

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Benali Djihed et Taoui Soumia Manel

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : Pharmaco-toxicologie

THÈME

*Etude phytochimique d'une plante médicinale
Atriplex halimus collectée de la région de Bechar*

Soutenue le 2020

DEVANT LE JURY

Présidente	Mme kribi Soraya	MCB	Université de Mostaganem
Examinatrice	Mme Amari. N	MCB	Université de Mostaganem
Encadrant	Mme Missoun.F	MCA	Université de Mostaganem

2019-2020



Remerciements

Nous remercions « allah sobhano », tous puissants qui nous a facilité la tâche pour mener à mieux ce travail de recherche.

Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre reconnaissance à notre encadreur, Madame MISSOUN Fatiha, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses précieux conseils, qui ont enrichis notre travail de recherche.

Un grand merci à Madame kribi Soraya, qui nous a honorés en acceptant d'être présidente de ce jury.

Nous remercions aussi madame Amari. N de participer à ce jury et d'examiner avec soin ce travail.

Nous remercions le personnel de l'hôpital de Mostaganem.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail de recherche

A mon support dans ma vie qui m'a appris, m'a supporté et m'a dirigé vers la gloire **mon Papa** ...

A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir à la source d'amour éternelle **ma Maman** ...

A mes chers frères **Rafik ismail, Abdelhakim, Mohamed el amine** et ma belle-sœur **Soumia** ...

A mon soutien moral et la source de mon courage **Bouhanna Izzeddine** ...

A toute ma famille **Taoui et Boukra** ...

A toute la famille **Fellouah** ...

A mes cousines **Zerfa, Amina et Lamia** ...

A mes copines **Nour el houda, Kaouter, Souhila, Kheira** ...

A toute la promotion master II biologie spécialité : pharmacotoxicologie ...

A mon encadreur Mme **MISSOUN FATIHA** et tous mes enseignants ...

A ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la finalisation de ce travail.

Soumia Manel



Dédicace

Je dédie ce mémoire à

A ma Chère Mère Malika et mon Père Rabah

Permettez-moi de vous exprimer mon grand amour
Mon attachement et ma plus haute considération pour votre personne. Je suis
très fière d'être votre fille et de pouvoir enfin réaliser, ce que vous avez tant
espéré et attendu de moi.

A jumelle et mes chères sœurs et mon frère

Imene, Israe, Douae et Khouloud pour leurs encouragements permanents, et
leur soutien moral. Aussi à mon frère **Badir** pour leur appui et leur
encouragement

A toute ma famille **Bechir** pour leur soutien tout au long de mon parcours
universitaire. Merci d'être toujours là pour moi.

A mon encadreur

Mme **MISSOUN FATIHA** et tous mes enseignants

A mon marie Bechir Mustapha

Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance
pour l'amour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré. Cher
marie j'aimerais bien que tu trouves dans ce travail l'expression de mes
sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta
patience avec moi que ce travail a pu voir le jour...

Djihad

Résumé

En Algérie, la phytothérapie est utilisée depuis toujours dans le secteur de la médecine traditionnelle.

Aujourd'hui les plantes jouent un rôle très important dans les traditions médicales et la vie des habitants d'Algérie mais les règles de leur utilisation manquent parfois de rigueur et ne tiennent pas compte des nouvelles exigences des thérapeutiques modernes.

L'espèce décrite dans notre travail est l'*Atriplex halimus* L qui appartient à la famille des chénopodiacées. Cette espèce connue sous le nom de (Guettaf) est très répandue dans le sud Algérien.

Elle a plusieurs utilisations thérapeutiques connues pour ces propriétés hypoglycémiantes, et agit sur la maladie du sommeil et connu pour son activité antioxydante.

Les tests phytochimiques de la partie aérienne (feuille+ tige) de l'*Atriplex halimus* préparés par infusion, décoction et macération montrent la présence de plusieurs familles chimiques qui sont des tanins, flavonoïdes, des saponines et protéines. Alors qu'elles sont dépourvues de quinones libres, Stéroïdes et triterpène et des alcaloïdes.

Ces phytoconstituants jouent un rôle très important dans les activités pharmacologiques connues chez cette plante.

Abstract

In Algeria, herbal medicine has always been used in the traditional medicine sector.

Today plants play a very important role in the medical traditions and the life of the inhabitants of Algeria, but the rules for their use are sometimes lacking in rigor and do not take into account the new requirements of modern therapy.

The species described in our work is *Atriplex halimus.L* which belongs to the chenopodiaceae family. This species known under the name of (Guettaf) is widely answered in southern Algeria.

It has several therapeutic uses known for its hypoglycemic properties, and acts on sleeping sickness and known for its antioxidant activity.

The phytochemical tests of the aerial part (leaf + stem) of *Atriplex halimus* prepared by infusion, decoction and maceration show the presence of several chemical families which are tannins, flavonoids, saponins and proteins. While they are devoid of free quinones, Sterols and triterpene and alkaloids. These phytoconstituents play a very important role in the pharmacological activities known in this plant.

