

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

En : Ecologie et Environnement.

Spécialité : Sciences de l'environnement.

Par : - M^{lle}. CHEHMA Dounia.

- M^{lle}. GUERGUER Nadia

Thème

**Effet du mode de séchage sur la qualité biochimique et l'activité biologique
des extraits bruts de l'espèce *Hammada scoparia* de la région de Ghardaia
au sud Algérien**

Soutenu publiquement, le / / , devant le jury composé de :

M. NEGAIS Hamza	Maître Assistant B	Univ. Ghardaia	Président
M. BENKHERARA Salah	Maître de Conférence B	Univ. Ghardaia	Encadreur
M. AOUADI Abdelhafid	Maître Assistant A	Univ. Ghardaia	Examineur

Année universitaire : 2019/ 2020

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la santé, le courage et la patience afin d'accomplir ce modeste travail.

Un grand merci du fond du cœur à nos parents pour leur soutien moral et financier et leurs encouragements tous au long de la période de nos études et formations.

Notre plus profonde gratitude à NEGAIS Hamza Maître Assistant à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaia, pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre encadreur Monsieur BENKHERARA Salah, Maître de Conférence à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaia, d'avoir accepté d'encadrer ce travail, ainsi que pour son aide, ses conseils constructifs, son dévouement et sa disponibilité tout au long de ces mois de travail. Qu'il trouve ici l'expression de nos reconnaissances et de nos respects.

Nous remercions également AOUADI Abdelhafid, Maître assistant à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre de l'Université de Ghardaia, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.

Nous tenons également à exprimer nos sincères gratitudees à Monsieur BENSALAH Bachir ingénieur du Laboratoire de Biologie et l'ensemble du personnel de ce Laboratoire pour leur disponibilité et les nombreux services qu'ils nous ont rendus durant la période de la réalisation de nos expérimentations.

Nous n'oublions pas de remercier vivement tous nos enseignants de l'Université de Ghardaia pour leur patience et leurs conseils précieux pendant notre formation, notamment : Monsieur BENSAMAOUNE Youcef, KEMASSI Abdallah, GUERGUEB El-Yamine, KRIMAT Mohamed et Monsieur GHAZI Cherif.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire et que nous ne l'avons pas mentionné par son nom, trouve ici l'expression de nos très vifs remerciements.

DEDICACES

Je dédie ce modeste mémoire

A mon très cher père, à l'homme de ma vie, mon épaule solide, la personne la plus digne de mon estime et de mon respect, qui a toujours me poussé et m'encouragé dans mes études, j'espère de tout cœur te rendre fière de moi et qu'ALLAH te garde pour moi.

A ma très chère mère, la femme la plus patiente aucun mot ne peut exprimer mon respect et mon amour, la flamme de mon cœur, la source de mes efforts, qui m'a toujours soutenu, et qu'a été toujours présente pour moi, qu'ALLAH te préserve et te procure santé et longue vie.

A mes très chers frères, Karim et Sofiane. Ainsi que pour mon adorable sœur Ibtissame, à qui je souhaite le succès dans leurs études et une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A mon enseignante au primaire BENDHAINA Messaouda, qui n'oubliera jamais son soutien de mon enfance.

A toute les membres de ma grande famille.

A mon fiancé Amine et toute sa famille.

A mon amie Donia et toute sa famille.

A mes meilleurs amies Samia, Lalla, Sarah, Meriem, Fella, Yamina, Maria, Yasmine, Hadjira, Souhila, Habiba, Hana, Zineb et Mounira.

Mes enseignants qui m'ont enseigné et à tous ceux qui me sont chers.

A toute mes amies de la cité universitaire de Ghardaia.

A tous ceux et celles qui me connaissent.

Nadia

DEDICACES

Je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce modeste mémoire.

C'est avec un très grand plaisir et honneur que je dédie ce travail de fin d'étude aux personnes les plus chères au monde : Avec une grande sincérité et gratitude je le dédie à mes chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite et qui me donnent de l'espoir dans ma vie et qui n'ont jamais cessé de prier pour moi.

A mon père pour avoir toujours cru en moi et pour ses nombreux sacrifices.

A ma mère avec tout son soutien et ses encouragements à mon égard. J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu les protège.

A mon cher compagnon Mohammed El Amine pour sa patience, son soutien et ses nombreux encouragements et toute sa famille.

A toute ma grande famille ainsi que ma belle famille.

Je dédie aussi ce travail à mes frères et sœurs et leurs petites familles.

A tous mes amis.

A tous mes professeurs qui m'ont enseigné et à la communauté scientifique en espérant que cela lui sera utile, un remerciement spécial pour mon encadreur Benkherara Salah.

A Tous ceux qui aiment et respecte ce travail.

Dounia

Table des matières

RÉSUMÉ.....	I
Liste des tableaux	II
Liste des figures	III
Liste des abréviations	IV
INTRODUCTION.....	1
1. MATÉRIEL ET MÉTHODES	4
1.1. Matériel végétal.....	4
1.1.1. Site de prélèvement	4
1.1.2. Echantillonnage	7
1.1.3. Séchage.....	8
1.2. Méthodes d'analyses	9
1.2.1. Tests biochimiques préliminaires	9
1.2.1.1. Recherche des Tanins	9
1.2.1.2. Recherche des Flavonoïdes	9
1.2.1.3. Recherche des Saponosides	10
1.2.1.4. Recherche des Anthocyanes	10
1.2.1.5. Recherche des Leuco anthocyanes	10
1.2.1.6. Recherche des Alcaloïdes	11
1.2.1.7. Recherche des Terpènes	11
1.2.1.8. Recherche des Stérols	11
1.2.2. Préparation des extraits bruts aqueux de l'espèce <i>Hammada scoparia</i>	11
1.2.3. Dosage des polyphénols totaux	11
1.2.4. Pouvoir antioxydant	12
1.2.4.1. Test de DPPH : Piégeage du radical libre stable DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)	12
2. RESULTATS ET DISCUSSION.....	14

2.1. Tests biochimiques préliminaires.....	14
2.2. Rendements en extraits bruts de l'espèce <i>Hammada scoparia</i>	15
2.3. Teneur en composés phénoliques.....	17
2.4. Pouvoir antioxydant	19
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	25
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	27

RÉSUMÉ

Cette étude est effectuée dans le but de vérifier la spécificité d'une plante à intérêt médicinal : *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin ou Saligne à balai dans deux sites différents Metlili et Berriane de la région de Ghardaïa au Sahara septentrional algérien, du point de vue biochimique et biologique notamment l'activité antioxydante des extraits bruts aqueux obtenus par macération à froid des parties aérienne et souterraine séchées à l'air libre ou à l'étuve (45°C). Pour ce faire, des tests de mise en évidence de la présence ou l'absence des principaux composés du métabolisme secondaire de la plante sont effectués. Des extraits secs par macération aqueuse sont obtenus et leurs rendements sont ensuite déterminés en suivant les deux modes de séchage concernés. Les teneurs en polyphénols totaux dans ses extraits bruts sont par la suite évaluées et leur potentiel antioxydant face aux radical libre DPPH est enfin déterminé.

De la plupart des résultats obtenus, le premier mode de séchage, à l'air libre, semble être meilleur qu'un séchage à l'étuve pour la plupart des résultats obtenus. Autrement dit, le séchage à l'air libre et à température ambiante a permis d'obtenir un rendement en extrait brut supérieur égal à 52.1 % de la poudre de la partie aérienne de l'espèce végétale *Hammada scoparia* de Berriane. D'une manière générale, les extraits bruts de la partie aérienne de notre espèce végétale s'avèrent les plus riches en composés polyphénoliques pour les deux modes de séchage avec une teneur maximale de l'ordre de 257.48 mg EAG/ g MVS.

Les tests du pouvoir antioxydant révèlent que les extraits bruts isolés de l'espèce des deux sites concernés de la région de Ghardaïa sont très actifs et présentent en général des activités antioxydantes supérieures. D'une manière générale, les extraits bruts aqueux de la partie souterraine de l'espèce de Metlili présentent le plus fort pouvoir inhibiteur du radical DPPH avec des valeurs plus ou moins faibles d'IC50 ne dépassant pas 2.6 mg/ mL. Ces pouvoirs inhibiteurs des extraits bruts obtenus s'avèrent inférieurs par rapport à celui du trolox qui s'est montré très puissant et ayant une très grande capacité dans la réduction du radical libre DPPH.

En bref, l'espèce *Hammada scoparia* de la région de Metlili est plus ou moins meilleure que celle de Berriane du point de vue richesse biochimique en composés polyphénoliques et activité antioxydante notamment dans sa partie souterraine.

Mots clés : *Hammada scoparia*, Ghardaïa, Phytochimie, Extrait brut, Pouvoir antioxydant.

