Helianthemum lippii*.

Quant à l'espèce *Rhantherium adpressum*, des résultats plus ou moins similaires ont été enregistrés pour les deux sites de prélèvement avec une valeur minimale d'IC50 de l'ordre de 58,32 µg/ mL.

Tableau 04 : Résultats globaux des IC50 (µg/ mL) de l'activité antioxydante (test de DPPH) des extraits des espèces étudiées

Plante	Ext Sp (PP)	Ext Sp (SP)
<i>Rhantherium adpressum</i>	61.21 ± 0.089	58.32 ± 0.065
<i>Helianthemum lippii</i>	64.71 ± 0.057	51.63± 0.116
<i>Oudneya africana</i>	56.82 ±0.098	59.47 ±0.104
<i>Trolox</i>	75.324± 0.077	
<i>Acide ascorbique</i>	71.562 ±0.091	

2.4.2. Test de l'ABTS

A partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage des produits de référence (trolox et acide ascorbique) (fig. 09 et 10) et celles des courbes des extraits bruts (fig. 11), nous avons calculé les valeurs d'IC50 de la capacité antioxydante vis-à-vis de l'ABTS ou activité antioxydante totale AAT des extraits des espèces étudiées de la région de Meniaa au sud Algérien.

Les résultats globaux sont présentés dans le tableau ci-dessous (tab. 04).

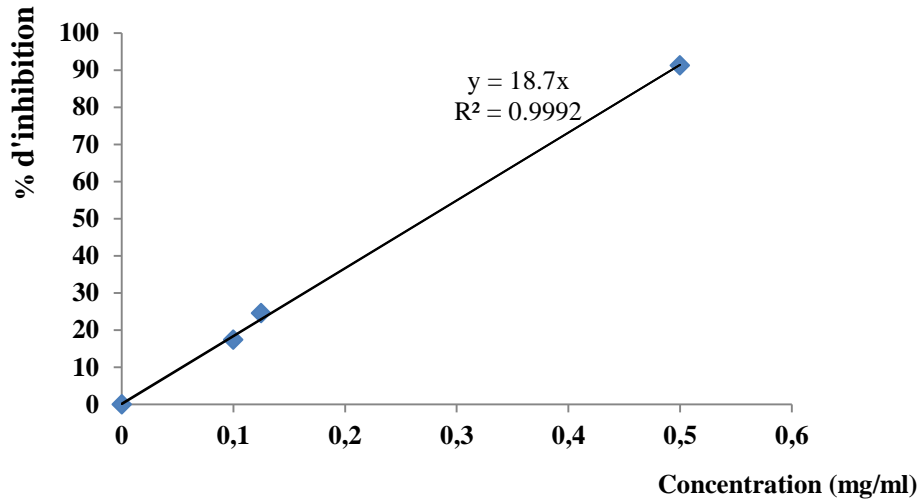


Figure 12: Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse trolox (pour ABTS).

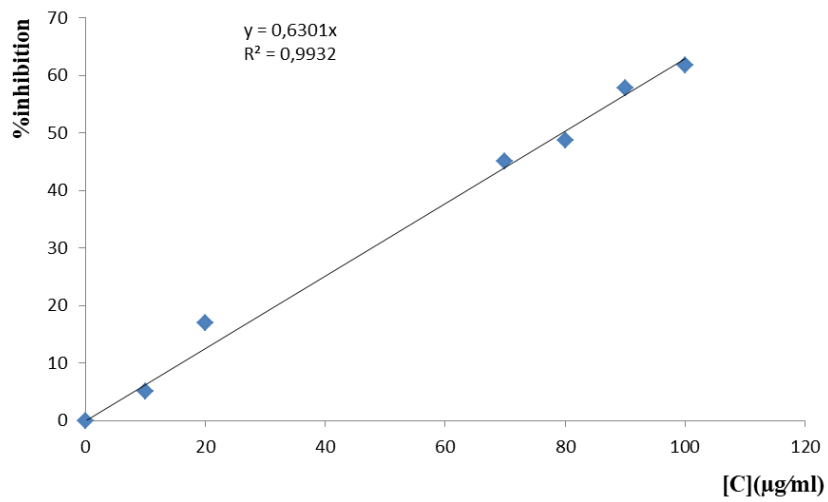


Figure 13 : Courbe d'étalonnage de l'antioxydante de synthèse l'acide ascorbique (pour ABTS).

