

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie.

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes.

Intitulé du thème :

**Evaluation de l'activité antioxydante des
huiles essentielles de l'*Atriplex halimus L*,
du Sud de Sidi Bel Abbès.**

Algérie occidentale

Présenté par : ZOUICHE Meriem

ZITOUN Bouchra

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mme TOUMI Fouzia. Professeur. (SNV. UDL. SBA.)

Examineur : Mme MOURI Charaf MCB. (SNV. UDL. SBA.)

Promoteur : Mme HELLAL Tijania. MCB (SNV. UDL . SBA)

Année universitaire 2020 – 2021

Session : « JUIN 2021 »

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

« Le don d'une plante utile me paraît plus précieux que la découverte d'une mine d'or et d'un monument plus durable qu'une pyramide »

Bernardin de saint-pierre
Le jardin des pamplemousses
Ile Maurice

Remerciements

Avant tout, Nous rendons nos profondes gratitude

à Dieu pour nous avoir données le souffle, l'énergie

et la volonté pour réaliser cette étude.

Nous tenons à remercier vivement notre promotrice

Mme " Hessel Tijania " qui a proposé et dirigé ce travail.

Nous tenons également à remercier les membres de jury,

Madame TOUMI. Fouzia, Professeur à l'Université

Djilali Liabès, Sidi Bel Abbès et Madame MOURI

Charaf Maître de conférence B à l'Université Djilali

Liabès, Sidi Bel Abbès

Enfin, nos remerciements à tous ceux qui ont contribué

de près ou de loin, à l'élaboration de ce modeste mémoire.

Dédicace

*Je dédie ce travail à mon père et ma chère mère,
Dieu les bénisse, pour leur bonté, leur générosité, et
encouragement,*

A Mes chères sœurs

*Et à tous ceux qui m'ont encouragée et soutenue tout au
long de mon parcours d'étude*

A mon encadreur Mme Hellal

En fin, à tous ceux qui m'aiment.

Meriem



Dédicace

Au nom de Dieu le tout clément et miséricordieux

Je tiens à dédier mon travail à :

A ma chère mère

A mon cher père

Pour leur soutien moral et leurs conseils

A mes sœurs

A mon frère

Aux cœurs si bons

Zui m'ont apportée bonheur et enthousiasme

Et qui m'ont prêtée aide et support dans les moments difficiles.

A mon encadreur Mme Hellal. 7.

Zui nous a été d'un grand apport.

A toute ma famille

Bouhra



Résumé

Les plantes étaient toujours au service de l'homme. Elles lui ont assuré soins et nourriture. L'"*Atriplex halimus.L*" fait partie du cortège des plantes médicinales, et ne manque pas de présence dans notre Algérie. Le savoir, cumulé au cours des années, du bon usage des plantes médicinales s'est transmis de père en fils, et a fait le sujet de plus d'une étude ethnobotanique. De plus, plusieurs travaux antérieurs se font pencher sur la détermination des activités biologiques de l'*A.halimus*. De notre part, nous nous sommes intéressés à cette plante et à l'étude de l'activité antioxydante des huiles essentielles qu'elle contient dans ses feuilles par le protocole de réduction par le DPPH décrit par Benhammou et *al*, 2009, et le calcul de l'IC50.

Cueillies dans leur fief : Ras El ma, commune du Sud de Sidi Bel Abbas ; région idéale pour la végétation et le développement de l'*Atiplex halimus*, et après une préparation soigneuse, les feuilles se font soumises à une extraction de leurs huiles essentielles (HE) par la technique d'hydrodistillation au laboratoire de la faculté SNV-UDL. Leur rendement était estimé très faible, chiffré à 0,08%, mais suffisant pour entretenir le reste de notre objectif.

L'activité antioxydante *in vitro* a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH selon le protocole sus cité. Les concentrations inhibitrices ont été calculées ainsi que le pourcentage IC50 relatif à notre produit. Les valeurs de l'IC50 de deux échantillons testés sont estimées à (0.31 ±0.33mg/ml /0.35 ±0.33mg/ml), très basses par comparaison à celles de Rachide.I et *al* ; 2017, travaillant sur l'activité antioxydante par le teste de DPPH des espèces *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata* et *Citeus limonum*, avec des IC50 évaluées à (4,57±0.80 ; 201.34±2.58 ; 1000±3.20) respectivement. Les HE de l'*Atriplex halimus* sont donc de faible efficacité antioxydante. Cependant, d'autres études ont montré qu'elles possèdent une capacité antioxydante assez satisfaisante faisant de la plante un remède anticancéreux conseillé du fait de son effet antiprolifératif et cytotoxique contre les cellules néoplasiques chez l'homme.

Mots clés : Huiles essentielles, *Atriplex halimus.L*, Hydrodistillation, Activité antioxydante, Pouvoir antiprolifératif

ملخص

تكون النباتات دائما في خدمة الانسان فهي تضمن جزء من علاجه وتغذيته.

نبات القطفة *Atriplex halimus* هي واحدة من النباتات الطبية المتواجدة في الجزائر؛ وقد تم نقل المعرفة المتراكمة على مدى سنوات من الأباء الى الأبناء. وكانت موضوعا لأكثر من دراسة عرقية واحدة؛ علاوة على ذلك تركز العديد من الاعمال السابقة على تحديد الانشطة البيولوجية لهذه النبتة. من جانبنا؛ نحن مهتمون بدراسة هذا النبات ودراسة النشاط المضاد للأكسدة للزيوت الأساسية التي يحتويها في اوراقه بواسطة بروتوكول التخفيضات بواسطة DPPH؛ الذي وصفه بن حمو واخرون؛ 2009 و حساب IC50.

تم جمع هذه النبتة من بلدية راس الماء جنوب سيدي بلعباس منطقة ذات نبات و غطاء نباتي مثالي وبعد تجهيزها مرورا بعدة مراحل تجفيف و عزل الاوراق تم استخلاص زيوتها باستعمال التقطير المائي بمخبر الكلية SNV-UDLI.

مردودية الزيوت المستخرجة كانت ضعيفة 0.08% لكنها كافية لمواصلة التجربة تم تقييم نشاط مضادات الاكسدة في المختبر عن طريق قياس $de\ pouvoir\ de\ piegaege\ radical\ DPPH$ وفقا للبروتوكول المذكور اعلاه .

تم حساب التركيزات المثبطة و كذلك نسبة IC50 قدرت ب (1000 ± 3.20 ; 201.34 ± 2.58 ; $4,57 \pm 0.80$) مقارنة بنتائج رشيد و الاخرين 2017 باختبار الأنواع *Thymus vulgaris* و *Mentha spicata* و *Citeus limonum* ، مع تقييم IC50 قدرت ب (0.80 ± 4.57 ؛ 201.34 ± 2.58 ؛ 3.20 ± 1000) على التوالي . وبالتالي، فإن EOs لـ *Atriplex halimus* ذات فعالية منخفضة في مضادات الأكسدة. ومع ذلك، فقد أظهرت دراسات أخرى أن لديهم قدرة مرضية إلى حد ما من مضادات الأكسدة مما يجعل النبات علاجًا موصى به للسرطان بسبب تأثيره المضاد للتكاثر والسموم للخلايا ضد الخلايا الورمية في البشر.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية ، *Atriplex halimus.L* ، التقطير المائي ، نشاط مضادات الأكسدة ، القدرة المضادة للتكاثر.

Abstract

Plants were always at the service of man. They assured him care and food. The "*Atriplex halimus.L*" is part of the procession of medicinal plants, and does not miss presence in our Algeria. The knowledge, accumulated during the years, of the good use of the medicinal plants was transmitted from father to son, and made the subject of more than one ethnobotanical study. In addition, several previous works have focused on the determination of the biological activities of *A. halimus*. On our part, we were interested in this plant and in the study of the antioxidant activity of the essential oils it contains in its leaves by the DPPH reduction protocol described by Benhammou et al, 2009, and the calculation of the IC₅₀.

Collected in their stronghold: Ras El ma, commune of the South of Sidi Bel Abbas; ideal region for the vegetation and the development of *Atriplex halimus*, and after a careful preparation, the leaves are subjected to an extraction of their essential oils (EO) by the technique of hydrodistillation in the laboratory of the faculty SNV-UDL. Their yield was estimated to be very low, at 0.08%, but sufficient to meet the rest of our objective.

The in vitro antioxidant activity was evaluated by measuring the DPPH radical scavenging power according to the above mentioned protocol. The inhibitory concentrations were calculated as well as the IC₅₀ percentage relative to our product. The IC₅₀ values of two tested samples are estimated at (0.31 ±0.33mg/ml /0.35 ±0.33mg/ml), very low compared to those of Rachide.I et al;2017, working on the antioxidant activity by DPPH assay of *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata* and *Citeus limonum* species, with IC₅₀ evaluated at (4.57±0.80 ; 201.34±2.58 ; 1000±3.20) respectively. Thus, the EOs of *Atriplex halimus* are of low antioxidant efficacy. However, other studies have shown that they possess a fairly satisfactory antioxidant capacity making the plant a recommended anticancer remedy because of its antiproliferative and cytotoxic effect against neoplastic cells in humans.

Key words: Essential oils, *Atriplex halimus.L*, Hydrodistillation, Antioxidant activity, Antiproliferative power

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	La classification de l'espèce <i>Atriplex halimus</i> L. (Quezel et Santa, 1963 ; Dupont et Guignard, 2007)	10
Tableau 2	Répartition numérique d'atriplex dans le monde (LE Houérou , 1992)	15
Tableau 3	Les 14 composés chimiques identifiés de l'huile essentielle d' <i>Atriplex halimus</i> (Ziane et al., 2020)	18
Tableau 4	Teneur totale en phénoliques, flavonoïdes, flavonoïdes et caroténoïdes des feuilles et tiges d' <i>A. halimus</i> (Ould Kaddour et al., 2019)	18

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	<i>Atriplex halimus L</i> , région steppique de Ras El ma- SBA.Dz. (Cliché : Zouich et Zitoun , 2021)	10
Figure 2	Les feuilles de l' <i>Atriplex halimus.L</i> (Cliché : Zouich et Zitoun , 2021)	11
Figure 3	Les fleurs de l' <i>Atriplex halimus.L</i> (Cliché : Zouich et Zitoun , 2021)	12
Figure 4	Répartition de l' <i>Atriplex halimus.L</i> en Algérie (Daoudi et Ahmed Blaha, 2019)	16
Figure 5	Schémas des appareils : d'hydrodistillation (A) et d'entraînement à la vapeur d'eau (B).(Source : Bousbia, 2011)	25
Figure 6	Extraction par expression à froid du Citrus :Pelatrice (à gauche) et centrifugeuse (à droite) séparatrice de l'essence des eaux résiduelles.(Source : bousbia, 2011)	27
Figure 7	Schéma du procédé d'hydrodiffusion.(Source : Bousbia, 2011)	28
Figure 8	Situation géographique de la zone d'étude au sud de l'Oranie (Source : Bensmira.Z et al, 2015)	29
Figure 9	Montage de l'extraction d'huile essentielle par hydrodistilla- tion..	32
Figure 10	Quantité de l' l'huile essentielle extraite en mg. (Cliché :Zitoun et Zouich, 2021)	33
Figure 11	Réduction du radical libre DPPH°	33
Figure 12	Courbe Absorbance de DPPH°en fonction de la concentration d'extrait brut d'huile essentielle de l' <i>Atriplex halimus</i>	37

Figure 13	Pourcentage d'activité antioxydante en fonction de la concentration d'extrait brut d'huile essentielle de l' <i>Atriplex halimus</i>	37
------------------	--	----

Liste des Abréviation

Abréviation	Signification
HE	Huile essentielle
DPPH	2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle
pH	Potentiel Hydrogène
%	Pourcentage
Abs	Absorbance
g	gramme
Mg	milligramme
ml	millilitre
µl	microlitre
H	Heure
Min	minute
EC50 (IC50)	Concentration inhibitrice à 50 %

Sommaire

1. Remerciement
2. Dédicace
3. Résumé
4. ملخص
5. Abstract
6. Liste des Tableaux
7. Liste des figures
8. Liste des Abréviation

Introduction-----1

Première partie : Étude bibliographique

Chapitre I : la phytothérapie et les plantes médicinales

I. LA PHYTOTHERAPIE	03
I.1. DEFINITION :	03
I.2. DEFINITION D'UNE PLANTE MEDICINALE :	03
I.3. DIFFERENTS TYPES DE LA PHYTOTHERAPIE :	03
I.4. LES AVANTAGES DE LA PHYTOTHERAPIE :	04
I.5. LES INCONVENIENTS DE LA PHYTOTHERAPIE :	05
I.6. LA PHYTOTHERAPIE EN ALGERIE :	05
II. ETHNOPHARMACOLOGIE	06
III. LA RELATION ENTRE MEDECINE TRADITIONNELLE ET LA MEDECINE MODERNE	07
IV. PLANTE TOXIQUE	08