Liste des tableaux

Tableau 1 : les différentes formes galéniques de la phytothérapie.....	6
Tableau 2 : composition minérale d' <i>Atriplex Halimus</i>	19
Tableau 3 : Principales classes des composés phénoliques.....	25
Tableau 4 : Structures des squelettes des principales classes des flavonoïdes.....	27
Tableau 5 : Quelques types d'alcaloïdes et leur effet biologique.....	32
Tableau 6 : caractéristiques morphologiques des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	41
Tableau 7 : Tests phytochimiques des extraits de la partie aérienne (feuille+ tige) de <i>l'Atriplex halimus</i> préparés par infusion, décoction et macération.....	42

Listes des figures

Figure 1 : Méthode de production de l'huile essentielle et de l'hydrolat de plante.....	10
Figure 2 : Carte montrant la répartition des <i>atriplex halimus</i> dans le bassin méditerranéen.....	14
Figure 3 : Classification et structure chimique des composés phénoliques contenus dans les petits fruits.....	24
Figure 4 : structures de base des poly phénols.....	25
Figure 5 : structure de base des acides benzoïques et cinnamiques.....	26
Figure 6 : structure de base des flavonoïdes.....	27
Figure 7 : structures de base des tanins hydrolysables.....	29
Figure 8 : structure de base des tanins condensés.....	30
Figure 9 : structure de 1,4-benzoquinone (A) et 9;10-antraquinone (B).....	30
Figure 10 : quelques exemples de coumarines (Bruneton. 1993).....	31
Figure 11 : structures de l'isoprène.....	34
Figure 12 : structure de squelette de noyau stéroïde.....	34

Liste des photos

Photo 1 : Arbuste <i>d'Atriplex halimus</i>	13
Photo 2 : fleurs <i>d'Atriplex halimus</i>	17
Photo 3 : feuille <i>d'atriplex halimus</i>	17
Photo4 : A. plante entière utilisée dans notre étude <i>d'Atriplex halimus L.</i>	35
B. les feuilles <i>d'Atriplex halimus L.</i>	

Liste des abréviations

% : le signe pour cent

Ac : Acide

Afnor : association française de normalisation

AMM : autorisation de mise sur le marché

Ca: Calcium

CaCl₂: Calcium chloride

Cd: Cadmium

CHCL₃ : Chloroforme

cm : centimètre

Cu : Cuivre

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

EF : extraits fluides

EPS : extraits de plante fraîche standardisés

FeCl₃ : Chlorure de Fer

g : gramme

H₂SO₄ : Acide sulfurique

HCl : Acide chlorhydrique

HPLC (CLHP) : La chromatographie en phase liquide à haute performance

Idm : Indice de mousse

KCl : Potassium chloride

Kg : kilogramme

KOH : Hydroxyde de potassium

LDL : Lipoprotéine de basse densité

LPAP : laboratoire de recherche de Pharmacognosie et Api-phytothérapie

M : mètre

Mg: magnesium

Mn: manganèse

MPUP : les matières premières à usage pharmaceutiques

Ms : matière sèche

Na₂CO₃: Carbonate de sodium

NaCl : Sodium chloride

NaOH : hydroxyde de sodium

NH₄OH : Ammonique

O.R.L : oto-rhino-laryngologie

OH : Hydroxyle

P: phosphate

Se: sélénium

SIPF : suspension intégrales de plante fraîche

Zn : zinc

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Phytothérapie

1. Définition	3
2. Historique de la phytothérapie	4
3. Types de phytothérapie	4
4. Les différentes formes galéniques de phytothérapie	6
a. Les formes solides : Les gélules, comprimées	7
b. Forme liquides	7
c. Formes pour usage externe : les crèmes, pommades, liniments, préparations huileuses	10
5. Critères de choix de la forme galénique	11
6. Phytothérapie en Algérie	11

Chapitre II : *L'Atriplex halimus*

1. Généralités	13
2. Description botanique	13
3. Distribution	13
4. Systématique de l'espèce <i>Atriplex halimus</i> L	14
5. Origine	15
6. <i>Atriplex</i> en Algérie	15
7. Exigences édapho-climatiques	15
8. La morphologie de <i>Atriplex halimus</i> L	16
8.1. Touffes	16
8.2. Fleurs	16
8.3. La Feuille	17
8.4. La tige	18
8.5. Racine	18
8.6. La graine	18
8.7. Les fruits	18
8.8. Les valves fructifères	18
9. Phytochimie de l' <i>Atriplex</i>	18
• La composition chimique	18
• La composition en huile essentielle	19

• La composition minérale	19
10. Les intérêts de la plante	19

Chapitre III : Les métabolites secondaires

1. Définition et fonction	23
2. Classification des métabolites secondaires	23
2.1. Les composés phénoliques (polyphénols)	24
2.1.1. Définition	24
2.1.2. Structure chimique	25
2.1.3. Classification des composés phénoliques	25
2.1.3.1. Les Acides phénoliques	26
a. Acides hydrox cinnamiques	26
b. Acide hydrox benzoïques	26
2.1.3.2. Flavonoïdes	26
a. Définition.....	26
b. Structure	26
c. Classification des flavonoïdes	27
d. Absorption et biodisponibilité	28
e. Propriété biologique des flavonoïdes	28
2.1.3.3. Les tanins	28
a. Définition	28
b. Structure chimique et classification des tanins	29
b.1. Les tanins hydrolysables	29
b.2. Les tanins condensés	29
c. Propriétés biologiques des tanins	30
2.1.3.4. Les quinones	30
a. Définition et structure.....	30
b. Propriétés biologiques.....	30
c. Les coumarines	31
2.2. Les alcaloïdes.....	31
2.2.1. Définition.....	31
2.2.2. Classification des alcaloïdes.....	31
2.2.3. Propriétés biologiques des alcaloïdes.....	32
2.3. Les saponines.....	33
2.4. Les terpénoïdes et stéroïdes.....	33
2.4.1. Activités biologiques de composés triterpéniques.....	34
Matériel et méthodes	
I.1. Objectifs	35
I.2. Matériel végétal.....	35
1.2.1. L'examen macroscopique de la plante (<i>Atriplex halimus</i> L.)	36
1.2.2. Teneur en matière sèche (MS).....	36
1.2.3. Screening phytochimique.....	36
1.2.4. Préparation des extraits	36

Résultats et discussions

1. Matériel végétal	41
1.1. L'examen macroscopique de la plante <i>Atriplex halimus L</i>	41
1.2. Teneur en matière sèche.....	41
1.3. Screening phytochimique	41
DISCUSSION.....	43
Conclusion	45
Référence	46

Introduction

Introduction

Autrefois, l'homme a toujours cherché à se servir des plantes pour s'alimenter d'abord mais aussi pour se soigner. La phytothérapie constitue une alternative sérieuse ou tout au moins un complément appréciable à la pharmacie classique issue de la chimie moderne. Et de nombreux remèdes prescrits ont des principes actifs d'origine naturelle.