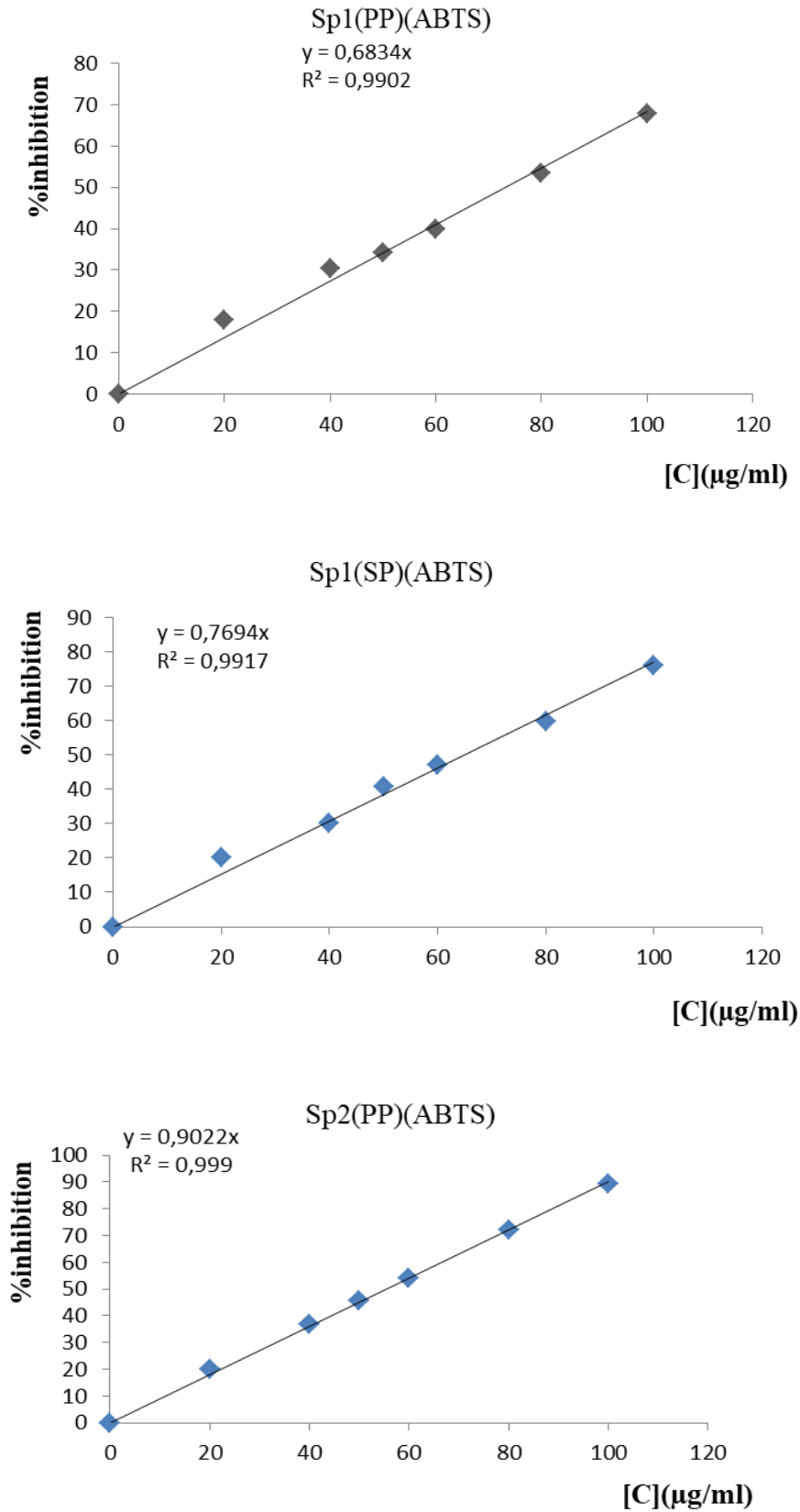


Figure 14 : Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de l'ABTS) des extraits bruts des espèces (Sp1(PP) ; Sp1(SP) ; Sp2(PP)).