Chapitre II: Etude botanique de la plante l' *Atriplex halimus.L*

I. LA FAMILLE DES ATRIPLEX :LES CHENOPODIACEES	09
I.1. PRESENTATION DE L'ESPECE	09
I.2. SYSTEMATIQUE DE L'ATRIPLEX	09
II. L'ESPECE L'ATRIPLES HALIMUS L	09
II 1. SYSTEMATIQUE DE L'ESPECE :	10
II.2. DESCRIPTION BOTANIQUE :	11
II.3. DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE :	12
1. APPAREIL VEGETATIF :	12
2. APPAREIL REPRODUCTEUR :	13

III. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE L'ATRIPLEX :	13
III.1. DANS LE MONDE	13
III.2. REPARTITION EN AFRIQUE	15
III.3. REPARTITION EN ALGERIE :	15
IV. INTERETS ECONOMIQUES ET ECOLOGIQUES DES ATRIPLEX :	16
V. UTILISATION TRADITIONNELLES ET PROPRIETES PHARMACEUTIQUES	17
V.1. UTILISATIONS EN MEDECINE TRADITIONNELLE ET EN PHARMACOLOGIE MODERNE :	17
V.2.UTILISATION EN ALIMENTATION HUMAINE ET EN PHYTOTHERAPIE :	17

Chapitre III : Les huiles essentielles

I. DEFINITION DES HUILES ESSENTIELLE :	21
II. COMPOSITION DES HUILES ESSENTIELLES :	22
III. EXTRACTION DES HUILE ESSENTIELLES :	22
III.1. CHOIX DE LA METHODE D'EXTRACTION :	23
III.2. PARAMETRES INFLUENÇANT L'EXTRACTION	23
III.3. TECHNIQUES CONVENTIONNELLES D'EXTRACTION :	24
1.DISTILLATION- EVAPORATION :	24
2.EXTRACTION AU MOYEN DE SOLVANT :	26
3.METHODES D'EXTRACTION A FROID :	26
4.METHODE D'HYDRODIFFUSION :	27
5.AUTRES METHODES D'EXTRACTION :	28

deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre IV: Matériel et méthodes

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE :	29
I.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE :	29
I.2. CLIMAT :	30
I.3. LES SOLS :	30
I.4 LA VEGETATION :	30
II. MATERIELS ET METHODES :	31
II.1. MATERIEL VEGETAL :	31
II.2. MODE OPERATOIRE :	31
III.EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE:	33
III.1. PRINCIPE :	33

III.2. MATERIEL :-----	34
III.3. MODE OPERATOIRE :-----	34

Chapitre V:Résultats et discussion

III.4. RENDEMENT DE L'EXTRACTION DES HE DE L'ATRIPLEX HALIMUS L: -----	36
III 5. DETERMINATION DE L'ACTIVITE ANTIRADICALAIRE PAR LE TEST AU DPPH°: -----	36
III.6. Détermination d'IC50 :-----	38
1) A partir de l'équation de la courbe :-----	38
2)Détermination d'IC50 par des calculs :-----	38
CONCLUSION -----	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE -----	42
ANNEXES -----	47

Introduction

Introduction

Depuis l'Antiquité, l'homme s'intéresse à la nature environnante. Les plantes, parties intégrantes de cet environnement, représentent une des principales matières premières pour la préparation des médicaments traitant divers maladies. L'Algérie, à l'instar des autres pays du monde, par son vaste territoire et son climat, dispose d'un large patrimoine floristique contenant de multiples espèces de plantes médicinales.

Les arbustes du genre *Atriplex*, sont présents dans toutes les régions du globe où le déséquilibre écologique s'accroît et où le phénomène de désertification prend des dimensions alarmantes (Kinet et al., 1998). En l'Algérie, dans les régions steppiques centrales, un certain nombre d'espèces d'*Atriplex*, dites de parcours, sont cultivées avec « succès », occupant ainsi une superficie d'environ 60.000 hectares (H.C.D.S., 2001).

Atriplex halimus L. est une espèce algérienne, communément appelée « Guettaf », xérohalophyte et nitrophile appartenant à la famille des Amarantacées.

La région de Ras El Ma se caractérise par des évolutions climatiques significatives, marquées par des précipitations plus faibles et réparties de façon plus irrégulières, tandis que les températures ont augmenté, renforçant les contraintes pour la végétation liées à la sécheresse estivale. (Bensmira et al, 2018)

L'extraction d'une huile essentielle (HE) est nécessairement une opération complexe et délicate. Elle a pour but, en effet, de capter et de recueillir les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité (Boukhatem.M.N et al, 2019)

En effet, les antioxydants naturels font l'objet de nombreuses recherches et une nouvelle haleine vers l'exploitation des métabolites secondaires généralement et les polyphénols particulièrement tant dans la santé et vis-à-vis des maladies pernicieuses (cancer) que dans l'industrie agro-alimentaire. (Nabila, 2011)

Conscients des intérêts, et de l'importance de l'*Atriplex*, nous nous sommes intéressés à étudier et à évaluer l'activité antioxydante des huiles essentielles de l'espèce *Atriplex halimus*.L de la région de Ras El ma et de son pouvoir inhibiteur.

Notre travail comporte deux grandes parties :

- Le première partie est consacrée à l'étude bibliographique de phytothérapie et la plante médicinale et l'espèce sélectionnée ainsi que l'étude botanique *Atriplex halimus.L*,

-La deuxième partie est consacrée à la présentation de la zone d'étude et au protocole expérimental adopté pour la réalisation de ce travail.

-Enfin, la troisième partie concerne les résultats et discussion.

Première partie :
Étude bibliographique

Chapitre I : la phytothérapie et les plantes médicinales.

I. La phytothérapie

I.1. Définition :

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « Soigner avec les plantes ». Il s'agit d'une pratique millénaire basée sur un savoir empirique qui s'est transmis et enrichi au fil d'innombrables générations. La phytothérapie, étymologiquement le traitement par les plantes, est une méthode thérapeutique qui utilise l'action des plantes médicinales. (Gahbiche ,2009)

C'est donc une médecine qui utilise des plantes - ou la seule "partie active" de ces plantes - ayant des propriétés thérapeutiques. Ces plantes sont appelées "plantes médicinales".

Les préparations peuvent être obtenues par macération, infusion, décoction, ou sous forme de teinture, poudre totale, extraits,... etc.

Les plantes médicinales peuvent être des espèces cultivées mais dans la plupart des cas des espèces sauvages (Mohammedie, 2013)

I.2. Définition d'une plante médicinale :

Une plante médicinale est définie par la pharmacopée française comme une « drogue végétale au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une plante ou une partie de plante, utilisées en l'état, soit le plus souvent sous la forme desséchée, soit à l'état frais ». L'expression drogue végétale ou, plus couramment, drogue, désigne donc une matière première naturelle servant à la fabrication des médicaments. (Mohammedie, 2013)

I.3. Différents types de la Phytothérapie :

1. Aromathérapie : Est une thérapeutique qui utilise les essences des plantes, ou huiles essentielles, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes. Ces huiles sont des produits complexes à utiliser souvent à travers la peau.

2. Gemmothérapie : Se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules.

3. Herboristerie : Correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie se sert de la plante fraîche ou séchée ; elle utilise soit la plante entière, soit un partie de celle-ci (écorce, fruits, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération.

Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche que le sujet avale.

4. Homéopathie : A recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive ; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale.

5. Phytothérapie pharmaceutique : Utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats... (Zeghad, 2009).

➤ On peut la distinguer en trois (3) types de pratiques :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation des plantes selon les vertus découvertes empiriquement.
- Une pratique basée sur les avancées et les preuves scientifiques, qui recherchent des principes actifs extraits des plantes.
- Une pratique de prophylaxie, déjà utilisée dans l'antiquité, Nous sommes tous phytothérapeutes sans le savoir : c'est notamment le cas dans la cuisine, avec l'usage d'Ail, du Thym, du Gingembre ou simplement du Thé vert... Une alimentation équilibrée et contenant certains éléments actifs étant une phytothérapie prophylactique (Mohammedie, 2013).

I.4. Les avantages de la phytothérapie :

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. N'oublions pas que de tout temps, à l'exception de ces cent dernières années, les hommes n'ont eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes (toux...) ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria. Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves), décroît : les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus (Paul et *al*, 2001)

La phytothérapie qui repose sur des remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme et souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques comme l'asthme ou l'arthrite (Bouderba, 2016)

I.5. Les inconvénients de la phytothérapie :

Les plantes ne sont pas toujours sans danger, elles paraissent anodines mais peuvent se révéler toxiques ou mortelles pour l'organisme. Naturelles ou "bio" ne signifient pas qu'elles soient dénuées de toxicité (Aghandous et *al*, 2010).

Elles sont parfois à éviter en association avec d'autres médicaments et peuvent être contre indiquées dans certains cas, comme les maladies chroniques (diabète, hypertension...) et certains états physiologiques (grossesse, enfants...). La consommation de la plante à l'état brute, induit la consommation en plus des principes actifs, d'autres produits et ne permettant pas ainsi de connaître la dose exacte du principe actif ingéré, entraînant un risque de sous-dosage ou de sur dosage (Alalaoui, 2015).

Beaucoup de plantes médicinales et de médicaments sont thérapeutiques à une certaine dose et toxiques à une autre. Tout dépend des compositions de ces plantes, c'est le cas particulier des produits végétaux riches en : saponosides, terpènes, alcaloïdes, ou autres substances chimiques (Saad et *al*, 2006).

Les faux savoirs traditionnels importés par des « guérisseurs », peuvent être à l'origine d'effets secondaires inattendus, suite à une utilisation incorrecte de la plante, ceci par méconnaissance de la bonne préparation (infusion, décoction...) ou du mode d'usage (voie interne ou externe), ex : les feuilles de Laurier rose sont utilisées par voie externe (pour soigner des troubles cutanés), cependant elles sont toxiques par voie interne (Bruneton, 2007)

Les plantes aussi, mal employées, savent être dangereuses, au moins pour certaines d'entre elles. C'est pourquoi les médecins doivent absolument reprendre en main une thérapeutique qui risque, sans cela, de tomber entre celles de charlatans qui, exploitant la crédulité du public, pourraient utiliser les plantes sans discernement et surtout, ce qui est beaucoup plus grave, les utiliseraient sans savoir porter un diagnostic (Roger, 1990)

I.6. La phytothérapie en Algérie :

La phytothérapie fait partie intégrante de la culture locale ; la population possède un important savoir indigène acquis empiriquement au fil des générations.

En Algérie, les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, qui elle-même est largement employée dans divers domaines de santé. Des publications anciennes et récentes révèlent qu'un grand nombre de plantes médicinales sont utilisées pour le traitement de nombreuses maladies (Hammiche et Maiza, 2006).

L'Algérie bénéficie d'un climat très diversifié, les plantes poussent en abondance dans les régions côtières, montagneuses et également sahariennes. Ces plantes constituent des remèdes naturels potentiels, qui peuvent être utilisés en traitement curatif et préventif (Beloued, 1998).

Des chiffres recueillis auprès du Centre national du registre de commerce, montrent qu'à la fin 2009, l'Algérie comptait 1.926 vendeurs spécialisés dans la vente d'herbes médicinales, dont 1.393 sédentaires et 533 ambulants. La capitale en abritait, à elle seule, le plus grand nombre avec 199 magasins, suivie de la wilaya de Sétif (107), Bechar (100) et El Oued avec 60 magasins (Mpondo et *al*, 2012).

II. Ethnopharmacologie :

L'ethnopharmacologie et l'ethnobotanique sont des sciences pluridisciplinaires : elles s'intéressent aux relations entre les hommes et leur environnement et plus particulièrement celui des plantes médicinales. Elles contribuent au recensement et à l'analyse des savoirs locaux liés aux remèdes locaux et aux soins.

L'ethnopharmacologie permet de sélectionner, au vu de la pertinence des indications thérapeutiques traditionnelles ou indirectement, des matières d'origine naturelle susceptibles de renfermer de nouvelles molécules bioactives. Mais, ces deux disciplines conduisent également à mettre en place des stratégies d'amélioration de la qualité de vie et de soins des populations des pays, en intégrant ces connaissances traditionnelles au sein de programmes de santé ou de préservation des écosystèmes.