Liste des tableaux

Table n°	Titre	Page
Tableau 01	Tableau récapitulatif des principaux composés du métabolisme secondaire de la partie aérienne de l'espèce <i>Hammada scoparia</i> de la région de Ghardaïa.	14
Tableau 02	Rendement (%) en extraits bruts aqueux et teneur en polyphénols (mg EAG/ g MVS) de l'espèce <i>Hammada scoparia</i> de la région de Ghardaïa.	15
Tableau 03	Résultats globaux du pouvoir antioxydant des extraits bruts de l'espèce <i>Hammada scoparia</i> (Pomel) Iljin.	20

Liste des figures

Figure n°	Titre	Page
Figure 01	Situation géographique des sites de prélèvement et limites administratives de la région de Ghardaïa.	4
Figure 02	Vue générale de l'espèce <i>Hammada scoparia</i> des régions Metlili (A) et Berriane (B).	8
Figure 03	Vue générale des parties aériennes (A, B) et parties souterraines (A', B') broyées de <i>Hammada scoparia</i> des régions Metlili et Berriane respectivement.	9
Figure 04	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	17
Figure 05	Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse (trolox).	19
Figure 06	Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante des extraits bruts de l'espèce <i>Hammada scoparia</i> (Pomel) Iljin.	21

Liste des abréviations

OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
FeCl ₃	Chlorure Ferrique.
HCl	Acide Chlorhydrique.
H ₂ SO ₄	Acide Sulfurique.
EBA	Extrait Brut Aqueux.
EAq	Extrait Aqueux.
H ₃ PW ₁₂ O ₄₀	Acide Phosphotungstique.
H ₃ PMO ₁₂ O ₄	Acide Phosphomolybdique.
W ₈ O ₂₃	Bleu de tungstène.
MO ₈ O ₃	Molybdène.
Na ₂ CO ₃	Carbonate de Sodium.
DPPH	2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl.
EAG	Equivalent Acide Gallique.
MVS	Matière Végétale Sèche.
PA	Partie Aérienne.
PS	Partie Souterraine.
E	Etuve.
AL	Air Libre.
B	Berriane.
M	Metlili.
PTT	Polyphénol totaux.
IC50	Concentration Inhibitrice de50%.
HPLC	High performance liquid chromatography.
MS	Spectrométrie de masse.
RMN	Résonance magnétique nucléaire.

INTRODUCTION

Depuis des siècles, l'homme s'intéresse aux plantes et l'histoire des substances naturelles s'identifie en partie à celle de la pharmacie, dont une discipline, la pharmacognosie, étudie les poisons et les remèdes naturels, ou par extension la plupart des substances biologiquement actives (Mohammedi, 2011).

D'après l'organisation mondiale de la santé OMS, plus de 80% des populations ont recours à des plantes médicinales pour se soigner, par manque d'accès aux médicaments prescrits par la médecine moderne mais aussi parce que ces plantes ont souvent une réelle efficacité. Aujourd'hui, le savoir des tradipraticiens est de moins en moins transmis et tend à disparaître. C'est pour cela que l'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie s'emploient à recenser, partout dans le monde, des plantes réputées actives et dont il appartient à la recherche moderne de préciser les propriétés et d'en valider les usages. La recherche de nouvelles molécules doit être entreprise au sein de la biodiversité végétale en se servant de données ethnopharmacologiques. Bien qu'une grande partie du 20^{ème} siècle ait été consacrée à la mise au point de molécules de synthèse, la recherche de nouveaux agents pharmacologiques actifs via le screening de sources naturelles a résulté dans la découverte d'un grand nombre de médicaments utiles qui commencent à jouer un rôle majeur dans le traitement de nombreuses maladies humaines (Farnsworth *et al.*, 1986).

La phytothérapie, est un terme grec signifie « soigner par des plantes ». C'est une pratique millénaire basée sur un savoir empirique des plantes ou parties de plantes (Adenot, 2012 ; Donatien, 2009).

Le monde des végétaux contient des espèces végétales qui produisent une gamme impressionnante de substances actives. La plupart de ces produits sont basés sur le carbone et connus sous le nom de métabolites primaires et secondaires qui procurent souvent un bienfait à l'organisme. La substance active qui représente la molécule a un effet thérapeutique curatif ou préventif pour l'Homme ou l'animal (Bechlem, 2018). Les métabolites secondaires en particulier, dont la fonction physiologique n'est pas toujours apparente mais qui reste considérée comme une source moléculaire utilisable très importante, appartiennent à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpènes, composés phénoliques ...) qui sont très inégalement répartis chez les plantes (macheix *et al.*, 2005 ; Shakya, 2016).

Les plantes médicinales sont les principales sources de ces principes actifs ou ces substances bioactives pouvant être utilisés à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la

synthèse des drogues utiles pour la fabrication des médicaments (Sofowora, 2010 ; Kalla, 2012).

L'Algérie par sa position biogéographique connu par une très grande diversité écologique et richesse floristique. Plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, dont 15% endémiques, restent très peu explorés autant d'un point de vue phytochimique que d'un point de vue pharmacologique (Daira *et al.*, 2016). La valorisation des plantes médicinales de la flore nationale sera donc d'un grand apport pour l'industrie pharmaceutique algérienne.

Dans ce contexte-là, nous nous sommes intéressés à une espèce végétale très répandue dans les régions arides et semi arides du territoire algérien et très utilisée pour ses innombrables vertus thérapeutiques. Il s'agit de *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin ou Saligne à balai.

Hammada scoparia ou « Remth » est une plante médicinale qui a des propriétés antiplasmodiales, anti-inflammatoires, antioxydantes et même anticancéreuses (Bourogaa *et al.*, 2012 ; Ben Salah *et al.*, 2002 ; El-Rhaffari *et al.*, 2002). Elle appartient à la famille des Chénopodiacées (Bourogaa *et al.*, 2011). C'est une famille d'halophytes hyper accumulatrices très importante qui mérite une attention très particulière. Cette famille de plantes halophiles est très largement utilisée en médecine traditionnelle et très utilisée pour l'alimentation humaine et animale, surtout dans les régions à climat aride et semi-aride. (Jarraya et Damak, 2001 ; Lorgio *et al.*, 1998).

Ce travail a pour objectif d'étudier l'effet du mode de séchage sur la qualité biochimique et l'activité biologique de cette espèce végétale dans la région de Ghardaïa au Sahara Septentrional Algérien.

L'utilisation massive de cette espèce par les populations est-elle justifiée ?

Est-elle riche en substances naturelles phytothérapeutiques ?

Pourrait-elle être un antioxydant naturel efficace vis-à-vis des maladies dues à certains radicaux libres et que la médecine moderne malgré son large panel de produits chimiques synthétiques (antioxydants) ne peut pas guérir ?

C'est ce que nous allons démontrer à travers cette étude dans le cadre de ce mémoire.

Cette étude consistera en un ensemble de tests expérimentaux portant sur les deux parties aérienne et souterraine de l'espèce en question. Elle est initiée par un criblage phytochimique

pour mettre en évidence les principaux composés actifs de cette espèce. Des extractions brutes par macération aqueuse sont effectuées en tenant compte du mode de séchage choisi (à l'air libre ou à l'étuve). Nous procéderons ensuite à la détermination des rendements des extraits bruts aqueux puis après aux dosages des polyphénols totaux. Nous essayerons par la suite d'évaluer le pouvoir antioxydant *in vitro* de ces extraits bruts et nous terminerons par la discussion, la conclusion et les perspectives.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour la réalisation de ce travail est une espèce végétale halophyte, de la famille des Chenopodiaceae : Saligne à balai ou *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin (fig.02). Les parties aérienne et souterraine sont utilisées séparément pour la préparation des extraits bruts aqueux en suivant deux modes de séchage différents (à l'air libre et à l'étuve à 45°C) et cela en vue de l'évaluation *in vitro* de leur activité antioxydante.

1.1.1. Site de prélèvement

Les échantillons de l'espèce végétale étudiée sont prélevés à partir de deux sites différents de la région de Ghardaïa. L'un (Metlili), est situé à 40 km au sud de Ghardaïa, l'autre (Berriane), se trouve à 44 km au nord de la région de Ghardaïa. Ces échantillons sont déposés, séchés à l'air libre ou à l'étuve 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 à l'université de Ghardaïa.

Les limites administratives de nos sites de prélèvement sont présentées dans la figure 01.

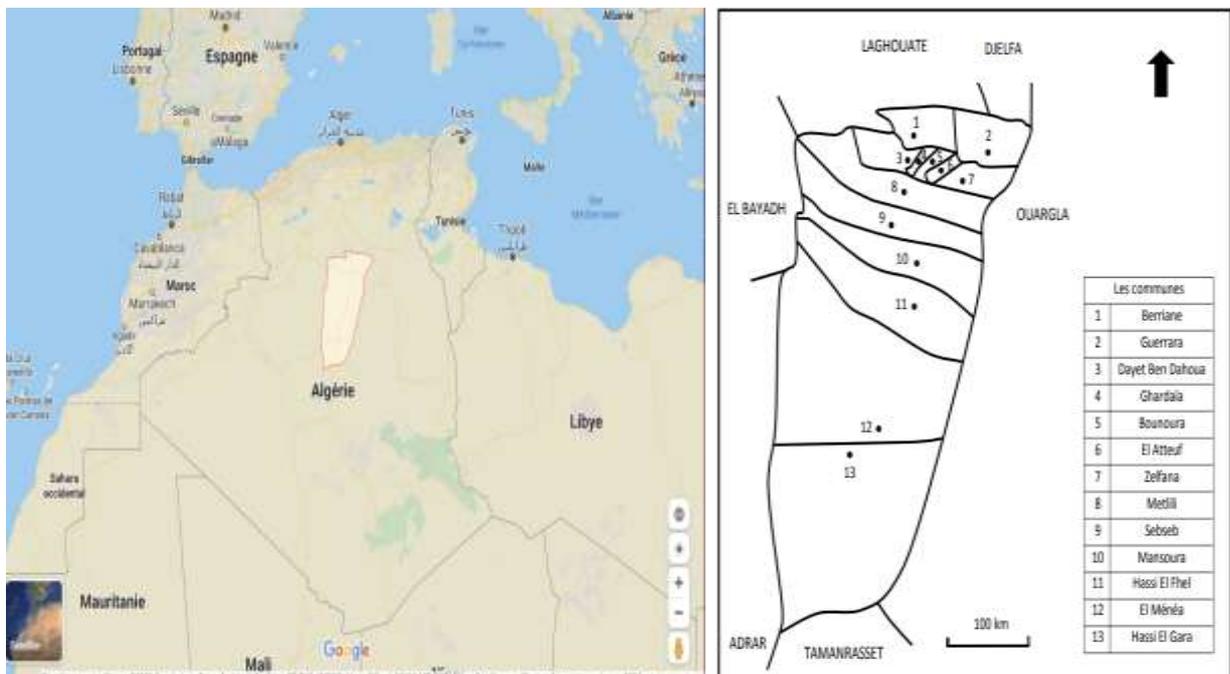


Figure 01 : Situation géographique des sites de prélèvement et limites administratives de la région de Ghardaïa (DPSB, 2017).