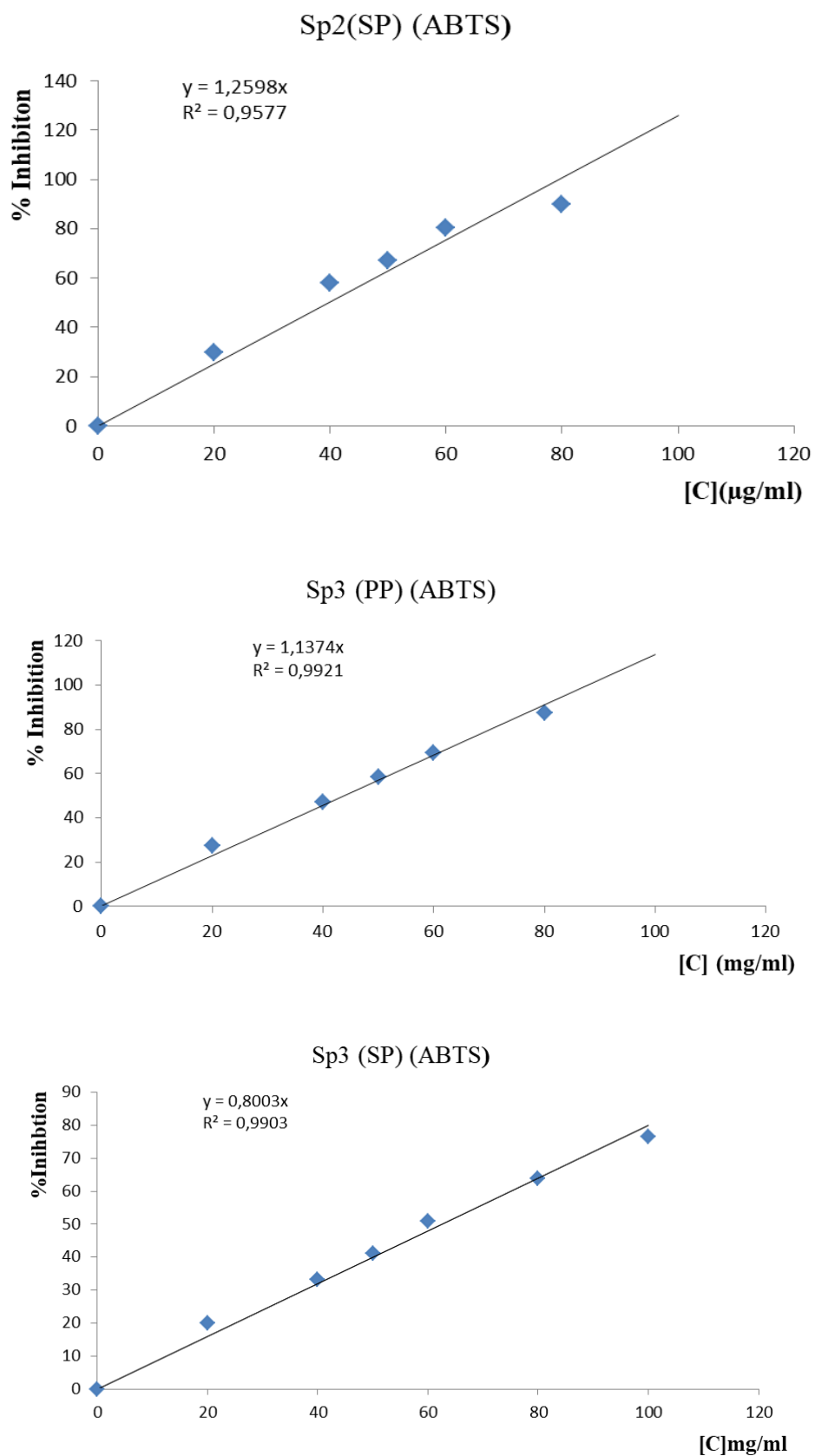


Figure 15 : Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante (test de l'ABTS) des extraits bruts des espèces (Sp2(SP) ; Sp3(PP) ; Sp3(SP)).

En général, et par comparaison aux résultats du pouvoir inhibiteur du radical libre DPPH, tous les extraits en particulier ceux de l'espèce *Helianthemum lippii* s'avèrent meilleurs que le trolox qui s'est montré très faible dans l'inhibition des radicaux ABTS où une grande valeur d'IC50 de l'ordre de $267.38 \pm 0.0 \mu\text{g}/\text{mL}$ est enregistrée. Cependant, des résultats plus ou moins similaires sont obtenus par comparaison avec l'acide ascorbique qui s'est montré plus fort dans l'inhibition des radicaux libres ABTS.

Quant à l'effet du pesticide, les espèces du sol non agricole semblent être meilleures avec des valeurs d'IC50 plus ou moins faibles par rapport à celles qui poussent au terrain agricole.

Tableau 05 : Résultats globaux des IC50 ($\mu\text{g}/\text{mL}$) du pouvoir antioxydant (test de l'ABTS) des extraits des espèces étudiées.

Plante	Ext Sp(PP)	Ext Sp(SP)
<i>Rhantherium adpressum</i>	73.16 ± 0.013	62.26 ± 0.032
<i>Helianthemum lippii</i>	55.42 ± 0.024	39.68 ± 0.092
<i>Oudneya africana</i>	43.96 ± 0.012	62.48 ± 0.011
<i>Trolox</i>	267.38 ± 0.087	
<i>Acide ascorbique</i>	76.4756 ± 0.065	

A partir de la plupart des résultats obtenus, les extraits bruts des trois espèces végétales étudiées de la région de Meniaa ont présenté le meilleur pouvoir antioxydant vis-à-vis du radical libre DPPH et dans la réduction des radicaux libres ABTS.