Elles synthétisent des substances qui leur permettent de se protéger de diverses agressions extérieures et qui se révèlent être un véritable arsenal thérapeutique pour l'homme. Certaines civilisations nous ont laissé des traces écrites de leurs connaissances des plantes médicinales que l'on nomme pharmacopées. (El Beyrouthy, 2009)

Certaines substances sont les chefs de file de classes thérapeutiques : des antipaludéens telles la quinine ou l'artémisinine, des antalgiques telle la morphine, des anticancéreux tels la vinblastine, la vincristine ou le taxol, des antihypertenseurs sédatifs telle la réserpine. Si le monde végétal est un outil intéressant pour découvrir de nombreux principes actifs pour le traitement de pathologies émergentes ou aggravées (cancer, SIDA, paludisme, diabète), il n'en reste pas moins la seule source thérapeutique pour la plus grande partie de la population mondiale. Il est le bien commun de toutes les cultures et doit être employé à bon escient dans un respect de la biodiversité et des hommes. (El Beyrouthy, 2009)

III. La relation entre médecine traditionnelle et la médecine moderne :

Le meilleur terrain d'interaction est la pharmacopée. On décèle les plantes par des enquêtes auprès des tradipraticiens, et on les identifie puis on les analyse selon les critères de la science moderne. Cela permet à la science et à la tradition de se rencontrer sans que ni l'une ni l'autre ne cèdent la place ; au contraire chacune valorise l'autre. Mais en agissant ainsi, on réduit les pratiques traditionnelles à une part fort restreinte de leur vaste éventail, et la question de la totalité de la pratique traditionnelle finit toujours par resurgir.

Une attitude consiste à ménager l'équilibre en triant les pratiques, selon des critères qui sont ceux de la science ; une autre consiste à fonctionner indépendamment sur deux registres simultanés, donnant à la médecine moderne sa part et la sienne à la médecine traditionnelle (Benoist, 1989).

La médecine traditionnelle telle qu'elle est impliquée dans les textes officiels, et souvent dans l'image qu'en donnent bien des intervenants étrangers, la définition de la médecine traditionnelle souffre d'une grande confusion :

- On la considère comme un ensemble autonome alors qu'elle est souvent très solidement articulée à la demande de médecine moderne. (Benoist, 1989).
- On la présente comme assez unitaire, alors qu'elle est fragmentée en doctrines et pratiques qui ont des références symboliques fortes différentes les unes des autres.
- On parle d'elle comme d'une «médecine», en insistant sur ses dimensions techniques et en oubliant qu'elle est toujours intrinsèquement liée au domaine religieux et à l'ordre social par les modes d'apprentissage des guérisseurs, leurs pratiques de diagnostic, leur nosologie, les étiologies qu'ils attribuent aux maladies, et leurs procédés thérapeutiques.
- On oublie que les guérisseurs ne répondent pas qu'à la maladie, mais à un ensemble de malheurs qui sont considérés comme ayant des causes maléfiques, qu'ils se manifestent sur le corps ou sur l'esprit, sur les animaux, sur les récoltes, ou par des troubles dans la vie sociale. Les guérisseurs sont avant tout des spécialistes du malheur et de la relation sociale. Leur action est inséparable de la manipulation du surnaturel, dont on ne saurait la couper. - La médecine traditionnelle apparaît aussi comme un recours face à la contradiction entre les besoins en matière de santé et l'importance de leur coût Les arguments économiques en sa faveur ne manquent pas de poids. Cela est d'autant plus vrai que la charge pharmaceutique dans les budgets porte souvent sur des médicaments inessentiels. La médecine traditionnelle peut alors répondre à bien des demandes en évitant la médicalisation abusive qui émane de la pression

des firmes pharmaceutiques. Dans la plus grande partie du pays, l'approvisionnement en médicament est d'ailleurs tout à fait problématique. Les dépôts de médicaments que tiennent en assez grand nombre des non-professionnels, n'offrent qu'un choix disparate et coûteux.

- L'image de la médecine traditionnelle, face à la médecine moderne se construit à partir de la réalité quotidienne, et non à partir d'une abstraction idéale. Or les faits sont têtus ; l'accueil médiocre et les longues attentes dans les dispensaires, les abus de certains fonctionnaires de santé, le manque de médicaments, contribuent à édifier une image inquiétante de bien des services médicaux : la confrontation médecine moderne 1 médecine traditionnelle ne se fait pas dans des conditions où la médecine moderne soit vraiment représentative de ses possibilités. Et c'est sur cette médecine moderne tronquée que se fonde la comparaison par les populations, et non sur le schéma scientifique et moderne.

IV. Plante toxique :

Les plantes nous entourent. Elles se trouvent dans notre habitat, dans nos propres jardins ou ceux de notre ville, donc à notre proximité. De plus, la quasi-totalité d'entre elles ont comme caractéristique de former des baies, parties des plantes très attractives, en particulier pour les enfants, mais aussi plus ou moins toxique (Wartel, 2010)

La plante est réputée toxique (abortive) mais il n'existe pas de données documentées permettant de relier cette toxicité à ses activités biologiques, cependant l'activité cytotoxique de la plante doit être prise en considération. Certaines plantes sont dites toxiques car elles contiennent des molécules qui, selon leur structure et la dose ingérée, peuvent induire différents troubles allant de la simple diarrhée jusqu'à la mort. Ces molécules sont présentes soit dans une seule partie de la plante soit dans la plante entière. Elles peuvent être très diverses et appartenir à différentes classes chimiques.

.Les principes toxiques sont les hétérosides cardiotoniques bufadiénolides, présents dans toute la plante, particulièrement le bulbe (0,5 à 1,8 % de MS). Le plus important est le sclarée A ; il représente la moitié ou les deux tiers des hétérosides totaux. Cette hétérobaside renferme un aglycone, la scillarénine, lié à un disaccharide (rhamnose - glucose) ; il donne, par hydrolyse enzymatique, dans la plante, un autre hétéroside, la proscillaridine A (scillareninerhamnose) et une molécule de glucose.

**Chapitre II : Etude botanique de la
plante *Atriplex halimus.L***

I. La famille des *Atriplex* : Les Chénopodiacées :

I.1. Présentation générale :

Les chénopodiacées forment une vaste famille de 1400 espèces présentes partout dans le monde. Ce sont pour la plupart des plantes herbacées ou arbustives, principalement avec des feuilles alternes, parfois opposées. Très souvent, les feuilles et la tige sont succulentes. Cela vient que beaucoup d'espèces sont des espèces halophiles et thermophiles. Les fleurs des chénopodiacées sont généralement minuscules et verdâtres. Elles sont groupées en épis, en grappes ou en panicules lâches. Les principaux genres de chénopodiacées sont Beta (bette), Chenopodium (chénopodes), Halimione et Atriplex (arroches), Salicornia (salicornes), Sueda et Salsola (soudes) (Stanley et *al.* 2003)

Elles sont largement répandues dans les habitats salins tempérés et subtropicaux, en particulier dans les régions littorales de la mer méditerranéenne, de la mer caspienne et de la mer rouge, dans les steppes arides de l'Asie centrale et orientale, aux marges du désert du Sahara, dans les prairies alcalines des Etats-Unis, dans le Karoo en Afrique méridionale, en Australie et dans les pampas argentines. Elles poussent également comme des herbacées.

I.2. Systématique de l'*Atriplex*

L'*Atriplex* est une plante arbustive de la famille des chénopodiacées avec environ 417 espèces, dont 48 dans le bassin méditerranéen (Le Houérou, 1992). En Afrique du nord, le genre *Atriplex* comprend 15 espèces spontanées et 2 espèces naturalisées, soit 7 espèces vivaces, 1 biennale et 9 annuelles (Franclet et Le Houérou, 1971)

Par ailleurs, Maire (1962) a identifié une dizaine d'espèces en Algérie dont les plus répandues sont : *Atriplex halimus* et *Atriplex porturoides*. D'autre part, une cinquantaine d'espèce présente un intérêt fourrager reconnu, dont une dizaine a fait l'objet d'essais plus ou moins suivis, de plantations et d'exploitations en Tunisie et dans les pays voisins (Le Houérou et Pontanier, 1988).

II. L'espèce l'*Atriplex halimus* L

Atriplex halimus L. est un arbuste fourrager autochtone qui tolère bien les conditions d'aridité (sécheresse, salinité...etc) (Souayah et *al.*, 1998). (Figure 1)



Figure 1: *Atriplex halimus* L, région steppique de Ras El ma- SBA.Dz.

(Cliché Zouiche et Zitoun , 2021)

II 1. Systématique de l'espèce : (Tableau 1)

Tableaux 1. La classification de l'espèce *Atriplex halimus* L.

(Quezel et Santa, 1963 ; Dupont et Guignard, 2007).

Règne :	végétale
Embranchement	Spemaphyte ou Magnoliopyta
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones ou Magnoliopsida
Sous-classe	Apétales
Ordre	Centrospermales
Famille	Chénopodiacées (Amaranthaceae)
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i> L
Nom commun (Français)	Arroche ou pourpier de mer
Nom vernaculaire (Arabe)	Guettaf

II.2. Description botanique :

Atriplex halimus L, est un arbuste de 1 à 3 m de haut, très rameux, multicaule, formant des touffes pouvant atteindre de 1à3m de diamètre. A port variable, dressé ou étale, érigé ou intriqué.

- Les feuilles sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres, ovales, entières ou légèrement sinuées, parfois aigues au sommet, obscurément trinervées à la base, de 0,5 à 1 cm de large sur 2 à 4 cm de long.
- Les fleurs sont monoïques, inflorescences en panicules d'épis, terminales et nues.
- Les valves sont fructifères connues à la base, de 0,3 à 0,4 sur 0,4 à 0,5 cm, furfuracées, papyracées, subcoriaces, réniformes ou plus ou moins deltoïdes, à marges entières, ondulées-crispées, ou plus ou moins fortement dentées, lisses ou finement granulées-muriquées sur le dos.
- La période de floraison est entre mai et décembre car l'espèce est très polymorphe. (Francelet et Le Houerou, 1971)



Figure 2 : Les feuilles de l'*Atriplex halimus.L*

(Cliché : Zouiche et Zitoun , 2021)



Figure 3 : Les fleurs de l'*Atriplex halimus.L*

(Cliché : Zouich et Zitoun , 2021)

II.3. Description morphologique :

1. Appareil végétatif :

C'est un arbrisseau dépassant rarement 2,50m de hauteur, de couleur argentée, ne se trouvant à l'état sauvage que sur les littoraux.

A. *La partie souterraine :*

- **Les racines :** grosses, tout d'abord étalées obliques puis s'enfonçant verticalement à une profondeur variable avec le sol et l'âge de la plante. La racine peut atteindre 3 à 5 fois la longueur de la tige et est formée de radicelles blanchâtres (Maire, 1962). La croissance racinaire est un indicateur de la capacité de la plante à s'adapter à la sécheresse (Johnson et al, 1991).

B. *La partie aérienne :*

- **Les tiges :** couchées, très rameuse et ligneuse, densément feuillée, à rameaux dressés, le tout formant de petits buissons.
- **Les feuilles :** simples, entières, alternes, courtement atténuées en pétiole à la base, avec une seule nervure (centrale) visible, longuement ovales, charnues.
- **Les fleurs :** monoïques, glomérules, glomérule ordinairement multiflores, forment des épis denses et courts nues, groupées en panicules au moins feuillées. Les jaunâtres se montrent en Août et Septembre (Maire, 1962).

- La formule florale des chénopodiacées se présent généralement comme suit :

$$5S + 5E + 2 \text{ ou } 3 C$$

Chez l'espèce *Atriplex halimus* la formule florale est :

$$5S + 5E + 2C$$

Où : *S* : Sépale, *E* : Etamine, *C* : Carpelle.

- **Les graines** : est verticale lenticulaire de couleur brune foncée, de 2mm de diamètre environ. Elle est terne et entourée de péricarpe membraneux (Neger, 1961). Dans les fleurs hermaphrodites ou elle est horizontale
- **Les fruits** : graine rousse enfermée dans un petit fruit, lui-même protégé par le gonflement du calice persistant.

2. Appareil reproducteur :

Les *Atriplex* développent des fleurs unisexuées. Il existe deux types de fleurs selon la présence ou l'absence de périanthe ou de pré feuillés.

Chez l'*Atriplex halimus*, on distingue des glomérules de fleurs mâles à la partie supérieure de l'inflorescence et de fleurs femelles à la base (Negre, 1961).

- **Fleurs mâles** : Sépales presque libres obovales très furfuracés sur le dos, obtus infléchi, 5 étamines à filées aplaties, plus au moins cornées à la base. les anthères externes sont jaunes ovées, les ovaires oblong, courts, hyalin (Maire, 1962), sans bractées, à périanthe à 4-5 pétales et 3-5 étamines (Quezel et Santa, 1962).
- **Fleurs femelles** : Deux pré feuilles, absence de périanthe, de couleur verdâtre, ce type de fleur est également actinomorphe, l'ovaire uniforme et uniovulé et surmonté par deux styles filiformes soudés à la base (Zriba et al, 1998) La floraison se déroule entre le mois de mai et mois de décembre.

III. Répartition géographique de l'*Atriplex* :

Selon Francelet et Lehouerou, 1971, l'*Atriplex halimus* se divise en deux sous espèces :

- *Atriplex halimus* L. Subsp. *halimus* :
- Et *Atriplex halimus* L. *schweinfurthii* :

Atriplex halimus. L. *schweinfurthii* est localisée dans les étages bioclimatiques méditerranéens semi-aride et aride, spontanée et cultivée dans l'étage aride et dans les variantes à hiver chauds à froids, spontanée dans les étages aride, saharien et eu-saharien.