Dans la tradition populaire, certaines plantes sont mentionnées pour être des remèdes de différentes maladies parmi lesquelles le diabète. Les recherches modernes ne font que redécouvrir ce savoir acquis au cours des siècles. En effet, de nombreux travaux ont pu démontrer l'activité et les modes d'action thérapeutiques des plantes médicinales (**Schawenberg et Ferdinand, 1977 ; Bézanger-Beauquesne, 1996**).

Actuellement, plus de 400 plantes traditionnelles utilisées pour le traitement du diabète sucré ont été enregistrées, mais seulement un petit nombre d'entre elles ont subi un enregistrement scientifique et une évaluation médicale afin de confirmer leurs efficacités.

L'Algérie est considérée parmi les pays connus pour sa diversité taxonomique vu sa position biogéographique privilégiée et son étendu entre la Méditerranée et l'Afrique subsaharienne. Elle représente une plate-forme géographique très importante qui mérite d'être explorée dans le domaine de la recherche de molécules originaires de plantes qui ont pour longtemps servi à une grande tranche de population comme moyen incontournable de médication parmi ces plantes on a l'*Atriplex Halimus* qui a fait l'objet de notre étude.

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 (**Francllet et Le Houérou, 1971**). *Atriplex Halimus* est riche en fibres alimentaires (cellulose), protéines, vitamines (B et C) et sels minéraux (sodium, calcium, potassium, magnésium, phosphore) *Atriplex Halimus* est classé parmi les plantes les plus utilisées par la population steppique pour soigner plusieurs maladies (**Aharonson et al. 1969**).

Ces plantes produisent de larges et diverses sortes de composés organiques, la grande majorité n'apparaît pas comme participant direct dans le développement et la croissance. Ces substances traditionnellement dites métabolites secondaires ont une distribution assez variée dans le règne végétal et des rôles qui commencent à être élucidés par les techniques nouvelles. Par contre les métabolites primaires comme les phytostérols, acide gras, acides aminés, nucléotides se rencontrent chez toutes les plantes et ont un rôle métabolique évident et essentiel.

Pour cela nous nous sommes fixés dans notre étude sur les objectifs suivants :

1. Une première partie est une synthèse bibliographique qui se compose de :
 - Chapitre 1 : Phytothérapie.
 - Chapitre 2 : *Atriplex halimus*.
 - Chapitre 3 : Métabolites secondaires.

Introduction

2. Une seconde partie qui est la réalisation d'un screening phytochimique d'*Atriplex halimus* .L.avec une discussion des resultats.

Partie bibliographique

Chapitre I

Phytothérapie

1. Définition

Étymologiquement, le terme « phytothérapie » se décompose en deux termes distincts qui sont « phuton » et « therapeia » et qui signifient respectivement « plante » et « traitement » de par leur racine grecque. La phytothérapie est donc une thérapeutique destinée à traiter certains troubles fonctionnels et certains états pathologiques au moyen de plantes, de parties de plantes et de préparations à base de plantes. C'est une thérapeutique inspirée de la médecine traditionnelle basée sur un savoir empirique enrichi au fil des générations. C'est ce qu'on appelle la « phytothérapie traditionnelle », qui est toujours grandement utilisée dans certains pays qui perpétuent les usages de leurs ancêtres (**Gruffat X. 2014**).

Ce savoir empirique s'est ensuite transformé en analyse botanique pour déterminer par quel mécanisme d'action les plantes pouvaient agir, et quelles étaient les molécules ou les constituants responsables de cet effet thérapeutique. Les principes actifs des plantes n'ont commencé à être isolés qu'à partir du XX^{ème} siècle, et une fois ces extraits actifs isolés et standardisés, ont pu émerger les phyto-médicaments, produits soumis à une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), et à des réglementations sur les matières premières à usage pharmaceutique (MPUP) pour les préparations magistrales à base de plantes médicinales délivrées exclusivement en officine. C'est donc la pharmacognosie, c'est-à-dire l'étude botanique de la plante et de ses principes actifs, qui a permis de faire passer la phytothérapie d'une thérapie basée sur des connaissances empiriques à une thérapie à part entière, basée sur des données scientifiques vérifiées et contrôlées.

Alors qu'au départ les plantes étaient transformées grâce à des techniques plutôt rudimentaires (broyées, macérées ou infusées en entier), mais qui permettaient déjà d'extraire une bonne partie des substances actives, aujourd'hui la phytothérapie se décline sous plusieurs formes en fonction de la méthode d'extraction de la drogue végétale :

- Les tisanes.
- Les formes sèches : gélules et comprimés à avaler.
- Les formes liquides : sirops, macérâts, teintures et extraits fluides.
- Les pommades, crèmes et onguents.

La phytothérapie est donc à proprement parler « la thérapie par les plantes ». Elle est devenue de plus en plus une médecine à part entière grâce au regain d'intérêt de la population pour la phytothérapie et qui nécessite donc un cadre réglementaire strict afin d'assurer une bonne dispensation et une bonne utilisation des différents produits disponibles.