De la plupart des résultats obtenus, les extraits bruts des trois espèces végétales étudiées de la région de Meniaa ont présenté un meilleur pouvoir antioxydant vis-à-vis du radical libre DPPH et des radicaux ABTS.

Concernant le pouvoir inhibiteur du radical libre DPPH, les résultats obtenus montrent que les extraits bruts des espèces étudiées s'avèrent très actifs et présentent de bonnes activités antioxydantes. Cela est probablement lié à la richesse de ces extraits végétaux en composés polyphénoliques y compris les flavonoïdes, les tanins et les anthocyanes et la synergie entre eux pour un meilleur pouvoir réducteur ou antioxydant (Vermerris et Nocholson., 2006).

Diverses études expérimentales déterminent les capacités des extraits bruts dans le piégeage des radicaux libres DPPH ou ABTS mais malheureusement peu ou presque pas d'études qui ont été trouvées ou expérimentalement réalisées dans le même contexte de notre étude sur l'impact des pesticides surtout avec les espèces végétales que nous avons choisies. L'activité antioxydante enregistrée dépend donc d'un certain nombre de paramètres qui sont probablement : la dose, la structure, les substituants et même le degré de polymérisation de la molécule.

La cause des déséquilibres dans le travail antioxydant est l'utilisation de pesticides à l'endroit où ces plantes peuvent pousser, ce qui est confirmé par l'association de générations-futures (2017) que le taux des plantes dans les champs a diminué de plus de 20 % et que plus de 15 % du patrimoine végétal national Français est en danger. Cela fait dire à certains scientifiques que : « l'ère de la grande extermination des plantes est en cours et un vide écologique est en train d'être créé par l'homme ».