En revanche, *A. halimus* L, *Subsp. halimus* atteint l'étage humide le long du littoral, dans la zone plus ou moins affectée par les embruns marins, spontanée et cultivée dans les étages humide, subhumide, semi-aride et aride supérieur à hivers chauds à froids

*Atriplex halimus*L, *schweinfurhii* se développe sur les affleurements géologiques salifères ou gypsifères, et sur les sols salés à alcali.

Atriplex halimus L, *Subsp. halimus* se rencontre sur les affleurements de marnes plus ou moins gypseuses, les affleurements salifères, les sols squelettiques soumis aux embruns marins ou les sols halomorphes à alcali et à texture fine et sur les vertisols (Francelet et Le Houierou, 1971)

III.1. Dans le monde :

Les *Atriplex* se rencontrent dans toutes les parties du monde de l'Alaska à la Patagonie, de la Bretagne à la Sibérie et de la Norvège à l'Afrique du sud (Francelet et Le Houerou, 1971).

L'espèce *Atriplex halimus* est spontanée à l'intérieur d'une aire relativement vaste englobant les pays du nord de l'Afrique et de proche et moyen- orient depuis les Île Canaries jusqu'à l'Iran. Vers le sud, l'espèce atteint le massif de l'Ahagar. En Europe, l'espèce est présente en plus de la zone méditerranéenne en Bulgarie (Le Floch, 1989). (Tableau 2)

Tableau 2 : Répartition numérique d'*Atriplex* dans le monde. (Le Houérou, 1992)

Pays ou région	Nombre d'espèce et/ou sous espèce	Pays ou région	Nombre d'espèce et/ou sous espèce
Etats-Unis	110	Californie	25
		Baja (Mexique)	
Australie	78	Afrique du nord	22
Bassin-méditerranéen	50	Texas	20
Europe	40	Afrique du sud	20
Ex.uiss	36	Iran	20
Proche orient	36	Surie	18
Mexique	35	Palestine et Jordanie	17
Argentine	35	Algérie et Tunisie	17
Californie	32	Bolivie et Pérou	16
Chili	30		

III.2. Répartition en Afrique :

En Afrique du nord le genre *Atriplex* comprend 15 espèces spontanées, deux espèces naturalisées et deux espèces introduites. Ces espèces se répartissent en neuf espèces vivaces, une espèce biannuelle et neuf espèces annuelles (Mâalem, 2011).

III.3. Répartition en Algérie :

L'*Atriplex* est spontané dans les étages bioclimatiques semi-arides et arides (figure.4). Les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Batna, Biskra, Boussaâda, Djelfa, Saïda, Tébessa et Tiaret) (Pouget, 1980).



Figure 4: Répartition de l'*Atriplex halimus*.L en Algérie.

(Daoudi et Ahmed Blaha, 2019)

IV. Intérêts économiques et écologiques des *Atriplex* :

Les plantations d'arbustes halophytes constituent un investissement à moyen et à long terme et une richesse renouvelable. Les halophytes constituent une source additionnelle de fourrage, de médecines et d'huiles sur la terre irriguée avec l'eau de mer en plantant et en augmentant le rendement biologique de pâturages dégradés dans des zones arides (Chriyaa et El Mazouri, 1999)

Les *Atriplex* ont été utilisés comme ressource alimentaire pour le bétail et la faune domestiques. Elles ont été intensivement employées comme réserves alimentaires pendant les périodes de pénurie (sécheresse et périodes froides) et comme ressource supplémentaire de fourrage dans les pays arides et semi-arides. (Arif et al, 1994 ; Tiedeman et Chouki , 1989).

De nombreuses études ont mis en évidence le fait qu'en associant la culture de l'orge aux arbustes fourrages appartenant au genre *Atriplex*, la production de céréales a augmenté de 25% de plus, le bétail peut éventuellement brouter les chaumes d'orge et les arbustes d'*Atriplex* en été et en automne (Le Houérou, 1980 ; Brandle, 1987 ; Ortiz -Dorda et al. 2005).

V. Utilisation traditionnelles et propriétés pharmaceutiques :

V.1. Utilisations en médecine traditionnelle et en pharmacologie moderne :

De nombreux auteurs ont signalé les utilisations médicinales des halophytes tous en décrivant l'importance économique de ces plantes (Nedjimi et *al*, 2012).

Les phytothérapeutes Arabes indigènes utilisent les feuilles pour traiter les maladies cardiaques, le diabète (décoction) et le rhumatisme (Walker et *al*, 2014). *L'Atriplex halimus* est également utilisée pour soigner les inflammations des voies urinaires (cystites) et les lithiases urinaires (Belouad, 2001 ; Emam, 2011). En effet les feuilles d'*Atriplex halimus* sont utilisées, en décoction, contre les calculs rénaux à raison de 250 g de feuilles par litre d'eau (Ghourri et *al*, 2013).

Grâce à leurs propriétés antioxydantes, certains flavonoïdes ont un effet protecteur des tissus du foie contre le cancer (Emam, 2011)

V.2. Utilisation en alimentation humaine et en phytothérapie :

L'Atriplex halimus est un arbuste réputé pour la valeur nutritive et énergétique de ses feuilles tendres, non seulement pour le bétail, mais aussi comme aliment pour les nomades et la population locale steppique. En effet, au printemps, dans plusieurs régions en Algérie et Tunisie, les jeunes pousses de « guettaf » sont consommées par l'homme en les préparant comme des épinards. Bien que l'âcreté provoquée par une élimination insuffisante des saponines pendant la cuisson ne rende pas cet aliment très savoureux, sa consommation reste très acceptable par la population locale. Les feuilles de *L'Atriplex halimus*, de leur tour, sont consommées crues dans les salades, dans certains pays d'Europe. Elles peuvent aussi être cuites à la vapeur ou à la poêle. En Tunisie, elles servent d'ingrédient indispensable à la préparation d'un couscous spécial « le bethboutha ».

A.halimus est riche en fibres alimentaires (cellulose) protéines, vitamines (B et C) et sels minéraux (sodium, calcium, potassium, magnésium, phosphore)(Tableau 3). Par son contenu riche en fibres, il facilite la digestion, augmente la réplétion gastrique et hydrate le contenu du bol fécal.

L'*A. halimus* pourrait donc fournir un aliment de valeur pour les animaux comme pour l'homme lorsque les conditions naturelles sont particulièrement sévères (Francelet et Le Houérou, 1971).

Tableau 3 : Les 14 composés phytochimiques de *Atriplex halimus*

(Ziane et al., 2020)

NB	Nom de composant	NB	Nom de composant	NB	Nom de composant
1	Octane	6	β -Pinene	11	Thiophene,2- [(methylthio)ethynyl]
2	3-Furancarboxaldehyde	7	Myrcene	12	-
3	2-vinyl-5-methylfuran	8	α -Terpinene	13	Germacrene D
4	1,1,4Trimethylcyclohexane	9	Pelargonaldehyde	14	Myristicin
5	Camphene	10	p-Menthan-3-one,cis-p-		

Tableau 4: Teneur totale en phénoliques, flavonoïdes, flavonoïdes et caroténoïdes des feuilles et tiges d'*A. halimus* (Ould Kaddour et al.,2019) .

Localisation d' <i>A. Halimus</i>		TPC (mgGAE/g LE	TFC (mgGAE/g LE	TFLC (mgGAE/g LE	TCC (mgGAE/g LE
Biskra	Feuilles	85.23±1.80c	56.71±1.63c	30.20±0.92b	41±0.00b
	Tiges	66.40±0.69d	14.86±0.89e	54 ±0.07f	17±3.00d
Mazagran	Feuilles	278.33±1.17a	98.19±1.51a	34.87 ±1.32a	33±00c
	Tiges	68.11±7.76d	64.35± 0.41b	11.23±0.52d	10±00e
Sig	Feuilles	162.21±0.14b	55.02±0.14c	16.59±0.77c	73±00a
	Tiges	50.41±5.80e	40.47±0.31d	5.28±0.10e	16±00d

D'après le tableau 4, l'*A. halimus* algérienne est une source importante de phytoconstituants, y compris des composés phénoliques, des flavonoïdes, des flavonols et des caroténoïdes, et sont couramment distribués dans les parties de la plante. Ces composés constituent une classe de métabolites végétaux secondaires ayant une activité antioxydante potentielle.

Les métabolites secondaires variaient selon les écotypes et la quantité importante de flavonols a été révélée dans les tiges de Mazagran (Maz) comparativement aux tiges de Sig et de Biskra (Bis). (Tableau 4).

Les extraits à partir des feuilles d'*A. halimus* ont révélé une teneur totale élevée en substances bioactives par rapport aux extraits de tiges.

Cette espèce dispose en outre de nombreux autres atouts pour la santé humaine. *A. halimus* est classée parmi les plantes les plus utilisées par la population steppique pour soigner l'hyperglycémie. Cette plante contribue au traitement de divers problèmes de santé, elle est connue pour son potentiel de :

- Traiter Les ovaires polykystiques qui inhibent la capacité de concevoir chez la maman.
- Traiter des fibromes utérins bénins et cancéreux.
- Contribuer à l'élimination des démangeaisons vaginales résultant d'infection bactériennes gynécologiques et atténuer ainsi les effets néfastes pouvant affecter le fœtus du fait de ces infections, et ces infections peuvent être à l'origine de l'infertilité et de l'incapacité de procréer chez de nombreuses femmes.
- Traiter des problèmes d'infertilité chez les femmes, en contribuant à éliminer la plupart des obstacles empêchant une grossesse d'où le blocage des trompes de Fallope.

Elle peut aussi :

- Contribuer au traitement de nombreux problèmes neurologiques par son effet relaxant et donc aide l'être humain se débarrasser du stress et se l'épuisement nerveux.
- Contribuer au traitement du goitre.
- Donner fraîcheur, éclat et vitalité à la peau.
- Débarrasser la peau des boutons et des pilules.
- Contribuer à débarrasser l'être humain de nombreuses infections et à soulager la douleur, notamment l'arthrite et les rhumatismes.
- Ramollir l'intestin et traiter de nombreux problèmes liés à ce système, notamment la constipation et les nausées.
- Contribuer à atténuer la température et peut donc être utilisée en cas de fièvre.

- Contribuer à stimuler le processus de combustion des graisses dans le corps et à perdre ainsi du poids. Elle est utile pour les personnes obèses.
- Contribuer à la diurèse.
- Utile pour les personnes souffrant d'hypertension artérielle et des problèmes rénaux.
- Contribuer à réduire le taux de cholestérol nocif dans le sang.
- Contribuer à contrôler la glycémie qui utile pour les personnes atteintes de diabète.
- Protéger le cœur des crises cardiaques.
- Potentialité de traitement des cancers tel que le cancer du sein.
- En application, elle servait à traiter les inflammations.
- C'est une plante médicinale antidiabétique. (usage interne)

Chapitre III : les huiles essentielles

I. Définition des huiles essentielles :

Le terme huile essentielle (HE) remonterait au XVI^{ème} siècle et dériverait d'une drogue *quinta essentia* (Guenther.1948). D'autres pensent que les HE, ou encore essences, doivent leur nom à leur inflammabilité comme l'essence. Plusieurs définitions des huiles essentielles se sont écoulées.

Selon Durevelle (1930), les essences ou huiles essentielles, connues également sous le nom d'huiles volatiles, de parfums, etc., sont des substances odorantes, huileuses, volatiles, peu solubles dans l'eau, plus ou moins solubles dans l'alcool ou l'éther, incolores ou jaunâtres, inflammables qui s'altèrent facilement à l'air en se résinifiant. Elles sont liquides à température ordinaire, quelques-unes sont solides ou en partie cristallisées, elles n'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes dont se distinguent par leur volatilité. Leur odeur plus ou moins forte, suave, piquante ou désagréable. Elles ont la propriété de ne pas laisser de tache durable sur le papier. (Durevelle, 1930)

La nouvelle Encyclopédie Funk & Wagnalls (2004) décrit les huiles essentielles comme les « liquides volatils, la plupart du temps insolubles dans l'eau, mais librement solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles végétales et minérales. Elles sont habituellement non huileuses au contact de la peau. Leurs composants peuvent être regroupés en six (06) classes selon leur structure chimique :

- 1) Les hydrocarbures, tel que le limonène dans l'huile de citron.
- 2) Les alcools, tel que le bornéol dans le camphrier de Bornéo.
- 3) Les esters, tel que le salicylate de méthylrique dans l'huile de wintergreen.
- 4) Les aldéhydes, tel que l'aldéhyde benzoïque dans l'huile d'amandes amères.
- 5) Les cétones, telle que la menthone dans l'huile de menthe poivrée.
- 6) Les lactones et oxydes, telle que la coumarine des haricots de Tonka. » (Funk & Wagnalls, 2004)

L'Association Française de Normalisation (AFNOR, édition 2000) a défini les huiles essentielles comme étant : des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des fruits de Citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques. (AFNOR, 2000)

Les huiles essentielles sont utilisées dans plusieurs domaines. En phytothérapie grâce à leur pouvoir antiviral et antibactérien, en médecine dentaire où elles représentent de bons protecteurs contre les caries dentaires, en cosmétique dans les gels et crèmes pour leur qualité antiseptique et antioxydantes, et parfumerie vu qu'elles dégagent des odeurs agréables.