2. Historique de la phytothérapie

L'histoire de la phytothérapie est liée à celle de l'humanité, car dans toutes les cultures il faut toujours compter sur les valeurs thérapeutiques des plantes pour se soigner (**Clément. 2005**).

En effet sur les 300 000 espèces végétales recensées sur la planète plus de 200 000 espèces vivent dans les pays tropicaux d'Afrique ont des vertus médicinales (**Millogo et al. 2005**).

La médecine par les plantes, dite phytothérapie, est très ancienne et s'est maintenue depuis sous la forme de pratiques populaires. Les connaissances nouvelles sur la fonction de l'organisme, les récentes découvertes sur les substances contenues dans les plantes et leur valeur thérapeutique ont revalorisé et renouvelé l'antique médecine par les plantes. Il existe sur la terre 380 mille variétés de plantes dont à peine 5% ont été plus ou moins étudiées, c'est-à-dire qu'il reste un champ quasi inépuisable à la phytothérapie.

3. Types de phytothérapies

- On distingue deux types de phytothérapies.

Tout d'abord se place la **phytothérapie traditionnelle**. C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection. Ses origines peuvent parfois être très anciennes et elle se base sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement [81]. Les indications qui s'y rapportent sont de première intention, propres au conseil pharmaceutique (**Leclerc. 1999**).

Elles concernent notamment les pathologies saisonnières depuis les troubles psychosomatiques légers jusqu'aux symptômes hépatobiliaires, en passant par les atteintes digestives ou dermatologiques. On peut citer par exemple les graines de Chardon marie (*Silybum marianum* L.) qui sont utilisées pour traiter les troubles fonctionnels digestifs attribués à une origine hépatique. En effet cette drogue se distingue par ses propriétés hépato-protectrice et régénératrice de la cellule hépatique associées à une action cholérétique. Pline l'Ancien (23-79) lui-même recommandait de prendre le jus de la plante mélangé à du miel pour "éliminer les excès de bile" (**Edzard E. 2001**).

La seconde forme existante est la **phytothérapie clinique**. C'est une médecine de terrain dans laquelle le malade passe avant la maladie. Une approche globale du patient et de son environnement est nécessaire pour déterminer le traitement, ainsi qu'un examen clinique complet (**Moreau. B. 2003**).

Son mode d'action est basé sur un traitement à long terme agissant sur le système neuro-végétatif. Cette fois-ci les indications sont liées à une thérapie de complémentarité. Elles viennent compléter ou renforcer l'efficacité d'un traitement allopathique classique pour des pathologies aiguës d'importance modérée (infection grippale, pathologies O.R.L...). On va

Chapitre I : Phytothérapie

principalement agir sur les effets secondaires. On peut citer par exemple l'utilisation chez un vagotonique de la Lavande (*Lavandula angustifolia* Mill.) en usage interne pour ses effets antistress, calmant, et pour ses actions contre les crampes musculaires, ainsi que contre les troubles du sommeil.

Le médecin sait qu'il ne peut pas tout guérir, pas plus avec les plantes qu'avec l'ensemble des moyens dont il dispose. Mais l'ajout de la phytothérapie dans son approche thérapeutique lui permet d'élargir considérablement son champ d'efficacité et par conséquent son domaine d'activité, non seulement dans le cadre de toutes les affections fonctionnelles, mais aussi dans la plupart des maladies organiques, en prescription isolée ou, dans ces derniers cas, si nécessaire en association avec l'allopathie. L'adjonction d'un traitement phytothérapeutique renforce alors l'efficacité du remède chimique, ou diminue ses effets secondaires. Souvent, il est également possible d'adapter les posologies de ce remède chimique une fois associé au traitement à base de plantes. De même, la phytothérapie permet de remplacer les molécules de synthèse lorsque celles-ci ne sont plus tolérées ou acceptées par le patient. Citons par exemple le cas des anti-inflammatoires, des antidépresseurs, ou encore des anxiolytiques. La phytothérapie offre des possibilités très complètes que bien souvent la chimiothérapie conventionnelle ne peut pas égaler, puisque l'on peut aussi bien rétablir les grands équilibres physiologiques (neuroendocriniens, immunitaires) qu'agir sur les fonctions et donc intervenir appareil par appareil (locomoteur, cardio-vasculaire, etc.). Il est également possible d'avoir une action thérapeutique spécifique sur chacun des organes du corps, de façon précise et ciblée pour chaque plante utilisée. Mais le phytothérapeute veillera à soigner un tout et non pas un symptôme. Il considère et prend en charge son patient de façon globale et personnalisée, à tous les stades de sa démarche clinique, en adaptant sa thérapeutique au fil des consultations aux besoins réels de son patient par le biais notamment de la préparation magistrale.

4. Les différentes formes galéniques de phytothérapie

Tableau 1 les différentes formes galéniques de la phytothérapie (Chabrie J-Y.2010).

Présentation	Forme Galéniques
Forme solide	<ul style="list-style-type: none">• Gélules• Comprimé
Forme liquide	<ul style="list-style-type: none">• Extraits fluides• Teintures, alcoolatures, alcoolats• Teinture mère• SIPF (Suspensions Intégrales de plantes fraîche)• Macérâts glycérimés• Digestés huileux et huiles infusées• Sirops, eau distillée, élixirs floraux• Huiles essentielles
Formes destinées à l'usage externe	<ul style="list-style-type: none">• Pommades• Liniments• Gel• Décoction, tisane• Huiles essentielle

Les plantes reconnues comme ayant des vertus thérapeutiques sont disponibles à l'officine sous plusieurs formes galéniques. (Chabrie J-Y. 2010).