D'ailleurs, certaines plantes non cultivées ou « mauvaises herbes » sont menacées d'extinction en Grande-Bretagne et beaucoup de plantes qui étaient auparavant communes dans les zones agricoles de Grande-Bretagne sont en déclin en raison de l'abandon des exploitations agricoles mixtes et de l'usage croissant des herbicides. Ainsi, l'utilisation à grande échelle des herbicides sulfonylurées, et vraisemblablement aussi, des sulfamides et imidazolinones, présente un risque pour les plantes non ciblées, les algues et les écosystèmes. Les herbicides triazines peuvent présenter un risque pour les plantes non ciblées et les plantes aquatiques.

En général, et pour ce qui est du pouvoir antioxydant enregistré dans notre étude, nous pouvons dire que ce pouvoir biologique pourrait devenir potentiellement intéressant après optimisation des conditions d'extraction, séparation et d'augmentation de la concentration. En effet, les composés phénoliques 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). En bref, la différence enregistrée dans les résultats obtenus s'explique peut-être 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 antioxydant. Ces facteurs sont en principe climatiques et environnementaux : la zone géographique, sécheresse, sol, type de microclimat et aussi l'étage bioclimatique, etc. (Atmani *et al.*, 2009), 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 opératoires de l'expérimentation (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

Conclusion

En guise de conclusion, il s'avère important de citer les principaux résultats obtenus.

Tous d'abord, les tests biochimiques préliminaires ont mis en évidence la présence des tanins, flavonoïdes, anthocyanes, saponosides, leuco anthocyanes, et des alcaloïdes et l'absence des stérols chez les trois espèces. La présence. L'extraction par macération à froid de la poudre des espèces étudiées nous a permis d'obtenir des rendements meilleurs en extraits bruts aqueux avec un maximum de 54 % pour l'espèce *Oudneya africana* qui pousse dans le sol non agricole.

Les tests du dosage des polyphénols totaux ont montré que l'extrait de *Helianthemum lippi* de la terre non agricole est le plus riche en composés polyphénoliques avec une teneur égale à 212,33 µg EAG/g MVS.

En général et à partir des résultats obtenus par les tests in vitro de l'activité antioxydante, l'extrait brut aqueux de l'espèce *Helianthemum lippi* a présenté le plus fort pouvoir de piégeage du radical libre DPPH et la plus grande capacité antioxydante dans la réduction des radicaux libres ABTS avec des valeurs faibles d'IC50 de l'ordre de 51.36 et 42.22 µg/ mL (respectivement). Cela explique l'impact de pesticide sur l'activité antioxydante de la plante.

Ces résultats ont indiqué que le pesticide peut affecter les activités biologiques et la qualité biochimique des plantes spontanées qui peuvent être médicinales et utilisées comme traitement des maladies grâce aux différents composés qu'elles renferment.

Nos perspectives pour l'avenir se résument en ce qui suit :

- Approfondir les études concernant les espèces étudiées et spécialement *Rhantherium adpressum* qui est rarement étudiée.
- Evaluer d'autres activités biologiques de ces espèces.
- Approfondir les études sur l'impact des pesticides.