La région de Ghardaïa est située au centre de la région nord du Sahara algérien et au sud de la ville d'Alger, à une distance d'environ 620 km.

Géographiquement, ce site est limité ; au Nord par la région de Laghouat, au Sud par Tamanrasset, à l'Est par la région d'Ouargla et à l'Ouest par la région d'El-Bayadh (ANDI, 2013 ; ANIRF, 2011). Ses coordonnées sont : 32° 26 ' de latitude Nord et 3° 46' de longitude Est (Adouane *et al.*, 2014).

Le climat de la région de Ghardaïa est typiquement Saharien, se caractérise par deux saisons : une saison chaude et sèche (du mois d'avril au mois de septembre) et une autre saison tempérée (du mois d'octobre au mois de mars) avec une grande différence entre les températures estivales et hivernales. Nous enregistrons une moyenne annuelle de 25°C avec une moyenne de précipitations de 60 mm/ an (Chenini et Chabou, 2012).

Le relief de la wilaya est un sous ensemble de composants géographiques dont les principaux sont les suivants :

- Le grand Erg oriental : véritable mer de sable où les dunes pouvant atteindre une hauteur de 200 m ;
- La hamada : qui est un plateau caillouteux ;
- Les vallées : sont représentées par la vallée du M'ZAB.

La wilaya a une série de couches aquifères exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120 m selon la région (Chenini et Chabou, 2012 ; ANDI, 2013).

La flore saharienne apparait comme très pauvre si l'on compare le petit nombre des espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre, et la wilaya de Ghardaïa fait partie du Sahara septentrional mais elle n'est pas dépourvue de végétation car elle se caractérise par la présence des oasis sur ses principaux oueds, y compris la vallée du M'Zab, qui comprend en elle-même un groupe de cinq oasis. Bien que la culture du palmier dattier soit dominante, l'agriculture à Ghardaïa est relativement diversifiée. Il y a la culture des légumes, arbres fruitiers, céréales (orge et blé dur), en plus de la culture de l'arachide. Cette région contient également des plantes spontanées à caractère médicinal appartenant à diverses familles telles que les Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Chenopodiaceae, etc... (Ozenda, 1977 ; Kemassi *et al.*, 2014 ; Bensaha et Arbouch, 2016).

Pour ce qui est des sites de prélèvement Berriane et Metlili et d'une manière générale, la ville de Berriane est située à 44 km au Nord de la ville de Ghardaïa et elle se positionne à 32° 50 de latitude Nord et 3° 49 de longitude Est. Elle se caractérise par un climat sec à hyper sec. La température maximale peut atteindre 50°C pendant l'été. Cependant, grâce à l'existence de grandes zones de palmiers, la température au milieu d'une immense palmeraie peut descendre jusqu'à 15°C. Pendant la période hivernale, la température tombe à 3°C. La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 100 mm (Khelifa et Remini, 2019).

Du point de vue géologique, la région de Berriane fait partie de Chebka du M'zab (Khene, 2007), cette dernière a été identifiée selon Nouh-Mefnoune, (2006) comme un vaste et épais plateau, composé de terrains essentiellement carbonatés, massif élevé par le Nord-ouest de plusieurs centaines de mètres au-dessus de la mer.

Cette région a des ressources hydriques souterraines, représentées par une série de couches aquifères, elle est exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120 m (Chenini et Chabou, 2012), et des ressources hydriques superficielles représentées dans les oueds en particulier Oued Soudane, Oued Ballouh, Oued Zergui, Oued Nsa et Oued Lemmada (Khelifa et Remini, 2019 ; Guemari, 2009; Khene, 2007).

La région de Berriane fait partie du Sahara mais cela ne signifie pas qu'elle est dépourvue de végétation car elle se caractérise par la présence des cultures telle que les palmiers dattiers et les arbres fruitiers et les cultures herbacées (maraichage, fourrages, céréales) (Khelifa et Remini, 2019; Khene, 2013). Selon Chehma (2006), cette région contient des plantes spontanées à caractère médicinal appartenant à diverses familles telles que les Anacardiaceae, Asteraceae, Chénopodiaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Capparaceae, Ephedraceae, Fabaceae, Poaceae, Polygonaceae et Tamaricaceae.

Metlili, qui se situe à 40 km au sud de la région de Ghardaïa, elle se localise à 32° 16 de latitude Nord et de 03° 38 de longitude Est. Cette région couvre une superficie de 7300 km² et se caractérise par un climat désertique sec et chaud avec une pluviométrie faible et irrégulière (70 mm). La température maximale peut atteindre 50°C pendant l'été avec une moyenne annuelle de l'ordre de 22°C. Elle est limitée au nord par la commune de Dhayet Bendhahoua, Bounoura, El-Atteuf et Zelfana, au sud par la commune de Sebseb, à l'Est par la région d'Ouargla et à l'ouest par la région d'El-Bayadh (Benbitour *et al* 2017; Goemari, 2009 ; Zitout, 2007).

C'est une région qui se caractérise par un relief très accidenté formé par un réseau serré de ravines séparées par des crêtes ou des croupes. Les ravins sont sous l'action de l'érosion pluviale au début du quaternaire (Benesseddik, 2018).

Les oueds : oued Metlili, dont l'orientation est de l'Ouest vers l'Est jusqu'aux environs d'Ouargla.

Hamada : terre régulée qui existe à l'Est de la région de Metlili.

Chebka: comme une terre rocheuse où existe les lignes des ensembles des oueds, exemple oued Metlili.

Ergs : sont une formation des sables différents en volume soit mobiles ou Stables, Ils occupent une grande partie de la superficie totale de la région de Ghardaïa.

Concernant la nappe phréatique, elle est constituée par l'accumulation des eaux d'infiltration au-dessous d'une couche étanche située à quelque distance de la surface libre du terrain.

Les eaux superficielles: Le bassin de Metlili se caractérise comme étant le pays du sud le plus pauvre en eaux superficielles à l'exception des crues d'Oued Metlili.

Les eaux souterraines: Les principales ressources en eau de la commune sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères; les nappes phréatiques superficielles d'infero-flux et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albienne (Dahou, 2013).

La région de Metlili connue par sa palmeraie, qui couvre une grande partie de la superficie de la région. Le couvert végétal est pauvre. La structure et la nature du sol ne sont pas favorables à l'existence d'une flore naturelle riche. La diversité importante de la végétation existante dans la région est concentrée dans les lits des oueds (DPAT, 2009).

1.1.2. Echantillonnage

La méthode d'échantillonnage que nous avons adopté pour la réalisation de ce travail c'était celle basée sur le *hasard* qui consiste à prélever d'une manière aléatoire et simple de divers points du même pied de la plante considérée des feuilles, fruits, fleurs saines, graines 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 procédé à la récolte de quelques pieds de notre plante *Hammada scoparia* (partie aérienne et partie

souterraine) jeunes et adultes afin d'éviter les risques de disparition de l'espèce végétale. Une vue générale de nos échantillons des deux régions étudiées sont présentées dans la figure 02.



Figure 02 : Vue générale de l'espèce *Hammada scoparia* des régions Metlili (A) et Berriane (B).

Les prélèvements sont réalisés tôt le matin et au moment de floraison de la plante à la fin du mois de décembre et par temps sec pour éviter toutes altérations des huiles 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 aqueux).

1.1.3. 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 aériennes et souterraines 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 courbes. 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.



Figure 03: Vue générale des parties aériennes (A, B) et parties souterraines (A', B') broyées de *Hammada scoparia* des régions Metlili et Berriane respectivement.

1.2. Méthodes d'analyses

1.2.1. Tests biochimiques préliminaires

Nous avons réalisé un screening phytochimique dans le but de connaître les constituants majeurs de l'espèce végétale *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin. Les tests sont effectués uniquement sur la partie aérienne.

1.2.1.1. Recherche des Tanins :

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

1.2.1.2. 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 de légères modifications à propos des

volumes des solutions de révélation ajoutées. 10 g de drogue végétale 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 isoamylique et quelques copeaux de magnésium. L'apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube indique la présence des flavonoïdes.

1.2.1.3. 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 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 :

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

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 (Dahou *et al.*, 2003).

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

1.2.1.5. Recherche des Leuco anthocyanes :

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).

1.2.1.6. 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).

1.2.1.7. 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 (H₂SO₄) concentré sont soigneusement ajoutés. L'apparition d'un anneau brun rougeâtre à l'interphase indique la présence des terpènes (Rimjhim *et al.*, 2014).