En effet selon les composants que l'on cherche à extraire de la plante, on utilisera une technique bien déterminée afin de rendre bio disponible les molécules actives. Le large spectre d'activité des plantes médicinales est dû à leur complexité chimique, c'est pourquoi elles possèdent souvent plusieurs indications thérapeutiques. Par exemple il est attribué à la reine des près des propriétés anti-inflammatoires, fluidifiant sanguin et antibactérien digestif et respiratoire, selon la partie de la plante (sommités fleuris, bourgeons, fleur) et le mode d'extraction (tisane, macérât glycérimé, huile essentielle).

Chapitre I : Phytothérapie

Les différentes classes de composés chimiques présentes dans une plante déterminent donc son activité pharmacologique.

a. Les formes solides : Les gélules, comprimées

• Les gélules

Les premières capsules de gélatine ont été créées par deux Pharmaciens français, Mothe et Dublanc, en 1833 (**Vidal-Tessier A.-M. 1988**). Les gélules de plantes ne sont apparues que plus tard sur le marché. En effet dans les années quatre-vingts les laboratoires Arkopharma innovent dans le monde des plantes médicinales en proposant ce genre de produit. Les enveloppes étaient toujours constituées uniquement de gélatine et il faut attendre l'année 1985 pour voir une révolution dans les procédés de fabrication des poudres de plantes par l'installation industrielle du cryobroyage, qui permet de conserver dans le produit fini l'intégralité et l'intégrité des principes actifs de la plante.

Aujourd'hui, en Phytothérapie, la gélule est certifiée par les plus grands laboratoires fabricants comme étant totalement d'origine végétale. On trouve ainsi, comme constituant de l'enveloppe, non plus de la gélatine seule, qui se trouvait être d'origine animale, mais soit en mélange avec de la chlorophylle, soit un polysaccharide seul : la cellulose, ou un de ses dérivés. Parmi ceux-ci nous pouvons citer par exemple l'hydroxypropylméthylcellulose, utilisée dans les spécialités de la gamme Arkogélules® des laboratoires Arkopharma (**Lafargue D. 2007**).

• Comprimés

Selon la pharmacopée, les comprimés sont des préparations de consistance solide, contenant chacune une unité de prise d'un ou plusieurs principes actifs. Ils sont préparés à partir d'extraits secs ou de poudres de plantes, tout comme les gélules, et sont additionnés de diluants, liants, lubrifiants, aromatisants et colorants. Les poudres de plantes subissent souvent des procédés de granulation, cryodessiccation ou d'extrusion afin d'obtenir des comprimés de qualité satisfaisante.

b. Forme liquides

• Les tisanes

Ce sont des préparations aqueuses obtenues à partir de drogues végétales convenablement divisées et dont la quantité à utiliser variera selon la plante, qui sont mises en contact avec de l'eau pendant un temps variable et à une température plus ou moins élevée.

Elles peuvent être préparées extemporanément par : infusion, décoction, macération ou digestion. (**Jean Raynaud. 2006**).

➤ Infusion

Chapitre I : Phytothérapie

L'infusion est la forme de préparation la plus simple, en versant l'eau bouillante sur une quantité déterminée de plante (la plante ou partie de plante qu'on veut infuser), dans un pot en verre ou dans un récipient non métallique après la condensation des vapeurs riche en produits volatils et leur retombée dans le liquide d'infusion durant un 10 mn à 1 heure, on effectuera le filtrage avant toute l'utilisation (**Bekhehiet. 2014**). Les plantes fraîches doivent être infusées rapidement (30 secondes à 1 minutes), les plantes sèches infusent plus longtemps (1 à 2 minutes). la tisane obtenue doit être claire : jaune clair ou vert clair (**Djerroumi et Nacef. 2004**).

➤ Décoction

Elle consiste à faire bouillir pendant quelques minutes la plante ou partie de la plante qu'on veut préparer. Le temps d'ébullition varie selon la plante ou la partie de la plante entre (10 à 30mn), ex: une décoction de racines peut demander 10 minutes d'ébullition ensuite laisse la plante macérer pendant un temps et filtré à l'aide d'un papier spécial ou d'une toile à trame fine (**Djerroumi et Nacef. 2004**).

➤ Macération

Certaines herbes (comme par exemple la mauve) ne doivent pas être recouvertes d'eau bouillante, sinon la chaleur leur ferait perdre leurs vertus thérapeutiques.

Une tisane à base de ces herbes doit être préparée par macération à froid. L'on place la quantité indiquée de chaque plante dans de l'eau froide pendant 8 à 12 heures (la plupart du temps pendant la nuit), on la réchauffe quelque peu (température agréable à boire) et on conserve la quantité nécessitée pour la journée dans une bouteille thermos que l'on a auparavant rincée à l'eau très chaude. La macération à froid combinée à l'infusion est cependant considérée comme la meilleure façon d'utiliser les plantes médicinales : faire macérer les herbes pendant la nuit avec la moitié de la quantité d'eau indiquée, les filtrer le lendemain matin. Ébouillanter les plantes restées dans la passoire avec l'autre moitié de l'eau, et filtrer de nouveau. Ce liquide obtenu alors est mélangé au liquide obtenu par macération.

Cette préparation de tisane permet de dégager les agents solubles pour les uns à froid, pour les autres à chaud (**Maria. 2004**).

Après filtration, la solution obtenue ne contient que les substances hydrosolubles de la ou des plante(s) utilisée(s). Ces substances hydrosolubles peuvent être, entre autres, des flavonoïdes, des tanins, des anthocyanosides, des mucilages, des sels minéraux, des oligoéléments, des vitamines hydrosolubles, des huiles essentielles ou des phytohormones. Il faut noter que de nombreux paramètres influent sur le caractère hydrosoluble des constituants de la plante ce qui implique que toutes les plantes ne sont pas adaptées à une utilisation sous forme de tisanes. La tisane peut être réalisée sur des mélanges de plantes (tisanes composées).