II. Composition des huiles essentielles :

Les huiles essentielles contiennent un grand nombre de familles biochimiques. On y trouve des composés connus tels les alcools, les phénols, les esters, les cétones, les aldéhydes (Binet et Brunel, 2000)

Les HE sont constitués de deux groupes exclusifs : les terpènes et les composés aromatiques, moins fréquents, qui dérivent du Phényle Propane. (Bruneton, 1993)

1. Les terpènes : très abondants, ils sont subdivisés en deux classes : les mono-terpènes et les sesquiterpènes.

- ✦ **Les mono-terpènes (C₁₀ H₁₆) :** représentent la classe la plus simple de la série des terpènes. Ils constituent 80 à 90% de l'huile essentielle totale
- ✦ **Les sesquiterpènes (C₁₅ H₂₄) :** représentent la classe la plus diversifiée des terpènes. Leur quantité dans les huiles essentielles est faible.

2. Les composés aromatiques : HE moins habituelles. Ces composés sont constitués d'Allyle et de Propenylphenol. Ils sont responsables des caractères organoleptiques des HE. (Kunle et Okogun, 2003)

La conservation des HE exige de prendre certaines précautions indispensables. Elle se fait dans un tube en verre teinté à brun, sec, fermé hermétiquement offrant la condition de sa mise à l'abri de toute lumière. Les HE doivent être conservés à une température proche de 4°C. (Burt, 2004).

III. Extraction des huiles essentielles :

L'extraction est une technique de séparation sélective d'un ou de plusieurs composés d'un mélange en fonction de ses propriétés physico-chimiques. Plusieurs méthodes d'extraction des HE sont possibles.

III.1. Choix de la méthode d'extraction :

Le choix des processus d'obtention des huiles essentielles, complexes et diversifiés, est délicat. La méthode choisie ne doit pas conduire à la discrimination entre les composés polaires et apolaires, ni induire de réactions biochimiques, de dégradations thermiques, d'oxydation, de réduction, d'hydrolyse, de changement de pH ou entraîner une perte de composés volatils. Pour cela, différents paramètres et propriétés sont à prendre en compte : La volatilité ; La solubilité ; La taille et la forme des molécules constitutives ; et L'adsorption. (Fernandez et Cabrol-Bass, 2007) in (Bousbia, N 2011)

III.2. Paramètres influençant l'extraction : (Bousbia, 2011)

1. Matière végétale :

- Choix des plantes : saines.
- Mode de cueillette :
 - ✓ A la main : fleurs, feuilles, bourgeons, les petites baies
 - ✓ Sécateur : tiges, racines et écorces
- Provenance (région d'origine) : sol, climat
- Stade végétatif : varie d'une plante à une autre.
- Période de la journée :
 - ✓ Dès l'aube : évaporation de la rosée, concentration des HE élevée
 - ✓ En fin d'après-midi et début de la soirée : moins d'exhalation de parfums.
- Partie de la plante distillée : production d'essences différentes par les différentes parties d'une seule plante.

2. Nature et état du solide et du soluté : (Bousbia, 2011)

Le soluté contenu dans ces corps est soit un solide ou un liquide, stable ou non à la chaleur ou à l'atmosphère. Il est réparti uniformément en des teneurs variables dans le solide. Si le soluté est dispersé uniformément dans le solide, les couches superficielles sont dissoutes laissant un solide poreux. Le soluté reste en profondeur et le chemin du solvant est rendu de plus en plus difficile.

Si la teneur en soluté est importante dans le solide, la structure poreuse peut être détruite par broyage. La dissolution ultérieure du soluté devient plus facile.

3. Nature, concentration et volume du solvant : (Bousbia, 2011)

Le solvant doit être d'une grande pureté, de faible point d'ébullition, facile à éliminer, et capable d'extraire les composés polaires et apolaires ou bien être sélectif. Il ne doit pas interférer avec la méthode d'analyse utilisée.

4. Méthode, durée, température et pression :

La réduction de la pression de marche provoque un abaissement des températures d'ébullition et de condensation. Inversement, toute augmentation de pression entraîne une élévation de ces températures (Cicile, 2002).

L'élévation de la température permet l'accroissement de la solubilité et de la diffusivité du soluté et la diminution de la viscosité. Elle doit être limitée pour éviter les risques d'extraction des composés nuisibles et la dégradation thermique du soluté. (Leybros et Fremeaux, 1990).

La durée de l'extraction (longue ou prolongée) permet de recueillir l'ensemble des fractions «de tête» et «de queue» dans le cas de la distillation. Elle dépend du procédé d'extraction utilisé et de l'objectif de l'extraction.

III.3. Techniques conventionnelles d'extraction :

Les huiles essentielles sont obtenues le plus souvent par distillation.

1. Distillation- Evaporation :

Selon Peyron, 1992, L'intérêt porté aux produits séparés fait la différence entre distillation et évaporation.

- Dans la distillation, c'est la phase vapeur qui a de la valeur car elle contient le ou les constituants à séparer,
- Dans l'évaporation, c'est le résidu solide ou liquide obtenu par vaporisation du solvant, qui est le produit intéressant

A. Codistillation avec vapeur d'eau :

C'est la principale technique de production des HE. Trois groupes de techniques sont possibles :

A.1. La distillation à la vapeur, ou hydrodistillation (Figure 5 (A)) : le végétal est en contact direct avec l'eau bouillante, ce qui évite d'agglutiner les charges végétales comme le fait l'injection de vapeur. Quelques utilisations actuelles : rose, fleurs d'oranger, amande pulvérisée.

A.2. La distillation à la vapeur saturée : le végétal est supporté dans l'alambic par une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau (Figure 5 (B)). Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée, mais pas avec l'eau bouillante.

A.3. La distillation à la vapeur directe, saturée ou surchauffée, souvent à des pressions supérieures à l'atmosphérique, est identique à la précédente. La plus utilisée des techniques actuellement, elle évite le contact prolongé du végétal avec l'eau en ébullition et la formation de certains artefacts (Peyron, 1992).

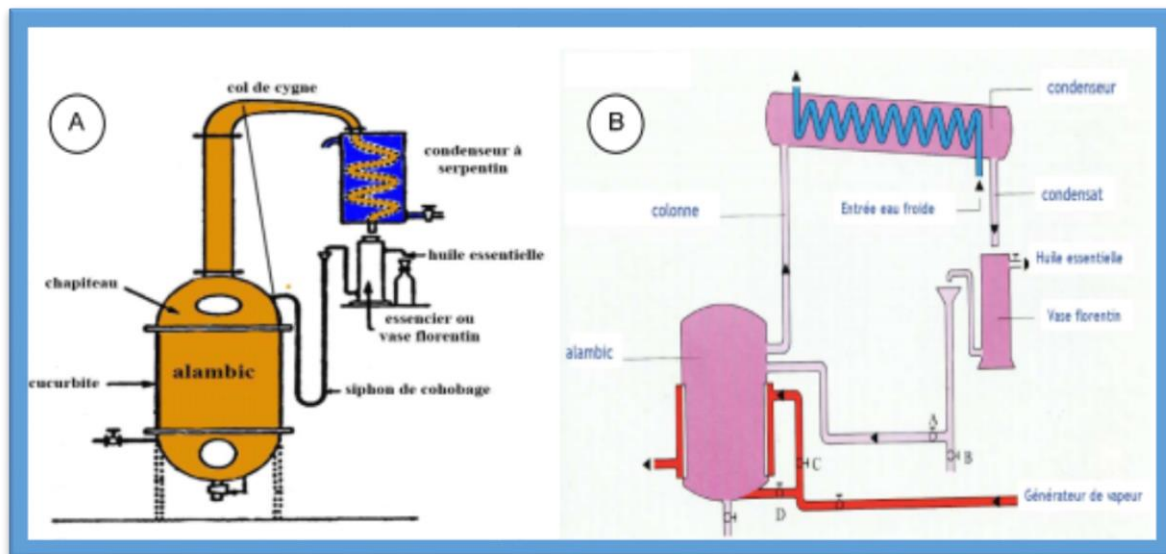


Figure 5 : Schémas des appareils :
d'hydrodistillation (A) et d'entraînement à la vapeur d'eau (B).

(Source : Bousbia, 2011)

L'hydrodistillation, de même que l'entraînement à la vapeur, engendrent des réactions d'isomérisation, de saponification ou de polymérisation.

Le temps de distillation affecte la composition de l'huile essentielle dans la mesure où l'hydrodiffusion des composés volatils présents dans les tissus végétaux à travers les parois cellulaires constitue l'étape limitante du processus.

Le mélange huile essentielle-eau est recueilli par un col de cygne et refroidi dans un condenseur : la séparation se fait le plus souvent par simple décantation dans un vase florentin (Crouzet, 1998).

B. Codistillation avec Fluide autre que l'eau :

L'alcool a été anciennement utilisé pour fabriquer les alcoolates. Cependant, l'emploi de liquides entraîneurs convenablement choisis (polyols, polyesters et autres composés chimiques à point d'ébullition élevé) s'est généralisé depuis quelques décennies, en codistillant le végétal lui-même, sous pression élevée ou très réduite. On obtient ainsi d'excellents produits commerciaux, peu colorés, sans odeur empyreumatique (Peyron, 1992)

C. Evaporation- Concentration :

Les miscella évacués des extracteurs, soit par gravité, soit au moyen d'une pompe centrifuge de circulation, sont envoyés dans un décanteur, séparant la phase aqueuse, de la phase huileuse qui est filtrée puis concentrée pour récupérer le solvant.

D. Rectification (Fractionnement) :

Opération de distillation sous vide. Elle permet de séparer des composants de mélanges liquides dans un état de grande pureté, voire éliminer les traces d'eau, les matières solubles ou résineuses et les colorants (Cicile, 1994, 2002 ; Crouzet, 1998).

E. Distillation Sèche :

En chauffant en milieu clos, certains bois (cade, bouleau,...) à des températures élevées, on fabrique des huiles empyreumatiques (cade, bouleau, arôme fumé...) d'importance assez limitée, mais riches en hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérigènes (Peyron, 1992 ; Garnero, 1996)

2. Extraction au moyen de solvant :

Certains organes de végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau ou l'hydrodistillation. C'est le cas des fleurs de jasmin, d'œillet, de tubéreuse... Il faut donc, pour ces végétaux, recourir à d'autres méthodes d'extraction des composés odorants volatils telles que l'extraction par les solvants fixes (extraction par les corps gras ou enfleurage) et volatils (extraction par l'hexane) (Garnero, 1996). Il existait deux sortes d'enfleurage différentes : l'enfleurage à chaud et l'enfleurage à froid.

3. Méthodes d'extraction à froid :

L'extraction par pression est un procédé mécanique très simple. C'est une méthode naturelle qui implique une extraction sous pression en une seule étape et visant à récupérer l'essence logée dans l'épicarpe des agrumes. Elle garantit la pureté et la conservation de l'huile extraite.

L'huile extraite par expression (extraction à froid) ne contient pas de résidus de solvants (chimiques), elle est pure et propre et présente une couleur et une saveur plus naturelle.

L'extraction à froid traditionnelle se voit remplacée actuellement par l'extraction mécanisée. L'invention de la « Pelatrice » (figure 6) a permis d'améliorer le rendement de l'extraction des essences à partir des fruits entiers. Ces derniers sont envoyés dans une machine comportant trois couples de rouleaux en acier inox percés de trous comme une râpe, tournant en sens contraire et forçant les fruits à tourner sur eux-mêmes afin d'en râper toute l'écorce. Des jets d'eau récupèrent l'essence formant une émulsion. Celle-ci est séparée puis clarifiée dans plusieurs centrifugeuses (Dugo et Di Giacomo, 2002).



Figure 6 : Extraction par expression à froid du *Citrus* :

Pelatrice (à gauche) et centrifugeuse (à droite) séparatrice de l'essence des eaux résiduelles.