1.2.1.8. 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 H₂SO₄ 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).

1.2.2. Préparation des extraits bruts aqueux de l'espèce *Hammada scoparia*

Ce travail est effectué qu'avec des extraits bruts aqueux de la partie aérienne et la partie souterraine de notre espèce végétale *Hammada scoparia* des régions Metlili et Berriane.

L'extrait brut aqueux EBA est préparé selon la méthode de Majhenic *et al.*, 2007 avec de légères modifications concernant le volume de solvant utilisé. 5g de poudre végétale sont dissous dans 50 mL au lieu de 75 mL d'eau distillée, sous agitation mécanique pendant 2 à 3 heures à une température ambiante. Après filtration et pour un meilleur épuisement de la plante, cinq 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 60°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.

1.2.3. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux dans les extraits bruts obtenus des différentes parties utilisées est déterminée par spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide

phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_4$) qui est réduit, lors de l'oxydation des composés phénoliques en mélange d'oxydes bleus 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 de légères modifications concernant les volumes : 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 a été 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).

1.2.4. Pouvoir antioxydant

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 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 notre cas, les tests d'évaluation du pouvoir antioxydant ont porté uniquement sur le 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 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 antioxydants à piéger le radical libre DPPH.

Le pouvoir de piégeage ou d'inhibition des extraits obtenus de notre espèce végétale 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 :

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

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

A₂ : Absorbance en présence de l'extrait végétal.

Les valeurs enregistrées des concentrations inhibitrices (IC₅₀), qui correspondent à la concentration de l'extrait végétal nécessaire pour piéger 50% du radical libre DPPH, sont exprimées en mg ou en µg/ mL.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Cette étude, qui porte sur l'impact du mode de séchage sur la qualité biochimique et l'activité biologique des extraits bruts de l'espèce *Hammada scoparia* de la région de Ghardaïa au sud Algérien nous a permis de citer les résultats suivants :

2.1. Tests biochimiques préliminaires

Les résultats des tests biochimiques préliminaires de la partie aérienne de l'espèce végétale *Hammada scoparia* sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 01 : Tableau récapitulatif des principaux composés du métabolisme secondaire de la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* de la région de Ghardaïa.

Métabolite	Région	
	Berriane	Metlili
Tanins catéchiques	(+)	(+)
Flavonoïdes	(+)	(+)
Saponosides	(+)	(+)
Anthocyanes	(+)	(+)
Leucoanthocyanes	(-)	(-)
Alcaloïdes	(+)	(+)
Terpènes	(+)	(+)
Stérols	(-)	(-)

(+) détecté, (-) non détecté.

A partir du tableau ci-dessous, les résultats obtenus des tests biochimiques préliminaires des principaux composés du métabolisme secondaire de la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* nous ont montré la qualité biochimique supérieure de cette espèce végétale. Autrement dit, ces tests ont mis en évidence la présence de six composés du métabolisme secondaire (tanins catéchiques, flavonoïdes, saponosides, anthocyanes, alcaloïdes et terpènes) et l'absence de deux autres composés aussi importants : leuco anthocyanes et stérols.

Cette richesse en métabolites secondaires notamment en composés phénoliques et en alcaloïdes pourrait justifier l'utilisation traditionnelle massive de la plante *Hammada scoparia*

par la population de Berriane et Metlili au niveau de la région de Ghardaïa. Nos résultats sont en parfaite concordance avec ceux obtenus par Alghazeer *et al.*, (2012a) sur *Hammada scoparia* de la région Libyenne et plus ou moins comparables avec ceux d’Ashraf *et al.*, (2013) sur *Hammada scoparia* de la région de Pakistan.

2.2. Rendements en extraits bruts

A partir des extractions par macération aqueuse que nous avons effectuée avec la poudre des parties aérienne et souterraine de notre espèce végétale séchée à l’air libre ou à l’étuve, nous avons pu calculer le rendement des extraits obtenus. Le rendement, qui a été déterminé en mg/g de matière végétale sèche, est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

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

R (%) : rendement en %.

PEB : poids de l’extrait brut.

PMV : poids de matière végétale sèche.

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

Tableau 02 : Rendement (%) en extraits bruts aqueux et teneur en polyphénols (mg EAG/ g MVS) de l’espèce *Hammada scoparia* de la région de Ghardaïa.

Sites	Berriane				Mettlili			
	A l’air libre		A l’étuve		A l’air libre		A l’étuve	
Mode de Séchage								
Extrait Aqueux	EAq. PA	EAq. PS	EAq. PA	EAq. PS	EAq. PA	EAq. PS	EAq. PA	EAq. PS
Rdt (%)	52.1	6.8	36.4	4	35.6	20	32.8	9.4
Teneur en PPT	158.89 ± 4.737	15.277 ± 0.240	188.994 ± 7.160	13 ± 0.017	256.676 ± 25.676	7.8 ± 0.424	257.4 ± 19.250	5.5 ± 0.033

A partir du tableau ci-dessus, le premier mode de séchage à l’air libre semble être meilleur qu’un séchage à l’étuve pour la plupart des résultats obtenus. Autrement dit, le séchage à l’air libre et à température ambiante a permis d’obtenir un rendement en extrait brut supérieur égal à 52.1 % de la poudre de la partie aérienne de l’espèce végétale *Hammada scoparia* de la région de Berriane. L’espèce de la région de Metlili vient en deuxième position avec un rendement plus ou moins inférieur de l’ordre de 35.6 % de la poudre de sa partie aérienne.

Quant au deuxième mode de séchage, des rendements faibles sont enregistrés, inférieurs à ceux obtenus à l'air libre, de l'ordre de 36.4 % de la poudre de la partie aérienne de l'espèce de Berriane et de 32.8 % de celle de la même partie de l'espèce de Metlili. Cela est certainement due à l'effet de la chaleur de l'étuve qui a été d'environ 45°C.

Pour ce qui est de la partie souterraine, et contrairement aux résultats de la partie aérienne, l'espèce de Metlili est devenue meilleure et en première position avec des rendements en extrait brut supérieurs à ceux de Berriane et dans les deux modes de séchage utilisés avec un maximum de l'ordre de 20 % à l'air libre. Cette différence dans les rendements en extraits bruts notamment en mode de séchage à l'air libre, est due probablement à la distribution inégale des métabolites secondaires entre les différentes parties de la plante étudiée (Benhammou *et al.*, 2009).

Les résultats obtenus des rendements en extraits bruts dans la partie aérienne de l'espèce de Berriane et de Metlili de la région de Ghardaïa sont en général meilleurs que ceux obtenus par Belhadj Tahar *et al.*, (2015) avec l'extrait butanolique de la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* de la région de Laghouat où un rendement assez faible de l'ordre de 6.2% est enregistré. De même, nos résultats sont meilleurs que ceux obtenus par Bourogaa *et al.*, (2012) sur la même espèce végétale *Hammada scoparia* de la région de sud-tunisien où un rendement égal à 15.07 % en extrait brut méthanolique est obtenue.

D'autre part, les résultats de la présente étude sont meilleurs que ceux obtenus dans les travaux de Mohammedi, (2013) réalisés sur la même espèce végétale de la région de Ghardaïa avec un rendement de l'ordre de 17.29 % en extrait brut méthanolique. Cependant, et par comparaison avec les résultats de Zerriouh, (2015) sur la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* de Ain Sefra (Naâma), un rendement en extrait brut hydro méthanolique (20.4%) inférieur à celui de notre espèce végétale est enregistré.

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 (Drioiche *et al.*, 2019).

D'autre part et en se référant aux travaux de Ghedadba *et al.*, (2014), les 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. En

effet, l'eau, le méthanol et le mélange hydro méthanolique sont considérés comme des meilleurs solvants d'extraction des composés naturels (Bekro *et al.*, 2007 ; Mohammadi 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 composés phénoliques (polyphénols totaux)

Les résultats de la teneur en polyphénols totaux sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme de matière végétale sèche (mg EAG/ g MVS). La courbe d'étalonnage est établie avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,9915$ (fig. 05).

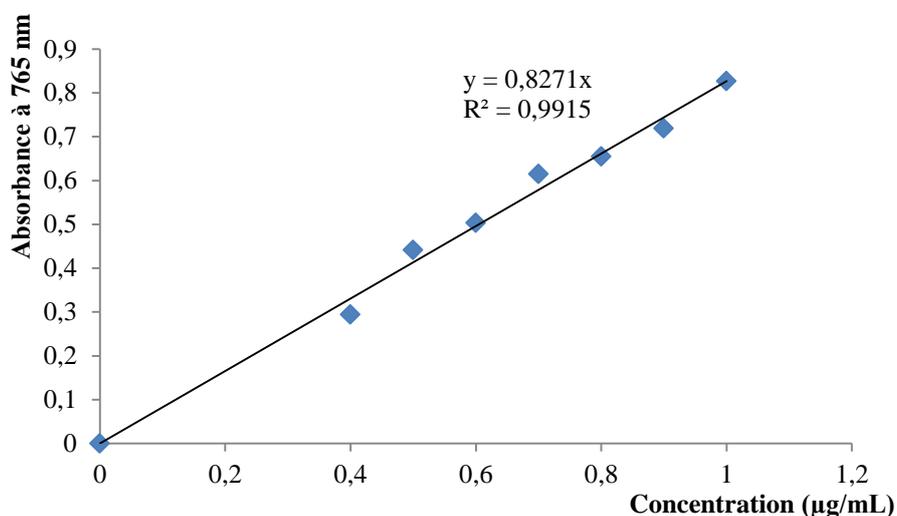


Figure 04 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

De la figure ci-dessus (fig. 04) de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique et à partir de l'équation de régression linéaire, nous avons évalué la teneur en polyphénols totaux dans les différents extraits de notre espèce végétale *Hammada scoparia* de Berriane et de Metlili au niveau de la région de Ghardaïa au Sahara septentrional algérien. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau précédent (tab. 02).