En général, il est recommandé de prendre 250ml à 1000ml par jour de tisane à répartir dans la journée, la concentration étant fonction de la drogue et se situant entre 5 à 30 g/l. Étant la

Chapitre I : Phytothérapie

forme d'utilisation la plus ancienne, les tisanes restent considérées comme un appoint indispensable à l'ensemble de toute prescription de Phytothérapie.

- **Les Extraits Fluides (EF)**

Les EF sont des préparations obtenues par concentration de soluté résultant d'un extrait alcoolique d'une plante sèche réduite en poudre. La drogue sèche est complètement extraite, ce qui permet d'avoir une correspondance exacte entre l'extrait fluide et la plante sèche (pour ce qui est de leur concentration en principe actif) : 1 gramme d'EF = 1 gramme de plante sèche. **(Laurant-Berthoud et al. 2016).**

- **Teintures mères**

Ce sont des préparations liquides obtenues par extraction hydroalcoolique des drogues végétales fraîches. Leur titre alcoolique est compris entre 60 et 70 °. Elles sont préparées généralement au dixième par macération d'une plante fraîche dans de l'alcool pendant trois semaines. La dose usuelle préconisée est de 40 à 50 gouttes trois fois par jour dans un verre d'eau pour un adulte **(Jean Raynaud. 2006).**

- **Les Macérats glycinés**

Les macérats glycinés font partie de la gemmothérapie, c'est à dire l'étude des bourgeons ou jeunes pousses d'arbres. Ils résultent de l'action dissolvante à froid d'un mélange alcool/eau/glycérine pendant 3 semaines sur des tissu végétaux frais en pleine croissance (bourgeons, jeunes pousses, radicules, chatons, glands), suivi d'une filtration avec obtention d'un macérat-mère. Ce macérat-mère sera le plus souvent ensuite redilué au 1/10ème avec un mélange eau/glycérol/alcool. On y retrouve la présence d'hormones, oligo-éléments, vitamines et minéraux.

L'originalité de cette forme galénique tient dans sa teneur en cellules indifférenciées contenues dans les tissus embryonnaires totipotents qu'il renferme. Sur le plan botanique et physiologique, le bourgeon d'arbre permettrait une action globale de drainage physiologique de l'organisme par stimulation et équilibrage de l'activité fonctionnelle des organes. L'avantage est que la présence en faible quantité des composés très divers la rend très peu toxique et donc utilisable pendant la grossesse et l'allaitement.

- **Les Extraits de Plantes Fraîches Standardisés (EPS)**

Pour les EPS, les plantes fraîches sélectionnées sont congelées avant de subir des méthodes d'extraction douces : cryobroyage, lixiviation avec alcool a degrés variables. L'alcool est ensuite éliminé par évaporation, et de la glycérine est ajoutée afin d'obtenir un soluté liquide. Ce procédé permet d'obtenir un extrait contenant la totalité des principes actifs de la plante fraîche dont il est issu : c'est donc une technique qui respecte la notion de totum de la plante. Il faut cependant noter que l'utilisation prolongée de cette forme galénique n'est pas conseillée chez les personnes aux intestins fragiles au vu de la présence non négligeable de glycérine (80 à 85%) qui peut causer un effet laxatif aux doses recommandées.

- **Les hydrolats**

Ils sont recueillis dans une fraction d'eau distillée obtenue par l'entraînement à la vapeur d'eau lors de la distillation de plantes aromatiques et recueillie à la sortie de l'essencier. Ils renferment d'une part les composés aromatiques les plus hydrophiles de l'huile essentielle correspondante, et d'autre part la fraction moléculaire hydrosoluble de la plante qui passe dans la vapeur au cours de l'opération. L'hydrolat ne possède donc qu'une partie des molécules aromatiques volatiles de l'huile essentielle dont il est issu. Ses propriétés en sont donc différentes, il est à noter qu'il faut 1 kilo de plante fraîche pour obtenir 1 litre d'hydrolat dans le meilleur des cas (Charrié J-C, Hedayat K et al. 2017).

Il est utilisable pour toutes les voies d'administration (essentiellement orale et cutanée) et plus particulièrement chez la femme enceinte et le nourrisson en raison de l'absence d'alcool et la faible toxicité des molécules présentes.

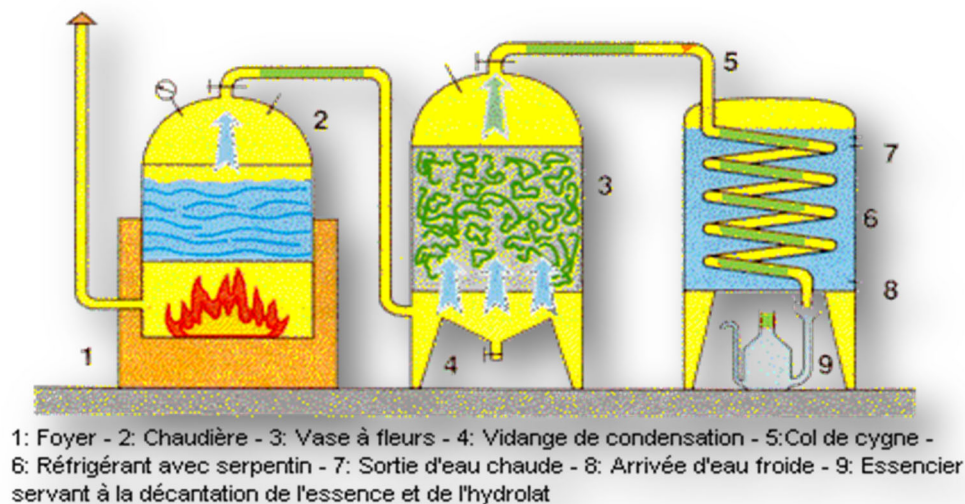


Figure 1 Méthode de production de l'huile essentielle et de l'hydrolat de plante (Charrié J-C, Hedayat K et al. 2017).