(Source : Bousbia, 2011)

4. Méthode d'hydrodiffusion :

Codistillation descendante (Figure 7). On soumet donc le végétal, disposé dans un parallépipède métallique grillagé, à une pulsion de vapeur d'eau, saturée et humide, mais jamais surchauffée de haut en bas. La forme de l'appareillage permet une meilleure répartition des charges. La vapeur d'eau emporte avec elle toutes les substances volatiles. L'huile essentielle est recueillie grâce à un collecteur qui permet un équilibre avec la pression atmosphérique. On peut aussi préciser qu'il y a un procédé de cohobation qui renvoie dans la chaudière toutes les eaux qui sont séparées des huiles (Wijesekara et al., 1997)

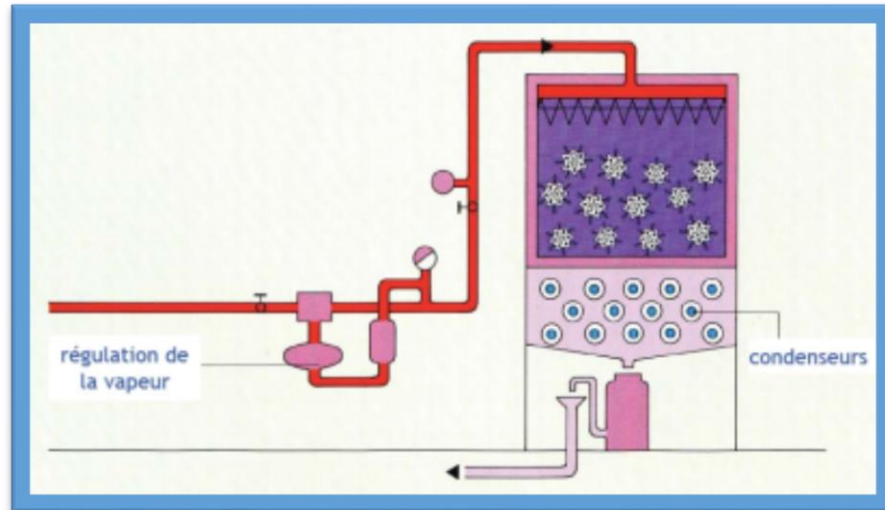


Figure 7 : Schéma du procédé d'hydrodiffusion.

(Source : Bousbia, 2011)

5. Autres méthodes d'extraction :

- ✦ Extraction par des solvants supercritiques,
- ✦ Extraction par Détente Eclair (Flash-Détente)
- ✦ Extraction par ultrasons
- ✦ Extraction assistée par micro-onde.

Deuxième partie :
Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériels et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude :

L'*Atriplex halimus L.*, a été prélevée au niveau de la région steppique de « **Ras El Ma** »

I.1. Situation géographique :

Ras El Ma, une commune des hauts plateaux de la wilaya de Sidi Bel Abbe, (figure 8) est localisée sur la bordure méridionale de la partie occidentale du bassin méditerranéen, elle est limitée au nord et au sud par les parallèles 34 et 35° de latitude Nord, et d'Est en Ouest de part et d'autre du méridien 2° de longitude Ouest. Elle est localisée principalement sur des terrains plats dont la pente est comprise entre 0 et 3% ; l'altitude moyenne est approximativement de l'ordre de 1097 m. Elle s'étend sur une superficie de 12.626 ha et est délimitée au Nord par la wilaya de Tlemcen (commune d'Ain Telout), à l'Est par Oued Sbaa et Bir El Hammam, au Sud par la commune de Redjem Demouche et à l'ouest par la wilaya de Tlemcen (communes d'El'Aricha et El Ghor). C'est une commune agro-pastorale divisée en quatre ensembles géographiques naturels : les zones montagneuses, les plaines intérieures, l'atlas tabulaire et la zone steppique. (Hellal, 2014) Le Nord-est de Ras El ma est bordé par des massifs isolés constitués par les Djebels Chebbak El Harch, Teniet El Baroud et El Kemi-ta.

Les plaines intérieures sont délimitées par des massifs peuplés de pin d'Alep, chêne vert et thuya au Nord et les parcours steppiques à base d'alfa, de sparte et armoise blanche au Sud.

La zone steppique est située au Sud de la commune et se trouve dans un état dégradé.

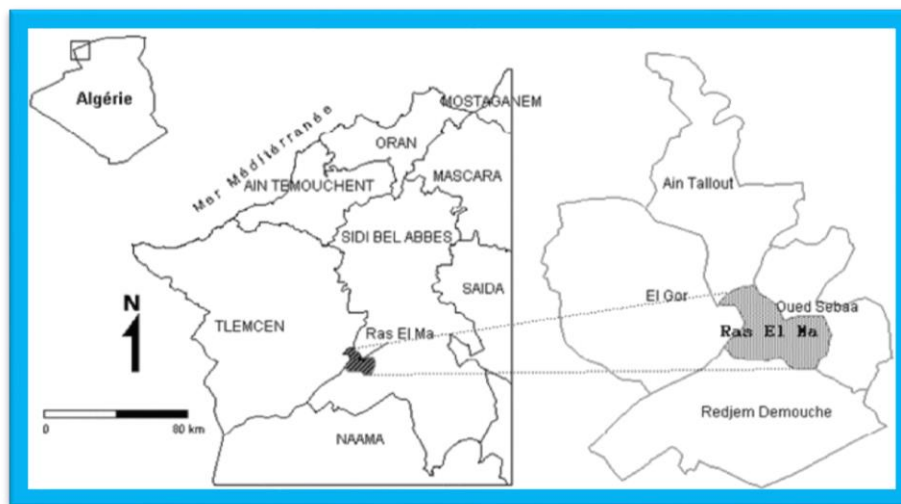


Figure 8 : Situation géographique de la zone d'étude au sud de l'Oranie

(Source :Bensmira.Z et al,2015)

I.2. Climat :

Le climat de la steppe a fait l'objet de plusieurs travaux, il est du type méditerranéen semi-aride inférieur à aride froid avec des précipitations moyennes annuelles de 271 mm, une température moyenne minimale du mois le plus froid de $-0,5$ et une température moyenne maximale du mois le plus chaud de $34,5^{\circ}\text{C}$ avec un coefficient pluviométrique entre 24,5 et 27,7. La période de sécheresse est généralement supérieure à 7 mois d'avril à octobre. (Mohammedi, 1998). L'indice xérothermique est évalué par Benabdeli (1983) et Mohammedi (1996) à 135 situant la zone dans thermo-méditerranéen accentué avec un indice de sécheresse estivale de l'ordre de 1,29.

I.3. Les sols :

Les sols calcaires et calciques dominant, caractérisés par une faible profondeur, une croûte calcaire, une teneur en matière organique très faible (inférieur à 1%) et décroissante selon la profondeur alors que le taux de calcaire croît et constitue une entrave au développement des plantes. La texture est à dominance sableuse imposant une faible stabilité structurale et une faible capacité de rétention en eau ne permettant le développement que d'une végétation xérique adaptée aux conditions du milieu.

I.4. La végétation : (Hellal, 2014)

La couverture végétale de la zone d'étude est de deux types : Matorral et Steppes.

La végétation est représentée par un ensemble d'espèces végétales du type arboré :

- Le pin d'Alep, appartenant à la famille des Pinacées (Abiétacées), représente la formation végétale forestière dominante. Il est utilisé à grande échelle comme essence de reboisement pour la reconstitution des matorrals dégradés et des terrains incendiés.
- Le chêne vert (*Quercus ilex*) est la deuxième essence de ce qui reste des matorrals de la région d'étude. Il résiste à la sécheresse et arrive à survivre sous une pluviosité annuelle de 400 mm, mais craint les grands froids.
- D'autres essences, comme le thuya (*Tetraclinis articulata*) et le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), sont rencontrées de façon sporadique.
- Les steppes ligneuses sont formées de chaméphytes ; les plus typiques sont celles à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso). Elles se présentent sous forme de touffes espacées parsemant le sol avec quelques hemicryptophytes et de nombreux thérophytes qui se développent au printemps. Elles sont souvent considérées comme les meilleurs parcours.

- Les steppes graminéennes occupent une plus grande surface et sont dominées par des poacées pérennes telles que l'alfa (*Stipa tenacissima*), le sparte (*Lygeum Spartum*) et le drinn (*Aristida pungens*). L'alfa (*Stipa tenacissima*) est abondant entre les isohyètes 200 et 400 mm de pluie. Elle est éliminée en steppe, dans les dépressions limoneuses et les sols argileux, par le Chih (*Artemisia herba-alba*) et le Sennagh (*Lygeum Spartum*).
- Des steppes dégradées issues de la disparition de plantes annuelles et vivaces, et leur remplacement partiel par d'autres espèces de moindre valeur fourragère comme :
 - *Peganum harmala*, *Noaea mucronata*,
 - *Atractylis serratuloïdes*, *Cirsium syriacum*

II. Matériels et Méthodes :

II.1. Matériel végétal :

Des parties aériennes de la plante *A. halimus* ont été récoltées fraîches dans la région de Ras El ma, au Sud-ouest de la wilaya Sidi Bel Abbés, en Avril 2021. L'identification s'est faite au niveau du Laboratoire de l'UDL-SBA par notre encadreur. Les pièces de la plantes récoltée furent aussitôt lavées à l'eau et nettoyées des impuretés puis séchées à l'ombre, dans un endroit bien aéré loin de toute lumière pendant une durée de plus de deux semaines. Une fois séchées, les feuilles se font détacher de leurs tiges puis bien conserver jusqu'à leur utilisation.

II.2. Mode opératoire :

1. Protocole d'extraction d'huile essentielle :

L'opération s'est effectuée au niveau du laboratoire pédagogique de la Faculté SNV.UDL.SBA, en deux jours successivement soit les 13 et 14 Juin 2021, sous l'œil aiguisé du Docteur Benchohra A. MCA. SNV.UDL. SBA.

La méthode d'extraction choisie est l'hydrodistillation, méthode ancienne et facile à manipuler, utilisée pour isoler les huiles essentielles des plantes aromatiques et médicinales

Le procédé consiste à faire immerger chaque jour 650 g de matériel végétal conservé dans une cocotte (acier inoxydable), et remplie d'eau distillée. Le mélange fut exposé directement à une source de chaleur contrôlable (résistance électrique) pendant une durée prolongée (3h) pour nous permettre d'extraire le maximum possible des huiles essentielles. (Figure 9).

La vapeur d'eau, enrichie en huiles essentielles, passe dans le « col de cygne » qui les ramène au condensateur (serpentin) où la vapeur se condense par refroidissement. Le condensat arrive enfin dans l'essencier où l'huile essentielle, de densité inférieure à celle de l'eau, flotte sur l'hydrolat et peut être recueillie. (Figure 9).



Figure 9 : Montage de l'extraction d'huile essentielle par hydrodistillation.

2. Calcul du rendement de l'extraction des HE :

Le rendement de l'extraction est déterminé par la formule suivante :

$$R = (m/m_i) \times 100$$

Où

- R : le rendement d'extraction en %
- m : la masse d'extrait en gramme
- m_i : la masse de la matière végétale initiale en gramme



Figure 10 : Quantité de l'huile essentielle extraite en mg.

(Cliché :Zitoun et Zouich, 2021)

III. Evaluation de l'Activité antioxydante:

III.1. Principe :

Le test DPPH° permet de mesurer le pouvoir antiradicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température ambiante). Il mesure la capacité d'un antioxydant (AH, composés phénoliques le plus souvent) à réduire le radical chimique DPPH° (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) par transfert d'un hydrogène. Le DPPH°, initialement violet, se transforme en DPPH-H, jaune pâle. (Figure 11)

La réduction du DPPH° est facilement mesurée par spectrophotométrie à 515nm.

La réaction sera plus ou moins rapide selon la nature de l'antioxydant, et la quantité de DPPH-H formé dépendra de la concentration en antioxydant

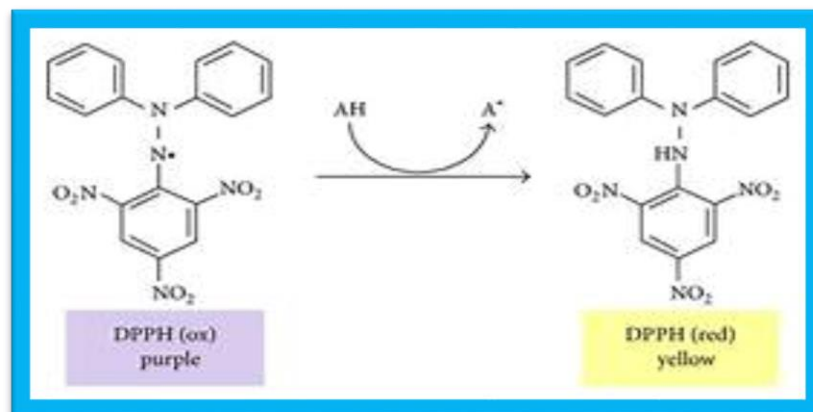


Figure 11 : Réduction du radical libre DPPH°

III.2. Matériel :**1. Matériels non biologique :**

- 1) Balance
- 2) Spectrophotomètre
- 3) Agitateur magnétique
- 4) Micropipettes
- 5) Verreries

2. Produits utilisés :

- ✦ DPPH
- ✦ Méthanol

III.3. Mode opératoire :**1. Test de piégeage du radical libre DPPH :**

Le test antioxydant a été réalisé par la méthode au DPPH° décrite par (Muhammed et *al*, 2012) (in Bouchoucha et Ouazeta, 2018) (Bouchoucha M., et Ouazeta R. : Mémoire : »Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité hypoglycémiant et anti-hyperglycémiant de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus L* ». UFM.Constantine. 2018) avec quelques modifications..