De la plupart des résultats obtenus, les extraits bruts de la partie aérienne de notre espèce végétale s'avèrent les plus riches en composés polyphénoliques notamment ceux obtenus par mode de séchage à l'étuve avec une teneur maximale de l'ordre de $257.48 \pm 19,250$ mg EAG/ g MVS et $188.994 \pm 7,160$ mg EAG/ g MVS contre $256.676 \pm 25,676$ mg EAG/ g MVS et $158.89 \pm 4,737$ mg EAG/ g MVS dans Metlili et Berriane respectivement. Cependant, les teneurs en composés polyphénoliques dans les extraits bruts de la poudre de la partie souterraine semblent être plus faibles avec des valeurs allant de 5 à 15 mg EAG/ g MVS avec une prédominance des teneurs évaluées après un séchage de la plante à l'air libre et à température ambiante.

Les teneurs élevées en polyphénols totaux que nous avons enregistré notamment dans la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* et plus particulièrement après un séchage de la plante à l'étuve pourraient justifier l'usage traditionnel massif de cette espèce végétale par la population de Berriane et Metlili de la région de Ghardaïa dans la partie nord du Sahara septentrional Algérien. Nous pouvons déduire aussi qu'un rendement élevé en extrait brut ne signifie jamais sa richesse en composés phénoliques et surtout en polyphénols totaux.

En bref, l'espèce *Hammada scoparia* de la région de Metlili est meilleure que celle de Berriane du point de vue richesse biochimique en composés polyphénoliques et plus particulièrement dans sa partie aérienne.

Par comparaison avec des travaux récemment publiés, nos résultats des teneurs en polyphénols totaux des extraits bruts aqueux de la partie aérienne de l'espèce des deux sites Berriane et Metlili de la région de Ghardaïa sont meilleurs que ceux obtenus par Alghazeer *et al.*, (2012a) où la teneur en polyphénols totaux dans la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* de la région Libyenne est de l'ordre de 119.76 ± 15.76 mg EAG/g MVS dans le même extrait brut. De même, les teneurs enregistrées dans les extraits bruts aqueux de la partie aérienne de notre espèce végétale des deux sites étudiés sont complètement meilleurs par comparaison avec les résultats de Bouaziz *et al.*, (2016) où la teneur en polyphénols totaux dans l'extrait brut méthanolique de la partie aérienne de la même espèce végétale de la région de Sfax en Tunisie est d'environ 59.75 ± 1.80 mg EAG/g MVS.

Quant aux résultats de notre espèce de Berriane, une parfaite concordance est enregistrée avec ceux de Rached *et al.*, (2010) où une teneur égale à 163.16 mg EAG/g MVS est enregistré dans l'extrait brut aqueux. De même, une similitude est obtenue avec les résultats de Louerrad

et al., (2016) sur l'extrait brut aqueux de la partie aérienne de la même espèce de la région de Béchar avec une teneur de 161.49 mg EAG / g MVS. Par ailleurs, nos résultats sont meilleurs que ceux de Belhadj Tahar *et al.*, (2015) qui ont publiés des travaux avec des teneurs faibles en polyphénols totaux de l'ordre de 62.590 ± 2.051 mg EAG /g MVS dans les extraits bruts butanoliques. De ce fait, une teneur élevée en polyphénols totaux est liée à la grande solubilité des composés phénoliques dans les solvants polaires (Ghedadba *et al.*, 2014).

En général, cette différence dans les résultats obtenus peut être liée d'une part, aux diverses conditions expérimentales (polarité des solvants d'extraction, quantité de matière végétale, techniques d'extraction) (Green, 2004 ; Hayouni *et al.*, 2007 ; Benkherara et Bordjiba, 2018) et d'autre part aux variations environnementales édaphoclimatiques (Ksouri *et al.*, 2008 ; Belyagoubi-Benhammou, 2014).

2.4. Pouvoir antioxydant (test de DPPH)

Le pouvoir antioxydant des extraits bruts aqueux de la partie aérienne et souterraine de l'espèce végétale *Hammada scoparia* de Berriane et Metlili de la région de Ghardaïa au Sahara septentrional Algérien, est évalué en mesurant les moyennes des valeurs des IC50 vis-à-vis du radical libre DPPH. Les valeurs de la concentration inhibitrice (IC50) correspondent à la concentration en mg ou en $\mu\text{g}/\text{mL}$ de l'extrait végétal nécessaire pour piéger 50 % des radicaux libres DPPH présents dans le mélange réactionnel. Les valeurs des IC50 de l'antioxydant de synthèse ou de référence utilisé dans cette étude (trolox) sont également évaluées. Des valeurs d'IC50 élevées indiquent une faible activité antioxydante.

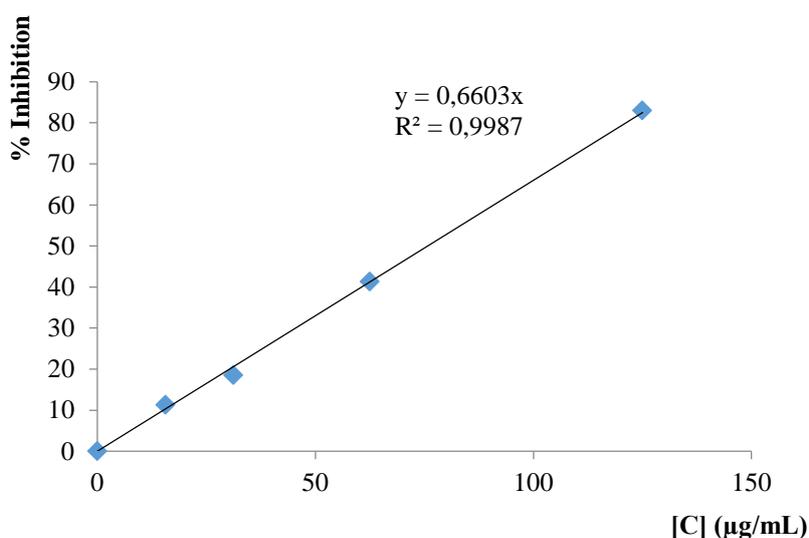


Figure 05: Courbe d'étalonnage de l'antioxydant de synthèse (trolox)

A partir des figures des courbes d'étalonnage du trolox (fig. 05) et des courbes des extraits bruts aqueux de notre espèce végétale (fig. 06) et à partir des équations de régression linéaire, nous avons pu calculer les différentes valeurs d'IC50 du pouvoir inhibiteur du radical libre stable DPPH. Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau ci-dessous (tab. 03).

Tableau 03: Résultats globaux du pouvoir antioxydant des extraits bruts de l'espèce *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin.

Sites	Berriane				Metlili				Trolox
Mode de Séchage	à l'air libre		à l'étuve		à l'air libre		à l'étuve		
Extrait aqueux	EAq. PA	EAq. PS	EAq. PA	EAq. PS	EAq. PA	EAq. PS	EAq. PA	EAq. PS	
IC50 (mg/ mL)	3.662± 0.158	2.831± 0.094	4.059± 0.184	2.941± 0.001	2.631± 0.001	2.5± 0.001	2.503± 0.102	2.35± 0.001	0.75± 0.901

D'une manière générale, les extraits bruts aqueux de la partie souterraine de l'espèce *Hammada scoparia* de Metlili présentent le plus fort pouvoir inhibiteur du radical libre DPPH avec des valeurs faibles d'IC50 allant de 2.3 à 2.6 mg/ mL. Quant à l'espèce de Berriane, les meilleurs pouvoirs inhibiteurs sont également enregistrés en présence des extraits bruts de la partie souterraine avec des valeurs d'IC50 plus ou moins faibles variant entre 2.8 et 2.9 mg/ mL. Ces pouvoirs inhibiteurs des extraits bruts obtenus s'avèrent inférieurs par rapport à celui du trolox qui s'est montré très puissant et ayant une très grande capacité dans la réduction du radical libre DPPH.

Pour ce qui est du mode de séchage le plus approprié, les résultats obtenus ont démontré que les meilleurs pouvoirs inhibiteurs du radical libre DPPH sont enregistrés généralement en présence des extraits bruts aqueux obtenus par un séchage à l'air libre et ce n'est pas à l'étuve.