- c. **Formes pour usage externe : les crèmes, pommades, liniments, préparations huileuses**

- **Les crèmes ou pommade**

Le principe est le même que pour la préparation de l'onguent, puisqu'on utilise la même méthode et les mêmes ingrédients. Seule différence : on y ajoute de l'eau. (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart. 2003).

Les pommades sont très faciles à préparer : ils contiennent de l'huile végétale (huile d'amande douce, par exemple), de la cire d'abeille et des huiles essentielles. Les corps gras recouvrent la peau d'une fine couche protectrice. (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart. 2003).

Chapitre I : Phytothérapie

- **Les Liniments**

Ce sont des préparations liquides, de viscosité variable, destinées à être appliquées en onction ou en friction. Le plus connu est le liniment oléo-calcaire utilisé chez les nourrissons pour le change et constitué à parts égales d'eau de chaux et d'huile d'olive.

Cette préparation peut servir de base à l'adjonction d'autres substances telles que des huiles essentielles à une concentration de 10% afin de préserver la stabilité de l'émulsion, du camphre, du menthol ou encore de l'oxyde de zinc.

On ne peut cependant pas ajouter de solution hydro-alcoolique sous peine de rendre instable l'émulsion.

- **Les Préparations Huileuses**

La base de ces préparations sont les huiles végétales qui sont obtenues par expression (huile végétale) ou macération (Extrait Liquide ou macérat Huileux) et choisies en fonction de leurs qualités de véhicule ou leur action propre.

Les huiles végétales sont d'excellents véhicules pour les huiles essentielles, mais de très mauvais véhicules pour les teinture-mères, les extraits fluides et autres substances hydrophiles.

Il est intéressant de choisir les huiles végétales en fonction de l'indication de la préparation comme par exemple l'huile d'amande douce pour ses propriétés adoucissantes, ou de rose musquée pour ses propriétés cicatrisantes.

5. Critères de choix de la forme galénique

Le meilleur choix de la forme galénique d'une plante médicinale se fait en fonction de sa composition chimique et de la spécificité des différentes formes galéniques. Ainsi, le but thérapeutique conditionne souvent le choix de la forme galénique. Par exemple :

- La menthe poivrée : l'infusion est suffisante pour une action digestive alors que l'huile essentielle permettra une action antalgique locale pour la migraine en friction sur les tempes par exemple.

- Le romarin : les dérivés polyphénoliques présents dans les extraits hydroalcooliques ont des propriétés antispasmodiques et anti-inflammatoires alors que l'huile essentielle est utilisée pour son action antibactérienne et fongicide.

6. Phytothérapie en Algérie

En Algérie les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, qui, elle-même est largement employée dans divers domaines de la santé. Dans les dernières années, la phytothérapie est très répandue, des herboristes sont partout et sans aucune formation spécialisée ou connaissance scientifique sur la phytothérapie, ils prescrivent des

Chapitre I : Phytothérapie

plante et des mélanges pour toutes les maladies : diabète, rhumatisme, minceur et même les maladies incurables (**Mahmoudi. 1992**).

Des chiffres recueillis auprès du Centre national du registre de commerce, montrent qu'à la fin 2009, l'Algérie comptait 1926 vendeurs spécialisés dans la vente d'herbes médicinales, dont 1393 sédentaires et 533 ambulants (Ministère du commerce, 2013). 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.

Chapitre II

L'Atriplex Halimus

1. Généralités

Les *Atriplex* sont des plantes arbustives vivaces appartenant à la famille des Chénopodiacées. Ces arbustes sont considérés comme des fourrages. L'*Atriplex* comprend environ 417 espèces dont 48 dans le bassin méditerranéen (**Houérou. 1992**). La capacité de l'*Atriplex halimus* L à se développer dans des conditions environnementales difficiles a contribué à son utilisation traditionnelle comme source d'émissions de fourrage et de broutage pour le bétail dans ces régions (**Walker et al. 2014**).

2. Description botanique

L'*Atriplex halimus* L est une plante ramifiée à partir de la base, l'écorce est de couleur gris-blanc (**Walker et al. 2014**). Arbrisseau de 50-200 cm, à tiges érigées-dressées, ligneuses. Ses feuilles mesurent 10 à 30 mm de long et 5 à 20 mm de large. Elles sont de formes très variables oblongues ou ovales-obtuses. Valves fructifères coriaces, arrondies-rénifonnes, lisses. Plante polymorphe des rocailles, talus argileux, zones d'épandage plus ou moins salées (**Quezel et Santa, 1962**).



Photo 1: Arbuste d'*Atriplex halimus* L (<https://www.pinterest.fr/>).

3. Distribution

Très commun dans le secteur du Sahara septentrional, secteur du Sahara occidental, secteur du Sahara central et les montagnes du Sahara central et dans les sols un peu salés (**Quezel et Santa. 1962**).

Atriplex halimus L est une espèce xéro-halophyte largement répartie (**figure 2**) dans les zones non salines et salines, dans les régions subhumides à arides d'Europe du Sud, de Méditerranée orientale à Afrique du Nord, y compris le Sahara en Algérie (**Chikhi et al. 2014**).