Un volume de 50µl de chaque solution méthanolique des extraits à différentes concentrations (de 0.031 à 1mg/ml) sont ajoutés à 0.05ml de la solution méthanolique du DPPH (0,025g/l). Parallèlement, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 50µl de méthanol avec 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH.

La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante.

Pour chaque concentration le test est répété 2 fois.

Le pourcentage de piégeage des radicaux libres DPPH° (pourcentage d'inhibition) a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$I\% = [(Abs_{Dpph} - Abs_{éch}) / Abs_{DPPH}] \times 100$$

Où :

I% : pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH

A_{DPPH} : Absorbance du témoin négatif. (Contenant tous les réactifs sauf le composé à tester).

A_{éch} : Absorbance de l'échantillon.

2. Détermination d'IC₅₀ :

L'IC₅₀ ou la concentration inhibitrice de 50 % est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH. Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions logarithmiques des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations de chacun des extraits testés (Fabri et *al.*, 2009)

Chapitre V : Résultats et discussion

III.4. Rendement de l'extraction des HE de l'*Atriplex halimus* L:

L'opération d'hydrodistillation faite nous a permis de recueillir une quantité totale de 1,0183 g d'huiles essentielles, sachant que le processus s'est effectué identiquement pendant deux (2) jours successifs où nous avons utilisé à deux reprises une quantité globale de feuilles sèches de la plante de 1300 g immergée dans l'eau distillée et chauffée pendant une durée de 03 heures. Les huiles essentielles ont été en terme séparées de l'hydrolat résultant de l'hydrodistillation après condensation puis pesées.

L'expérience nous a démontré clairement que les feuilles de l'*A. halimus* L, contiennent effectivement des essences même si le rendement, calculé par la formule expliquée antérieurement, n'est chiffré qu'à 0,08% et donc estimé très faible. L'*Atriplex halimus* est une plante médicinale et non pas aromatique.

Les caractéristiques organoleptiques de l'huile extraite ont été notées : (Aspect, couleur odeur, saveur), mais il nous était difficile de mesurer les indices chimiques de l'extrait (comme l'indice d'acide par KOH, l'indice d'ester par KOH, le pH, la mesure des grandeurs physiques...), de plus que l'analyse chromatographique de l'huile essentielle extraite.

Le rendement aussi faible en HE extraites des feuilles sèches de l'*Atriplex halimus* peut être en rapport avec les facteurs influents l'extraction qu'ils soient intrinsèques ou extrinsèques. Même le procédé de l'extraction par hydrodistillation a la caractéristique d'être simple et facile à manipuler d'une part, mais peu rentable d'une autre.

La comparaison de nos résultats à ceux des travaux similaires publiés antérieurement et concernant notre produit semble injuste.

III.5. Détermination de L'activité antiradicalaire par le test au DPPH° :

L'activité antioxydante *in vitro* a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH selon le protocole décrit par Benhammou et al, 2009,

- ❖ Un volume de 50µl de chaque solution méthanolique des extraits à différentes concentrations (de 0.031 à 1mg/ml) sont ajoutés à 0.05ml de la solution méthanolique du DPPH (0,025g/l).
- ❖ Parallèlement, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 50µl de méthanol avec 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH.

Après une période d'incubation de 30 mn à température ambiante, l'absorbance est mesurée à la longueur d'onde de 515 nm par le spectromètre. (Figure 12)

On détermine la cinétique de la réaction et les paramètres de calcul de l'activité antioxydante pour l'extrait méthanolique des HE (pourcentage d'inhibition, IC50).

Tous les essais ont été effectués deux fois afin de vérifier la reproductibilité.

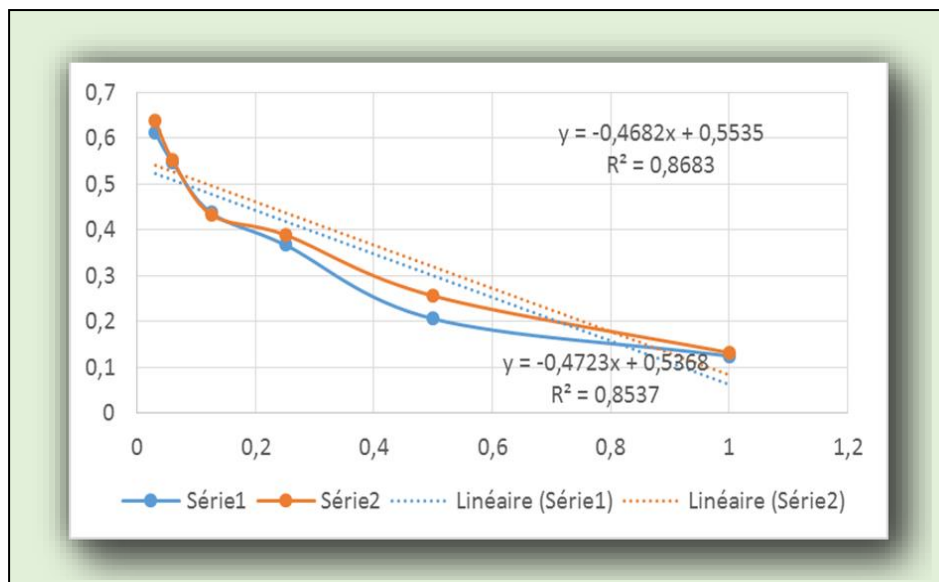


Figure 12 : Courbe Absorbance de DPPH^o en fonction de la concentration d'extrait brut d'huile essentielle de l'*Atriplex halimus*

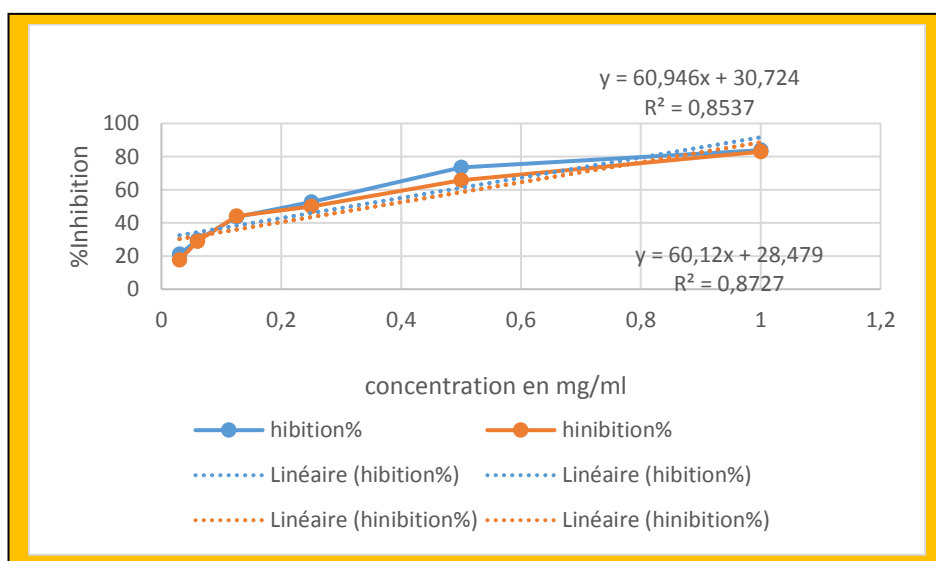


Figure13 : Pourcentage d'activité antioxydante en fonction de la concentration d'extrait brut d'huile essentielle de l'*Atriplex halimus*

La figure 14 montre les résultats de la mesure du pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration de l'extrait méthanolique d'huile essentielle des feuilles de *l'Alalimus*. Nous remarquons que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration d'extrait méthanolique d'HE.

L'IC50 est inversement proportionnelle à la capacité antioxydante d'un composé, parce qu'elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Les valeurs d'IC50 est de 0.31mg/ml et 0.35mg/ml.

III.6. Détermination d'IC50 :

1. *A partir de l'équation de la courbe :*

$Y_1 = 60.947x + 30.724$ $50 = 60.947x + 30.724$ $X = (50 - 30.724) / 60.947$ $X_1 = Ic50 = 0.31mg/ml$	$Y_2 = 60.12x + 28.479$ $50 = 60.12x + 28.479$ $X_2 = (50 - 28.476) / 60.12$ $X_2 = ic50 = 0.35mg/ml$
--	---

1) *Détermination d'IC50 par des calculs :*

a) Détermination de l'équation de courbe de tendance

$Y = ax + b$

	x	y	xy	X ²	Y ²
	1	83.87	83.87	1	7034.1769
	0.5	73.41	36.705	0.25	5289.028
	0.250	52.64	13.16	0.0625	2770.9696
	0.125	43.61	5.4512	0.015625	1901.8321
	0.06	29.03	1.7724	3.6×10^{-3}	872.6116
	0.03	21.03	0.6309	9×10^{-4}	442.2609
somme	1.965	304.1	141.5895		18410.8791
moyenne	0.3275	50.683	23.59825		3068.47985

a) Détermination de la pente (a) :

$$a = 22.67 - (0.3275 \times 48.1683) / (0.222 - 0.3275)^2$$

$$a = 60.08$$

b) Détermination de (b) :

$$Y_{\text{moy}} = aX_{\text{moy}} + b$$

$$b = Y_{\text{moy}} - aX_{\text{moy}}$$

$$b = 50.683 - (60.96 \times 0.3275)$$

$$b = 30.71$$

$$\text{Donc : } y = 60.98x + 30.71$$

$$Y_{\text{moy}} = aX_{\text{moy}} + b$$

$$50 = 60.98x + 30.71$$

$$X = (50 - 30.71) / 60.98$$

$$X_1 = \text{Ic}_{50} = 0.31 \text{ mg/ml}$$

	x	y	xy	X ²	Y ²
	1	82,96	82.96	1	6882,36
	0.5	65,8	32.9	0.250	4329.64
	0.250	49,8	12.45	0.0625	2480.04
	0.125	44,13	5.51625	0.015625	1947.45
	0.06	28,77	1.7262	3.6×10 ⁻³	872.71
	0.03	17,55	0.5265	9×10 ⁻⁴	308.002
Somme	1.965	289.01	136.07	1.33262	16820.20
Moyenne	0.3275	48.1683	22.67	0.222	2803.36

$$Y_{\text{moy}} = ax_{\text{moy}} + b$$

$$b = Y_{\text{moye}} - ax_{\text{moy}}$$

$$b = 48.1683 - (60.08 \times 0.3275)$$

$$b = 28.49$$

$$\text{Donc : } y = 60.08x + 28.49$$

$$Y_{\text{moy}} = ax_{\text{moy}} + b$$

$$50 = 60.08x + 28.49$$

$$X = (50 - 28.49) / 60.08$$

$$X_2 = \text{Ic50} = 0.35 \text{ mg/ml}$$

Conclusion

Les plantes sont de véritables réservoirs de principes actifs naturels que l'homme en a usées pour entretenir sa santé, prévenir ses maux voir les guérir. Au cours des décennies passées, l'intérêt public pour les thérapies naturelles a considérablement augmenté dans tous les pays. Mais l'usage aveugle des plantes n'est guère recommandé. Les études scientifiques sont la clé crédible pour juger des vertus réelles de ces végétaux et de s'en servir sans crainte.

L'*Atriplex halimus* est une plante médicinale très répandue dans les territoires à climat aride. Elle est très fréquente dans la région steppique de la wilaya de Sidi bel Abbes où elle est connue sous le nom de « Guettaf ». Elle a fait notre choix dans le but de réaliser une évaluation des propriétés antioxydantes des huiles essentielles contenues dans les parties aériennes d'une plante médicinale, spécialement dans les feuilles.

L'expérience d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation n'a ramené qu'une quantité infime, mais suffisante pour répondre à notre objectif tracé. Le rendement était de 0.078%. L'évaluation de l'activité antioxydante s'est faite par le test de piégeage au DPPH pour définir, primo, le pourcentage d'inhibition et, secundo, calculer l'IC50. Les résultats obtenus nous font déduire que les huiles essentielles des feuilles de l'*Atriplex halimus* L, de la région de Ras El ma-SBA, origine de notre échantillon, présentent une faible activité antioxydante avec une concentration inhibitrice (IC50) d'une valeur de 0.35 ; 0.31mg/ml, des valeurs ne représentant que la moitié des IC50 des huiles du *Thymus vulgaris*, du *Mentha spicata*, et du *Citrus limonum* (Rachid Ismaili et al, 2017).