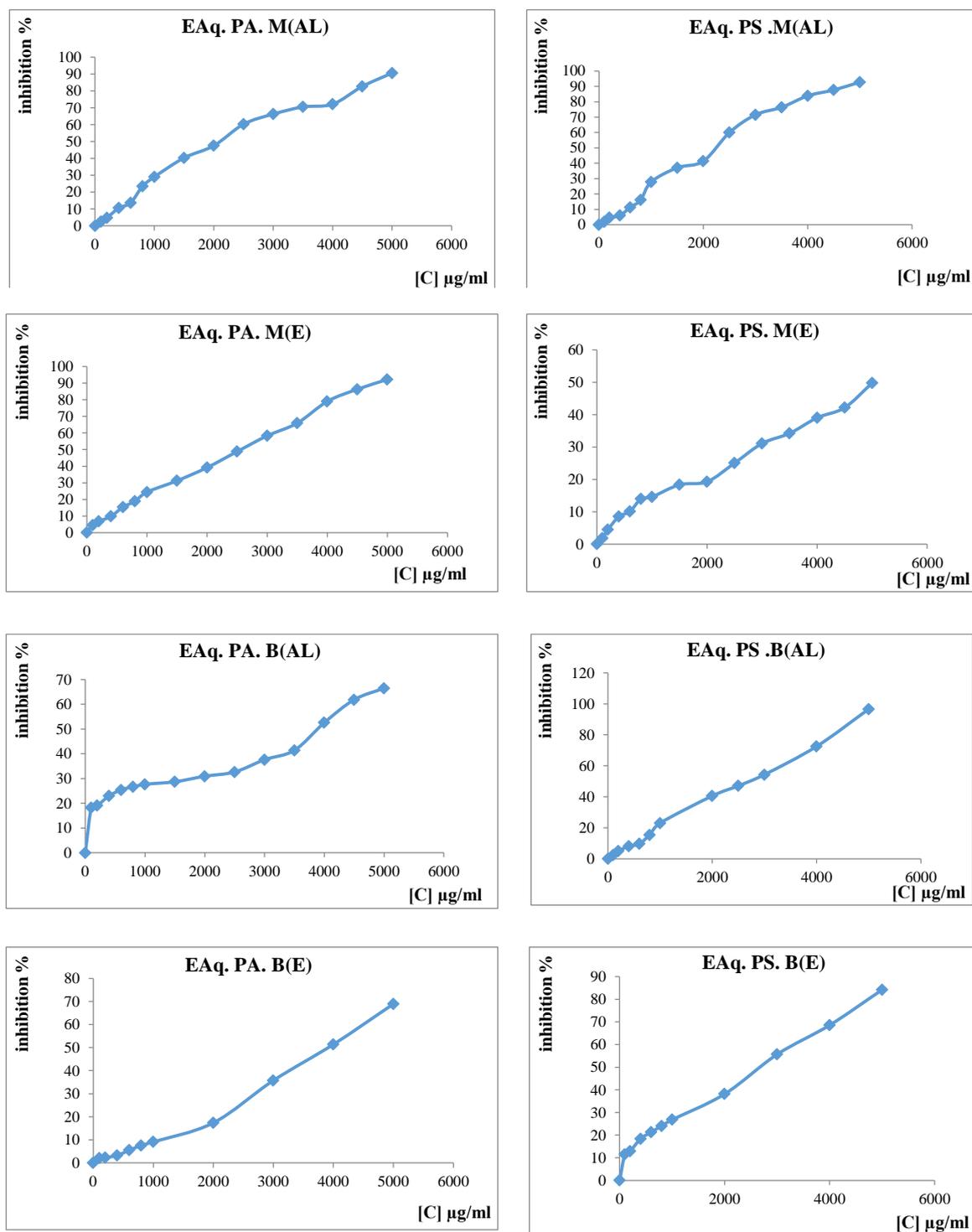


Figure 06: Figures représentatives des résultats de l'activité antioxydante des extraits bruts de l'espèce *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin.

(EAq : extrait aqueux, PA : Partie aérienne, PS : Partie souterraine, M : Metlili, B : Berriane, AL : à l'air libre, E : à l'étuve)

Les résultats obtenus révèlent que les extraits bruts isolés de l'espèce des deux sites concernés Metlili et Berriane de la région de Ghardaïa sont très actifs et présentent en général des activités antioxydantes supérieures avec des IC50 faibles ou moyennement faibles. Cela est probablement lié à la complexité de ses extraits bruts en substances polyphénoliques y compris les tanins, flavonoïdes et les anthocyanes et la synergie entre eux pour une meilleure activité antioxydante (Vermerris et Nocholson, 2006).

Par comparaison avec des résultats de nombreuses études qui ont évalué le potentiel antioxydant des extraits de l'espèce *Hammada scoparia* qui a fait l'objet de notre étude, les résultats obtenus sont en parfaite concordance avec ceux obtenus par Bouaziz *et al.*, (2016) avec l'extrait méthanolique de la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* de la région de Sfax en Tunisie avec un pouvoir inhibiteur plus ou moins similaire. Par ailleurs, et dans ce même contexte Bourogaa *et al.*, (2012) ont montré une forte activité de piégeage du radical libre stable DPPH, comme celle retrouvée avec nos extraits bruts aqueux, en présence de l'extrait méthanolique de la même espèce *Hammada scoparia* de la Tunisie.

D'autre part, ce puissant pouvoir de piégeage du radical libre stable DPPH par les extraits polyphénoliques est également signalé dans les travaux d'Alghazeer *et al.*, (2012b) sur la même espèce végétale de différentes régions de la Lybie.

En bref, les extraits bruts aqueux de notre plante ont présenté un grand pouvoir antioxydant face aux radicaux libres. 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.

D'autre part et quant à la capacité antioxydante vis-à-vis des radicaux libres, diverses études ont déterminé expérimentalement les capacités des extraits naturels 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 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 outre, la solubilité des composés phénoliques est affectée par la polarité du solvant utilisé (Khoddami *et al.*, 2013).

Par conséquent, il est très difficile de développer un procédé d'extraction approprié à l'extraction de tous les composés phénoliques de la plante (Garcia-Salas *et al.*, 2010 ; Jokic *et al.*, 2010).

Les solvants apolaires ou faiblement polaire sont par contre recommandés pour récupérer sélectivement les acides tanniques de haut poids moléculaire (Tian *et al.*, 2009). Les arômes dérivés des acides hydroxycinnamiques sont quant à eux habituellement extraits par des solvants apolaires tels que le chloroforme et la diéthyléther (Collin et Crouzet, 2011).

Cet effet antiradicalaire pourrait devenir potentiellement intéressant 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). L'effet scavenger des flavonoïdes est attribué à leur faible potentiel redox qui les rend thermodynamiquement capable de réduire les radicaux libres par un transfert d'atome d'hydrogène à partir des groupements hydroxyle (Siddhuraju et Becker, 2007). En outre, dans le but d'identifier les sites potentiels au sein des flavonoïdes qui sont responsables sur l'effet antiradicalaire vis-à-vis du radical DPPH, plusieurs travaux ont étudié la cinétique et le mécanisme réactionnel des flavonoïdes avec ce radical stable. De plus, Amic *et al.*, (2003) ont mis en évidence la relation structure fonction de 29 flavonoïdes (flavones, flavonols et flavanones) et leurs capacités de piéger le radical DPPH et par conséquent, la variabilité structurale de ces même flavonoïdes affecte de façon non négligeable cette activité.

La configuration et le nombre total de groupements hydroxyle ont une influence sur le mécanisme de l'activité antioxydante (Heim *et al.*, 2002 ; Bougandoura, 2011) et à titre indicatif, les composés les plus actifs sont ceux qui combinent les trois critères suivants :

Une structure ortho-dihydroxy (groupement catéchol) dans le cycle B qui confère la stabilité au radical flavonoxy et participe à la délocalisation des électrons.

Une double liaison C2-C3 en conjugaison avec la fonction 4-oxo dans le cycle C fournissant une délocalisation des électrons à partir du cycle B.

La présence des groupements hydroxyle en position C3 et C5 fournissant une liaison hydrogène au groupe oxo (Croft, 2006).

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 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 *et al.*, 2007), 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 ET PERSPECTIVES

A la fin de cette étude, il est important d'évoquer les principaux résultats que nous avons obtenu.

Les tests biochimiques préliminaires ont permis de mettre en évidence la présence de six composés du métabolisme secondaire (flavonoïdes, tanins galliques, anthocyanes, saponosides, alcaloïdes et terpènes) et l'absence des leuco anthocyanes et stérols dans la partie aérienne de l'espèce *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin des deux sites étudiés Metlili et Berriane de la région de Ghardaïa au sud Algérien.

Le séchage à l'air libre et à température ambiante est avéré le meilleur et a permis d'obtenir des rendements élevés en extraits bruts aqueux avec un maximum de l'ordre de 52.1% de la poudre de la partie aérienne de l'espèce de Berriane. Les extraits bruts de la partie aérienne de notre plante semblent être en général les plus riches en composés polyphénoliques pour les deux modes de séchage adoptés et avec une teneur maximale égale à 257.48 mg EAG/ g MVS.

De l'ensemble des résultats obtenus, de l'activité antioxydante évaluée par les tests *in vitro* vis-à-vis du radical libre DPPH, les extraits bruts aqueux de la partie souterraine de l'espèce de Metlili présentent le plus fort pouvoir inhibiteur du radical DPPH avec des valeurs d'IC50 plus ou moins faibles ne dépassant pas 2.6 mg/mL. D'une manière générale, les tests effectués révèlent que les extraits isolés de l'espèce des sites concernés de la région de Ghardaïa sont très actifs et présentent en général des activités antioxydantes supérieures. 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 dans de l'eau que dans d'autres solvants qui sont certainement moins polaires. Les activités inhibitrices des extraits isolés s'avèrent inférieures par rapport à celle du trolox qui s'est montré très puissant et possède une très forte capacité de piégeage du radical libre DPPH.

Enfin, nous pouvons dire que les extraits bruts aqueux de l'espèce *Hammada scoparia* sont très prometteurs quant à leur pouvoir antioxydant. De ce fait, Des applications *in situ* dans le traitement des maladies dues à certains radicaux libres peuvent être envisagées. Nous pouvons souligner les perspectives suivantes :

Approfondir les études concernant la séparation, la purification, l'identification et la caractérisation des principes actifs de ces extraits bruts du point de vue qualitatif et quantitatif.