Références
Bibliographique

Références

- Ait sidhom J., Baladasi F. Plante médicinale, ensemble des plants médicinale. 1997
- Rima A .Effet de stress salin sur la germination et croissance de l'espace *oudneya africana* R, Thèse de Master en Biotechnologie végétale, Université de Kasdi Merbah Ouargla,2019,p15.
- Anton A. A., Ross K. A., Lukow O. M., Fulcher R. G., Arntfield S. D. Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas. *Food Chemistry*. 2008; 109: 33-41.
- Bajaj Y P S., 1997. *Biotechnology in agriculture and Forestry* 40, New Delhi, 321p.
- Bekro Y. A., Mamyrbekova J. A., Boua B., Fezan H., Ehouan E. Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *caesalpinia benthamiana* (Baill.) Herend. Et Zarucchi (*Caesalpinaceae*). *Sciences and nature*. 2007; 4: 217- 225.
- Benhammou N., Bekkara F. A., Panovska T. K. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. *Comptes Rendus Chimie*. 2009; 12: 1259-1266.
- Benkenzou D, Chegma S, Merakchi F et Zidane B 2007 Monographie de la wilaya de Ghar-daïa, Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (D.P.A.T.). Statistiques au 31 décembre 2006. 122 pages.
- Boizot N. et Charpentier J. P. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques. *Cahier des Techniques de l'INRA*. Institut national de la recherche agronomique Science et Impact, Paris. 2006; 80p.
- Bouchouka.E., (2016). Thèse contribution a Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes, Université BadjiMokhtar – Annaba
- Boumezbeur A, Direction générale des forêts, Chemin Doudou Mokhtar, Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar 2005
- Bouquet A. *Plantes médicinales du Congo-Brazzaville*. Edition de l'office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer, paris. 1972; 110 p.

Bouzeroune F., 2012-Etude phytochimique de la plante *Helianthemum kahiricum*. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de magistère, Université Hadj Lakhder- Batna, 93p.

Chehema, A., & Djebbar, M. R. (2008). Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie, 17, 36-45

Chehema, A., (2006). Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien, Dar Elhouda, Ain M'lila.

Chouikh, A., Feriani, A., Adjal, E.H. & A. Chefrour. (2015). Phytochemicals study, antioxidant and antimicrobial activities of *Helianthemum lippii* (L.) Pers. in different stages of growth (somatic, flowering and fruiting). World J Pharm Pharm Sci, 4(11): 338-349

Dong-Ping Xu, Ya Li, Xiao Meng, Tong Zhou, Yue Zhou, Jie Zheng, Jiao-Jiao Zhang, et Hua-Bin Li, David Arráez-Román, Academic Editor and Ana Maria Gómez Caravaca, Academic Editor. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. 2017 Jan; 18(1): 96.

Dohou N., Yamni K., Tahrouch S., Idrissi Hassani L. M., Bodoc A., Gmira N. Screening phytochimique d'une endémique Ibero-marocain, *Thymelaea lytoides*, Bull. Société de Pharmacie de Bordeaux. 2003 ; 142: 61- 78.

Ermeli N B, Alsabri S G, Bensaber S M, Mohamed S B, Zetrini A A, Aburas K M, Fitouri S R, Jaeda M I, Mrema I A, Hermann A and Gbaj A M., 2012-Screening of analgesic and anti-inflammatory activities for two Libyan medicinal plants: *Helianthemum lippii* and *Launaea residifolia*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2012, 4(9):4201-4205.

Ghedadba N., Hambaba L., Aberkane M. C., Oueld-Mokhtar S. M., Fercha N., Bousselsela H. Évaluation de l'activité hémostatique in vitro de l'extrait aqueux des feuilles de *Marrubium vulgare* L. Algerian Journal of Natural Products. 2014; 2: 64-74.

Halis Y., 2007. Plant Encyclopedia in area Oued Souf: desert plants common in the Big East race. El walid, El oued Algeria, 142-143.

Hamza A, Gtari M, Neffati M., 2013- Micropropagation of *Helianthemum lippii* L. var

Sessiliflorum (Cistaceae) an important pastoral plant of North African arid areas . African Journal of Biotechnology. Vol.12 (46): 6p

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

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

Bellakhdar J .Médecine arabe ancienne et savoir populaires. La pharmacopée marocaine traditionnelle, Ibris Press, 213-224, 1997.

Jafri, S.M.H. (1977). (Vol. 23) Brassicaceae, Flora of Libya. Ali, S.I. and Jafri, S.M.H. (eds.) Al Faateh University, Faculty of Science Department of Botany, Tripoli – Libya.

Jafri, S.M.H. (1977). (Vol. 23) Brassicaceae, Flora of Libya. Ali, S.I. and Jafri, S.M.H. (eds.) Al Faateh University, Faculty of Science Department of Botany, Tripoli – Libya.