Cette expérience ne doit nullement marquer la fin des explorations de cette plante. Il sera sage d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche pour expliquer l'activité biologique des composants bioactifs de la plante médicinale *Atriplex halimus*. Il faudra donc développer d'autres procédés d'extraction pour obtenir le maximum de molécules phytochimiques présentes dans la matrice des différents organes végétaux d'*Atriplex halimus* ; séparer les molécules contenues dans l'extrait actif d'*A.halimus*, et diversifier les régions et les périodes d'échantillonnage. Finalement, il faut tester les molécules isolées in vivo sur différents modèles biologiques pour trouver d'autres applications thérapeutiques, comme anticancéreuses et anti-inflammatoires ou encore antibactériennes et dans l'industrie agroalimentaire et étudier la cytotoxicité de ces molécules pour confirmer ou d'infirmier l'activité attribuée à cette plante.

Références bibliographiques

*Références Bibliographiques***A**

Abbade A. et al 2014, El Hadrami A., El Hadrami I et Ben chaabane A. Seasonal chemical composition of leaves of three *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae) natural populations grown in a common garden. Pakistan. Journal of Biological Sciences, 7(2), 2004, pp. 203-208.

ADJANOHOUM.E et al, 2016, contribution aux études ethnobotanique et floristique en République populaire du Bénin, médecine traditionnelle et pharmacopée, ACCT.

AFNOR, 2000 : -Huiles essentielles. Ed. PARA Graphic. Tome 1 – Echantillonnage et méthode d'analyse 471 P. Tome 2 – Volume 1 Monographie relative aux huiles essentielles 323 P. Tome 2 – Volume 2 Monographie relative aux huiles essentielles 663 P.

AGHANDOUS.R et al, 2010, KAMOU.O BENHADJ.K ; Étude de la phytothérapie traditionnelle dans la région de Fenoughil ,mémoire ;2018,p10

B

Bekhechi. c , abdelouahid .d, les huiles essentielles, office des publications universitaires, 07/2014 edition 1.04.5145, Alger 7p.

BELOUED.A, 1998, plantes médicinales d'Algérie OPV, in alger.

Bellakhdar J ,1997- La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press, Paris

Bensmira .Zet al,2018, Les incidences du changement climatique sur l'espace pastoral steppique de l'Algérie occidentale (cas de la commune de Ras El Ma) Zaza Bensmira, Benchaben Hellal, Sophie Bouju, Richard Maire

Bensmira.Zaza, Benchaben Hellal, Sophie Bouju, Richard Maire ; Les incidences du changement climatique sur l'espace pastoral steppique de l'Algérie occidentale (cas de la commune de Ras El Ma), Les Cahiers d'Outre-Mer, 2015, n° 271, p. 285-462

BOUACHERINE.R et BENRABIA. H,2017 ; Biodiversité et valeur des plantes médicinales dans la phytothérapie: Cas de la région de BEN SROUR (M'sila)

Boukhatem; Mohamed Nadjib, FERHAT Amine et KAMELI Abdelkrim,2019 MÉTHODES D'EXTRACTION ET DE DISTILLATION DES HUILES ESSENTIELLES : REVUE DE LITTÉRATURE, Revue Agrobiologia (2019) 9(2): 1653-1659, Algeria,2019

Bouderba.N , 2016 NOTES DE TERRAIN Médecine traditionnelle et médecine moderne en République Populaire du Bénin. Jean BENOIST Laboratoire d'Ecologie Humaine

Bouderba.N, 2016, étude, ethnobotanique, écologique et activités biologiques de la coloquinte (*Citrullus colocynthis* .L) et du contenu floristique de la région de Béchar, thèse, université Mustapha Stamboli –MASCARA p :7

Brand-williams et al.1995 Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.:(1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 28: 25-30

Bruneton J,1993. Eléments de phytochimie et de pharmacologie. 2^{ème}. 1993

Bunet P, et Brunel J.P., - Physiologie végétale. Tome II. Edit. Dion. Pp :54. 2000

Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. A review: International Journal of Food Microbiology 94, Pp.223-253. 2004

Bousbia N., Thèse de Doctorat : « extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir des produits naturels et coproduits agroalimentaires. Univ. Avignon. Fr. 2011.p. 5

BRUNETON.J ,2007 KAMOU.O BENHADJ.K ; Étude de la phytothérapie traditionnelle dans la région de Fenoughil ,mémoire ;2018,p11

C

Chikhi, 2014 ; Chikhi, I., Allali, H., Dib, M.A., Medjdoub, H., Tabti,B., (2014).Antidiabetic activity of aqueous leaf extract of *Atriplexhalimus L.*(Chenopodiaceae) in streptozotocin-induced diabetic rats. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 4(3): 181-184.

Cheikh Hamidou , 1961 Kane L'aventure ambiguë, Julliard, p. 99.

Crouzet J, 1998 :-Arômes alimentaires. Techniques de l'ingénieur F 4 100, pp : 1 – 18.

Cicile J.-C., 2002 : Distillation. Absorption Etude pratique. Techniques de l'ingénieur J 2610 pp 1-20.

D

Daoudi et Ahmed Blaha, 2019 :- Contribution à l'étude ethnobotanique et de l'activité antioxydante de *l'Atriplex halimus L*, dans la région de SBA. Mémoire, UDL SBA, 2019.

Dugo G. et Di Giacomo A., 2002 : -Citrus. The genus Citrus. Taylor & Francis Publishing, London. 638 p.

Durvelle J.-P., 1930 -Fabrication des essences et des parfums. Ed. Desforges, Girardot et Cie, 807 p

E

El Beyrouthy.M ,2009 ;To cite this article: Marc El Beyrouthy (2009) Contribution à l'ethnopharmacologie libanaise et aux Lamiaceae du Liban, Acta Botanica Gallica, 156:3, 515-52Contribution à l'ethnopharmacologie libanaise et aux Lamiaceae du Liban, Published online: 26 Apr 2013.

F

Fabri.R.L; Nogueira.M.S; Braga.F.G ; Coimbra.E.S; Scio E, 2009. Mitracapusfrigidus aerial parts exhibited potent antimicrobial, antileishmanial, and antioxidant effects. Biore-source Technology, 100: 428-433.

Funk & Wagnalls, 2004- Encyclopédie britannique. URL /http// www.Funkandwagnalls.Com)

Francllet et Le Houerou.1971 ;Les Atriplex en Tunisie et en afrique de nord FO: SF/TUN11 rapportechnique n°7,FAO, Rome,249p

G

Gahbiche.S ,2009 ,- la phytothérapies, école supérieure des sciences et techniques de la sante de sousse.

Garnero J., 1996 :- Huiles essentielles. Techniques de l'ingénieur K345 pp 1-45.

H

HAMMICHE.V, MAIZA.K, 2006, traditional médecine in central Sahara : pharmacopoeia of TassiliN'Ajjer, journal of ethnopharmacology, p : 105.

Hellal T.2014,- Thèse de Doctorat : « les cultures céréalières dans la steppe de la wilaya de Sidi Bel Abbas : conséquences écologiques et enjeux socio-économiques ». UDL. SBA. Pp.63. 2014

J

JohnsonJ.W. et al, 1991-Breeding for improved rooting potential under stress condition I.N: Physiological environment. Montpellier, France 6Juil. 1989, Colloque INRA N°55: pp 307-317)

K

KHOUDALI, S., BENMESSAOUDLEFT, D., ESSAQUI, A.2014. -Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) du Maroc. Journal of Materials and Environmental Science, vol. 5, no 3, p. 887-898.

Kinet et al, 1998 Le réseau Atriplex: Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semiarides. Cahier d'agriculture. Vol. 7, pp. 505-509

Kunle O.et Okogun J. 2003 Antimicrobial activity of various extracts and carvacrol from *Lippie multiflora* leaf extract phyto medicine. Vol 10. P: 59-51. Edition 2003

L

LeHouerou H.N., 1992- The role of saltbushes (*Atriplex* spp) in arid land rehabilitation in the mediterranean basin. A review : Agroforestry systems. 18 : 107-148.

Leybros J. et Fremeaux P., 1990 :- Extraction solide-liquide, aspect théorique. Techniques de l'ingénieur J 2780 pp 7-8.

M

MARINIER .C , LOBSTEIN.A,2013 ; Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine, France,p20

Marc El Beyrouthy, Contribution à l'ethnopharmacologie libanaise et aux Lamiaceae du Liban, 2009,p517

Marc El Beyrouthy, Contribution à l'ethnopharmacologie libanaise et aux Lamiaceae du Liban, 2009,p516

Maire.R., 1962-Carte phyto géologique de l'Algérie et de la Tunisie. Baconnier. Alger.78p.

Maiza Kh ,2008- Pharmacopee traditionnelle saharienne: Sahara algerien. These de Doctorat en Sciences Medicales, Universite d'Alger 5.

Mesnoua .M.2020 ; https://www.researchgate.net/figure/A-Plantes-dAtriplex-halimus-subsp-schweinfurthii-a-gauche-et-halimus-a_fig6_313199399

Mohamed Nadjib.B et al .2019 MÉTHODES D'EXTRACTION ET DE DISTILLATION DES HUILES ESSENTIELLES : REVUE DE LITTÉRATURE, Blida, Algeria, 2019)

MOHAMMEDIE.Z, 2013 ; mohammedi zohra , pr.chabane sari daoudi,pr.Atik bekkara fawzia , étude phtochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région Nord et Sud Ouest de l'Algérie,2013,tlemcen)

Muhammed et al, 2012-(in Bouchoucha et Ouazeta, 2018) (Bouchoucha M., et Ouazeta R. : Mémoire : »Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité hypoglycémiant et anti-hyperglycémiant de l'extrait méthanolique d'Atriplex halimus L ». UFM.Constantine. 2018)

MPONDO.E.Met al, 2012 ; E ,M .MPOND,D .S. DIBONG ,C.F LORA ,L.YEMEDA , R .J .PRISO ,A .NGOYE2012 ,les plantes a phenols utilisées par les populations de la ville de Douala , journal of Animal et plant sciences , p15.

MPONDO. E.M. et al, 2012 . Les plantes à phénols utilisées par les populations de la ville de Douala. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2012, vol. 15, no 1, p. 2083-2098.

N

NABILA,2011 par Mme BELYAGOUBI Née BENHAMMOU Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien,

Negre R., 1961 – Petite flore des régions arides au Maroc occidentale. T1. C.N.R.S.Paris VII. 257p

Nedjimi et al., 2013 **Nedjimi B.**, Guit B., Toumi M., Beladel B., Akam A., Daoud Y. 2013: "Atriplexhalimussubsp. SchweinfurthiiChenopodiaceae) : Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques", Fourrages, 216, 333-338.

P

PAUL ET .I al, 2001, Larousse des plantes médicinales : identification, préparation et soins, Larousse.

pegeon.Eet al,2014,le petite traité rustica des plantes sauvages comestibles,livre,rustica édition parais.

Peyron L., 1992 : Techniques classiques actuelles de fabrication des matières premières naturelles aromatiques. Chapitre 10, pp 217 – 238. Cité In : Les arômes alimentaires. Coordinateurs Richard H. et Multon J.-L. Ed. Tec & Doc-Lavoisier et Apria. 438 p.

Q

Quèzel P, Santa S, 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome2, Ed. Centre nationale de la recherche scientifique, Paris, pp.935-936.

QUEZEL P. et SANTA S., 1962– Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 2 vol. 1170p.

R

Roger.M,1990,(Roger Moatti, LA PHYTOTHERAPIE, REVUE DES DEUX MONDES DECEMBRE 1990,p83)

S

SAAD.B et al, 2006 ; KAMOU.O BENHADJ.K ; Étude de la phytothérapie traditionnelle dans la région de Fenoughil ,mémoire ;2018,p11

Site web ,master 1 ;<https://fr.scribd.com/document/483442875/Les-bienfaits-Atriplex-halimus>

W

Walker, D. et al ,2014 ; Lutts, S., Sánchez-García, M., & Correal, E Atriplex halimus L.: Its biology and uses. Journal of Arid Environments, 2014,100-121

Wijesekara R.O.B., Ratinatunga C.M., Durbeck K., 1997 :- The distillation of essential oils. Manufacturing and plant Construction Handbook. Eschborn, Federal Republic of Germany, Protrade, Department of foodstuffs & Agriculturak Products.

Z

ZAIDI. N,2020 -Les activités biologiques des constituants bioactifs de la plante médicinale « Atriplex halimus », MASTER académique EN BIOLOGIE ; Mémoire de fin d'études)

ZEGHAD.N, 2009, (Zeghad Nadia , Mr Benlaribi M, Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne, 2009, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister (Ecole doctorale) Constantine

ZRIBA D., HARZLLAH H. E et BOUZID S, 1998 – Etude de la floraison et influence des facteurs de l'environnement, répartition des sexes et analyse florale in étude de la diversité biologique de l'Atriplex halimus par le repérage in vitro et in vivo d'individus résistants.

ANNEXE

Annexe01: les appareils, des produits chimiques, de la verrerie et l'équipement .