Déterminer leurs Chémotypes exacts et complets par HPLC/ MS et RMN.

Evaluer *in vitro* d'autres activités biologiques de sa partie aérienne et souterraine.

Envisager des expériences *in situ* en testant ces principes actifs sur des cas pathologiques.

Il serait également intéressant d'extraire les autres principes actifs de la plante et de tester leur pouvoir antioxydant.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Adenot I. Le pharmacien et les plantes. Les cahiers de l'Ordre national des pharmaciens, Paris. 2012 ; 32p.

Adouane M., Haddadi M., Benamrane N., Touafek K, Khelifa A., Tabet I. 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. 2014 ; 14 : 87-92.

Aguilera., Lorgio E., Gutierrez., Julio R., Moreno., Raul J. Vesiculo arbuscularmycorrhizaeas sociated with saltbushes *Atriplex*spp. (Chenopodiaceae) in the Chilean arid zone. Revista Chilena de Historia Natural. 1998; 71: 291-302.

Alghazeer R., Al- Najjar A., El-Saltania H., Ergeaec N. The lipolytic effect of the extracts of *Hammada scoparia* And Green Tea (*Camellia Sinensis*) on the lipid profiles of white New Zealand rabbits. Journal of phototherapy and pharmacology. 2012a; 2: 01-13.

Alghazeer R., El-Saltani H., Saleh N., Al-Najjar A. and Hebail F. Antioxidant and antimicrobial properties of five medicinal Libyan plant extracts. Natural Science. 2012b; 4: 324-335.

Amic D., Davidovic-Amic D., Beslo D., Trinajstic N. Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *CroaticaChemica Acta*. 2003; 76:55-61.

ANDI, 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).

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.

Ashraf M. A., Mahmood K., Wajid A., Qureshi A. K., Gharibreza M. Chemical constituents of *Haloxylon salicornicum* plant from Cholistan Desert, Bahawalpur, Pakistan. Journal of Food, Agriculture and Environment. 2013; 11: 1176-1182.

Atmani D., Chaher N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N. Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. Food Chemistry. 2009; 112:303-309.

Bechlem H. Etude phytochimique et biologique de deux plantes médicinales Algériennes. Thèse de doctorat. Université des frères mentouri-constantine. 2018 ; 3p.

Bekro Y. A., Mamyrbekova J. A., Boua B., Fezan H., Ehouan E. Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *caesalpinibenthiana* (Baill.) Herend. Et Zarucchi (Caesalpinaceae). *Sciences and nature*. 2007; 4: 217- 225.

BelhadjTahar S., Hadj-Mahammed M., Yousfi M. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 2015; 11: 258-264.

Belyagoubi-Benhammou N., Belyagoubi L., Bekkara F. A. Phenolic contents and antioxidant activities in vitro of some selected Algerian plants. *Journal of medicinal plant research*. 2014, 8, 1198-1207.

Benhammou N., Bekkara F. A., Panovska T. K. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplexhalimus*. *comptes rendus chimie*. 2009; 12: 1259-1266.

Benkherara S. et Bordjiba O. Phytochemical study and *in vitro* antioxidant activities of *Hammada scoparia* extracts from southeastern Algeria. *Asian journal of pharmaceutical and clinicalresearch*. 2018; 11: 187-192.

Benbitour S, Benadda L, Baba amer Z . Etude de potabilisation des eaux des forages de la ville de Metlili. Université de Ghardaia . 2017 ; 10 :4-2.

Bensaha H. et arbouch R. 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*. 2016 ; 4 :31-36.

Ben Salah H., Jarraya R., Martin MT., Veitch NC., Grayer RJ., Simmonds MS., Damak M. Flavonol Triglycosides from the Leaves of *Hammada scoparia* (POMEL) Iljin. *Chemical and pharmaceutical bulletin*. 2002; 50 : 1268-1270.

Benesseddik A. Etude hydrogéologique de la région de Metlili (Ghardaia). Mémoire de master. Université de Kasdi Merbah Ouargla. 2018. 4-5p.

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.

Bouaziz A., Mhalla D., Zouari I., Jlaïel L., Tounsi S., Jarraya R., Trigui M. Antibacterial and antioxidant activities of *Hammada scoparia* extracts and its major purified alkaloids. South African journal of botany. 2016 ; 105: 89-96.

Bougandoura N .Pouvoir antioxydant et antimicrobien des extraits d'espèces végétales *Satureja calamintha* ssp *nepta* (nabta) et *Ajugaiva* L. (Chendgoura) de l'ouest d'Algérie. Mémoire de Magister. Université Aboubakr Belkaid-Tlemcen. 2011. 75p.

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

Bourogaa E., Bertrand J., Despeaux M., Jarraya R., Fabre N., Payrastra L., Demur C., Fournie J J., Damak M., EL Feki A., Racaud-Sultan C. *Hammada scoparia* flavonoids and rutin kill adherent and chemoresistant leukemic cells. Leukemia Research. 2011; 35: 1093 -1101.

Bourogaa E., Nciri R., Mezghani-Jarraya R., Racaud-Sultan C., Damak M., El Feki A. Antioxidant activity and hepatoprotective potential of *Hammada scoparia* against ethanol-induced liver injury in rats. Journal Of Physiology And Biochemistry. 2012; 69: 37-227.

Cehma A. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Université kasdimerbah, Ouargla. 2006.

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

Collin S. et Crouzet J. Polyphénols et procédés : transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire. TEC & DOC., Lavoisier, Paris. 2011; 339p.

Croft K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. Annals of the New York Academy of Sciences. 2006; 854: 435-442.

D.P.A.T. Direction planning d'aménagement territoire. Wilaya de Ghardaïa. Atlas Ghardaia. 2009. 165p.

Dahou F. Etude des sols alluvionnaires d'oued Metlili. These de magister . Universite de kasdi Merbah Ouargla. 2013. 9p.

Daira.H., Maazi.M.Ch., Chefrour.A. Contribution à l'étude phytochimique d'une plante médicinale (ammoides verticillatadesf. Briq.) de l'Est Algérien. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège. 2016 ; 85 : 276 – 290.

Dohou N., Yamni K., Tahrouch S.,idrissihassani L.M., Bodoc A.,Gmira N. Screening phytochimique d'une endemique ibero-marocain, Thymelaealyroides, Bull. Société de Pharmacie de Bordeaux. 2003; 142: 61-78.

Donatien K .enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction, identification d'alcaloïdes -caractérisation, quantification de polyphénols : Etude de leur activité antioxydante. Thèse de Doctorat. Université paulverlainedemetz–upv-m (france). 2009 : 14 p.

DPSB, 2017. Monographie de la wilaya de Ghardaïa. Ghardaïa (Algérie) : Direction de la planification et du suivi budgétaire. 179 p.

Drioiche A ., Benhlima N ., Kharchouf S ., El-Makhoukhi F ., Mehanned S., Adadi I., Aaziz H., kouhelombo F., Gressier B., Eto B., Zair T. Antimicrobial And Antiradical Properties Of *Hammada scoparia (Pomel) Iljin*. Journal Of Alternative And complementary medicine . 2019; 2 : 1-14.

El Rhaffari L., Zaid A., Hammani K., Benlyas M. Traitement de la leishmaniose cutanée par la phytothérapie au Tafilalet .Biologie et santé. 2002; 1: 45- 54.

El-Waziry A. 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.

Falleh H. A., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba N., Chedly A. Phenolic composition of *Cynaracardunculus L.* Organs and their biological activities Pharmacology, toxicology. 2008 ; 331: 372–379.

Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D., Guo Z. Place des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé. 1986 ; 64: 159-175.

Garcia-Salas P., Morales-Soto A., Segura-Carretero A., Fernandez –Gutiérrez A. Phenolic-Compound-Extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules*. 2010; 28: 206-212.

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 *Marrubiumvulgare L.* *Algerian Journal of Natural Products*. 2014; 2: 64-74.

Green R. J. Antioxydant activity of peanut plant tissues. Master's Thesis. Department of food science. Faculty of north california state university (USA). 2004; 23p.

Guemari F. Etude des systèmes traditionnels de capatge des eaux et d'irrigation dans les oasis de la vallee de m'zab cas des oasis de Metlili, el Atteuf, Guerrara, Beniizguene, Berriane et Bounoura. Mémoire magister. Université Kasdi Merbah, Ouargla. 2009:68p.

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.

Hayouni E., Abedrabba M., Bouix M. And Hamdi M.; The effects of solvent and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quecusoccifera L.* And *Juniperus phoenicea L.* Fruit extracts; *Food Chemistry*. 2007; 105:1126-1134.

Heim K. E., Tagliaferro A. R., Bobilya D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2002; 13: 572-584.

Jarraya R. et Damak M. Alcaloïdes des feuilles de *Hammada scoparia (pomel) Iljin*. *Journal de la société chimique de Tunisie*. 2001 ; 4 : 941-948.

Javanovic S. V., Steenken S., Tosic M., Marjanovic B., Simic M. J. Flavonoids as antioxidants. *Journal of the American Chemical Society*. 1994; 116:4846-4851.

Jokic S., Velic D., Bilic M., Bucic-Kojic A., Planinic M., Tomas S. Modelling of the process of solid-liquid extraction of total polyphenols from Soybeans. *Czech journal of food sciences*. 2010; 28: 206-212.