Kelly K. Histoire de médecine. New York : Facts on file; 2009. pp. 29–50.

L .Fatiha et M. Chahra, Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques biologiques (antioxydante et anti bactérienne) de *Oudneya africana* R de la région Ghardaïa , Thèse de Master Biochimie Appliquée , Université Echahid Hamma la Khdar –El oued,2017,p17.

Laamri F. & Mostefaoui C., (2017). Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques et biologiques (antioxydante et anti bactérienne) de *Oudneya africana* R de la région de Ghardaïa. MEMOIRE DE FIN D'ETUDE En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Biochimie Appliquée. Université Echahid Hamma Lakhdar –El OUED.

Li Y., Lopez P., Durand P., Ouazzani J., Badet B., Badet-Denisot M. A. An enzyme-coupled assay for amidotransferase activity of glucosamine-6-phosphate synthase. Analytical Biochemistry. 2007 ; 370: 142-146.

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

- Mandaville J P., 1950-Flora of eastern soudi arabia.Springer , London, 476 p
- Mohammedi Z. et Atik F. Impact of Solvent Extraction Type on Total Polyphenols Content and Biological Activity from *Tamarix aphylla* (L.) Karst. International Journal of Pharma and Bio Sciences. 2011 ; 2: 609-615.
- MOULAYOMAR R, Activités biologiques des extraits aqueux de *Rhanterium adpressum* (Asteraceae). Mémoire de master, Université de Ghardaïa 2016. 13-27
- Ozenda P, (1991) Flore et végétation du Sahara (mise à jour et augmentée). Troisième Edition CNRS. Paris.
- Ozenda P., 1977- Flore de sahara deuxiem edition, Paris, 630p.
- OZENDA P., 1983 - Flore du Sahara septentrional. Ed CNRS, Paris, 486 p
- Parejo I., Viladomat F., Bastida J., Rosas-Romero A., Saavedra G., Murcia G. S., Jiménez A. M., Codina C. Investigation of Bolivian plant extracts for their radical scavenging activity and antioxidant activity. Life Sciences. 2003; 73: 1667-1681.
- Perveen A, Qaiser M., 1998- Pollen Flora of Pakistan Cistaceae. U Karashi, Karashi-75270, Pakistan, 4p.
- Prior R. L., Wu X., Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Agricultural and food chemistry. 2005 ; 53: 4290-4302.
- Quezel P., Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I. C.N.R.S. Paris.
- Quezel P., Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I. C.N.R.S. Paris.
- Quzel P ., Santa S. (1962-1963). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales (Tome 1, Tome 2). Ed du centre national de la Recherche Scientifique.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolourization assay. Free Radical Biology et Medicine. 1999; 26: 1231-1237.

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

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

Sambamurthy AVSS. 2005. Taxonomy of Angiosperms. I.K. International Pvt. Ltd. New Delhi. India. pp.408-417.

Sanchez-Moreno C., Larrauri J. A., Saura-Calixto F. A. 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. Assessment of antioxidant activity by using different in Vitro methods. Free radical research. 2002; 36: 177-187.

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

Stojanoski N. Développement de la culture de la santé dans Veles et sa région du passé à la fin du 20ème siècle. Veles : Société de la science et de l'art. 1999:13–34.

Vermerris W. et Nicholson R. Phenolic compound chemistry. Springer, Allemand. 2006; 1-70 pp.

WHO (2002) WHO Strategy for traditional medicine 2002-2005. WHO, Geneva, p.78

Wickens G E., 1998- Ecophysiology of Economic Plants in Arid and Semi-Arid Lands, New York, 270p

WIKLUND, A., (1986). The genus *Asteriscus* (Asteraceae-Inuleae). Nordic Journal of Botany, 5: 299-314

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

Zaitoun S, Tet Vorwohl G., 2003-Major Pollen Plant Species in Relation to Honeybees' Ac-

tivity in the Jordanian Desert Area. Taylor et Francis group, Paris, 235p.