Kalla A. Etude et valorisation des principes actifs de quelques plantes du sud algérien : *Pituranthos scoparius*, *Rantherium adpressum* et *Traganum nudatum*. Thèse de Doctorat. Université Mentouri, Constantine. 2012 ; 1p.

Kemassi A., Darem S., Cherif R., Boual Z., Sadine S., Aggoune M. S., Ould el hadj-khelil A., Ouldelhadj M. D. 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*. 2014; 1: 1- 5.

Khelif A A., Remini B. The sharing of flood waters in the ksours of Ghardaia and Berriane (Algeria) hydraulic study. *Geoscience Engineering*. 2019 ; 2 : 44 – 57.

Khene B. Caractérisation d'un agrosystème oasien vallée du m'Zab et Guerrara (Wilaya de Ghardaia). Mémoire magister. Université kasdi Merbah, Ouargla. 2007.

Khene B. Dynamique des systèmes de production phoenicicoles et promotion de la filière « dattes » : perspectives de développement - Cas de la région de Ghardaïa .Thèse de Doctorat. Université kasdi merbah, Ouargla. 2013.

Khoddami A, Wilkes MA and Roberts TH. Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. *Molecules*. 2013; 18: 2328- 2375.

Koffi E., Sea T., Dodehe Y., Soro S. Effect of solvent type on extraction of polyphrnols from twenty three ivorian plants. *Journal of animal and plant sciences*. 2010; 5: 550-558.

Lee k. W., kimy. J., lee H. J., Lee C. Y. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*. 2003; 51: 7292-7295.

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.

Louerrad Y., Haddi R., KaidHarche M. Etude de la peroxydation lipidique chez une plante médicinale *Haloxylon scoparium* (Pomel). Journal of bioresources valorization. 2016; 1: 28-33.

Macheix J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. Les composés phénoliques végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechnique et universitaires romandes, Lausanne, Suisse. 2005 ; 1p.

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

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

Mohammedi Z. et Atik F. Impact of Solvent Extraction Type on Total Polyphenols Content and Biological Activity from *Tamarixaphylla* (L.) Karst. International Journal of Pharma and Bio Sciences. 2011; 2: 609-615.

Mohammedi Z. Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat. Université aboubakr belkaid, Tlemcen. 2011; 20p.

Mohammedi Z. Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat. Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen. 2013 ; 94p.

Nouh-Mefnoune B. Contribution à la stratigraphie de la barre carbonatée céno-manoturonienne de la plate-forme saharienne : étude des affleurements de Ghardaia (dorsale du M'Zab). Mémoire d'ingénieur d'état. Université des sciences et de la technologie Houari Boumedienne, Alger. 2006.

OPVM. Ksar de Berriane ; L'Office de la protection de la vallée du m'Zab.

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

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.

Rached W., Benamar H., Bennaceur M., Marouf A. Screening of the antioxidant potential of some Algerian Indigenous plants. *Journal of Biological sciences*. 2010; 10: 316-324.

Rimjhim S., Kumari N., Jainendra K. Preliminary phytochemical screening of methanolic extract of *clerodendronin fortunatum*. *International organization of scientifique 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.

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.

Shakya A. K. Medicinal plants: Future source of new drugs. *International journal of herbal medicine*. 2016; 4: 59-64.

Siddhuraju P. et Becker K. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Seed extracts. *Food Chemistry*. 2007; 101:10-19.

Singleton V. L et Rossi J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American journal of technology and viticulture*. 1965; 16: 58-144.

Sofowora A. *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. Académie Suisse des sciences naturelles. Suisse, 2010: 22p.

Solfo R. *Etude d'une plante médicinale malgache buxus madagascariensis baill.* Edition de l'office de la recherche Scientifique et technique d'outre-mer, Paris. 1973; 90 p.

Tian F., Li B., Zhang G., Luo Y. Identification and structure-activity relationship of gallotannis separated from *Galla chinensis*. *Lebensmittel-Wissenschaft&Technologie (LWT) – Food Science and Technology*. 2011; 42: 1289-1295.

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

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.

Zerriouh M. Contribution à l'étude phytochimique et activité antidiabétique de *Hammada scoparia* (Pomel), « Remth ». Thèse de Doctorat. Université aboubekr Belkaid, Tlemcen. 2015 ; 56p.

Zitout M. Contribution à l'étude des paramètres de la production (lait) et la reproduction chez le dromadaire population Chaanbi dans la région Metlili. Thèse magister .Université Kasdi Merbah Ouargla. 2007 ; 20 p.

ABSTRACT

This study is carried out with the aim of verifying the specificity of a plant with medicinal interest: *Hammada scoparia* (Pomel) Iljinor Saligne à balai in two different sites Metlili and Berriane of the region of Ghardaia in the northern Algerian Sahara, from the point of view biochemical and biological in particular the antioxidant activity of the crude aqueous extracts obtained by cold maceration of the aerial and root parts dried in the open air or in an oven (45° C). To do this, tests for the presence or absence of the main compounds of the secondary metabolism of the plant are carried out. Dry extracts by aqueous maceration are obtained and their yields are then determined by following the two drying methods concerned. The total polyphenol contents in its crude extracts are then evaluated and their antioxidant potential against the free radical DPPH is finally determined.

From most of the results obtained, the first method of drying, in the open air, seems to be better than drying in the oven for most of the results obtained. In other words, drying in the open air at room temperature made it possible to obtain a yield of crude extract greater than 52.1% of the powder of the aerial part of the plant species *Hammada scoparia* de Berriane. In general, the crude extracts from the aerial part of our plant species are found to be the richest in polyphenolic compounds for both drying methods with a maximum content of around 257.48 mg GAE/ g DPM.

Antioxidant potency tests show that crude extracts isolated from the species from the two relevant sites in the Ghardaia region are very active and generally exhibit superior antioxidant activities. In general, the crude aqueous extracts from the underground part of the Metlili species exhibit the strongest inhibitory power of the DPPH radical with more or less low IC50 values not exceeding 2.6 mg / mL. These inhibitory powers of the crude extracts obtained are found to be lower compared to that of trolox which has been shown to be very potent and to have a very high capacity in reducing the free radical DPPH.

To end, the *Hammada scoparia* species from the Metlili region is much more better than that of Berriane from the point of view of biochemical richness in polyphenolic compounds and antioxidant activity, especially in its root part.

Key words: *Hammada scoparia*, Ghardaia, Phytochemistry, Crude extract, Antioxidant potential.

ملخص

أجريت هذه الدراسة بهدف التحقق من خصوصية نبتة ذات فائدة طبية: الرمث *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin أو Saligne à balai في موقعين مختلفين متليلي وبريان في منطقة غرداية شمال الصحراء الجزائرية من وجهة نظر البيوكيميائية والبيولوجية على وجه الخصوص النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات المائية الخام التي يتم الحصول عليها عن طريق النقع البارد للأجزاء الموجودة فوق الأرض وتحت الأرض المجففة في الهواء الطلق أو في فرن (45 درجة مئوية). للقيام بذلك ، يتم إجراء اختبارات لوجود أو عدم وجود المركبات الرئيسية لعملية الايضية الثانوية للنبات. يتم الحصول على المستخلصات الجافة بالنقع المائي ثم يتم تحديد محصولها باتباع طريقتين التجفيف المعينين. ثم يتم تقييم إجمالي محتويات البوليفينول في مستخلصاته الخام ويتم تحديد إمكاناتها المضادة للأكسدة ضد الجذور الحرة DPPH في النهاية.

من معظم النتائج التي تم الحصول عليها، يبدو أن الطريقة الأولى للتجفيف، في الهواء الطلق، أفضل من التجفيف في الفرن لمعظم النتائج التي تم الحصول عليها. بمعنى آخر ، أتاح التجفيف في الهواء الطلق في درجة حرارة الغرفة الحصول على محصول من المستخلص الخام أكبر من 52.1% من مسحوق الجزء الجوي من نوع نبات الرمث بريان. بشكل عام ، تم العثور على المستخلصات الخام من الجزء الجوي من الأنواع النباتية لدينا لتكون الأغنى في مركبات البوليفينول لكلتا طريقتين التجفيف مع أقصى محتوى يبلغ حوالي 257.48 ملغ EAG / غ MV.S.

تظهر اختبارات فاعلية مضادات الأكسدة أن المستخلصات الخام المعزولة من الأنواع من الموقعين ذوي الصلة في منطقة غرداية نشطة للغاية وتظهر بشكل عام أنشطة فائقة في مضادات الأكسدة. بشكل عام ، تُظهر المستخلصات المائية الخام من الجزء الموجود تحت الأرض من أنواع متليلي أقوى قوة تثبيط لجذر DPPH مع قيم IC50 منخفضة أكثر أو أقل لا تتجاوز 2.6 مغ / مل. تم العثور على هذه القوى المثبطة للخلاصات الخام التي تم الحصول عليها لتكون أقل مقارنة بتلك الموجودة في trolox والتي ثبت أنها قوية جدًا ولها قدرة عالية جدًا في تقليل الجذور الحرة DPPH.

باختصار ، تعتبر أنواع الرمث من منطقة متليلي أكثر أو أقل هي أفضل من تلك الموجودة في بريان من وجهة نظر الثراء البيوكيميائي في المركبات البوليفينول والنشاط المضاد للأكسدة ، خاصة في الجزء السفلي منها.

الكلمات الدالة: الرمث *Hammada scoparia*، غرداية، الفيتوكيمياء، مستخلص خام، مضادات الأكسدة.