Chapitre II : l'*Atriplex Halimus*

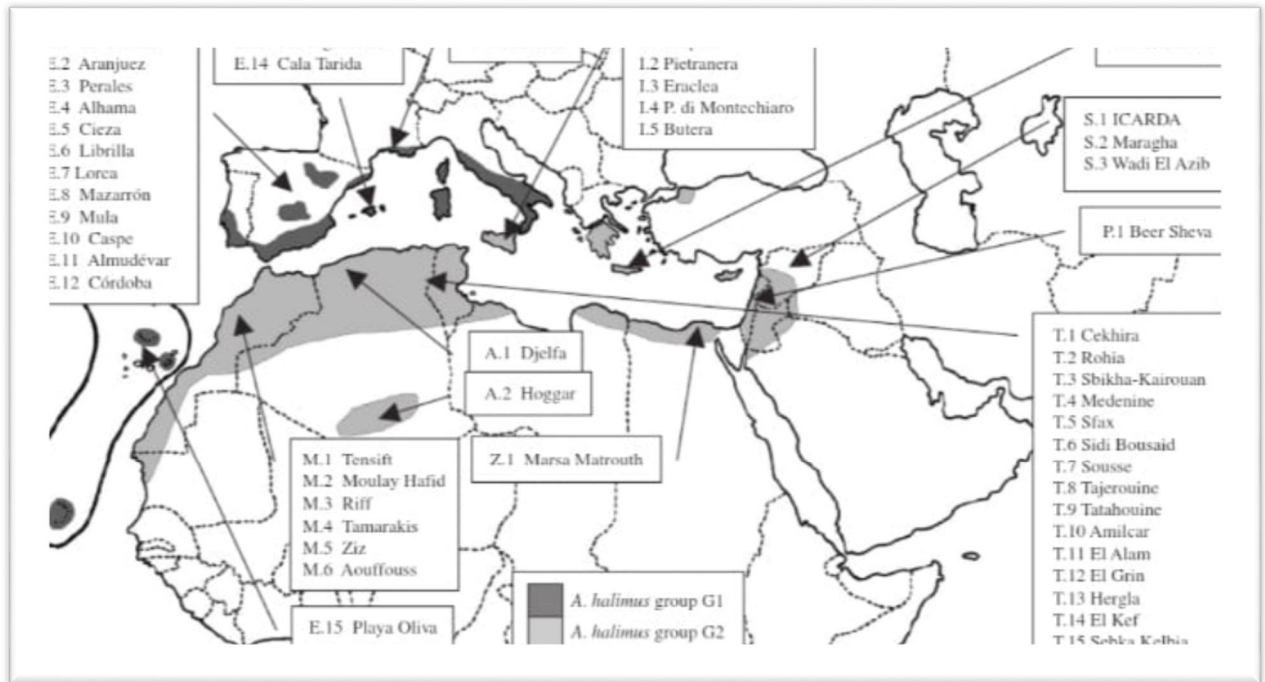


Figure 2 Carte montrant la répartition des *atriplex halimus* L dans le bassin méditerranéen (Ortiz-dorda et al. 2005).

4. Systématique de l'espèce *Atriplex halimus*. L :

D'après Quezel et Santa (1962) la classification de l'espèce *Atriplex halimus* L dans le règne végétal est la suivante :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes (phanérogames)

Sous-embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Apétales

Ordre : Centrospermales

Sous ordre : Chénopodiales

Famille : Amarantacées(Chénopodiacées)

Genre : *Atriplex*

Espèce : *Atriplex halimus* L

Nom vernaculaire français : Arroche halim ou pourpier de mer, Arroche maritime, Blanquette.

Nom anglais : Sea-orache.

Nom arabe: G'ttaf, Ghassoul el aachebi, echnane

Nom amazigh : Elhirmess.

5. Origine

L'*Atriplex halimus* L Est un arbuste natif d'Afrique du nord ou il est très abondant (**Kinet. 1998**), sa zone de diffusion s'étend des zones semi-arides aux zones humides, facilement identifiable grâce à son habitude droit caractéristique et aux branches fructifères très courtes (20 cm) et recouvertes de feuilles (**Walkers et al.2014 ; Walker et Lutts.2014**). Il s'étend également aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'Espagne.

C'est la plante indigène la plus représentée sur le pourtour méditerranéen, couvrant pas moins de 80 000 ha. En Syrie, Jordanie, Egypte, Arabie saoudite, Libye et Tunisie (**Martinez et al. 2003**).

6. Atriplex en Algérie

En Algérie l'Atriplex est spontané dans les étages bioclimatiques semi-arides et arides les plus grandes superficies correspondent aux zones dites steppiques (Batna, Biskra, Boussaâda, Djelfa, Saïda, M'sila, Tébessa, Tiaret, Bechar). Les principales nappes naturelles d'Atriplex sont : *Atriplex halimus* L, *Atriplex portulocoides* L, qui sont utilisés comme fourrage par les troupeaux, surtout ovins et dromadaires. Ils couvrent une superficie de 1.000.000 ha. Parallèlement aux espèces autochtones, d'autres ont été introduites durant les années 80. Il s'agit surtout de l'*Atriplex canescens* L et *Atriplex nummularia* L pour leur double intérêt : lutte contre l'érosion et ressources fourragères (**Berri. 2009**).

7. Exigences édapho-climatiques

- **Exigences édaphiques :**

L'*Atriplex halimus* L c'est une Chénopodiacées naturellement très répandue sur tous les sables maritimes ou littoraux .Cette espèce est recommandée à cause de son enracinement traçant et son feuillage très résistant au vent. L'Atriplex prospère sur tous les sols argileux gypseux marneux et halomorphe, elle occupe des sebkhas et les bords des oueds et elle se développe sur des affleurements salifères, les sols squelettiques soumis aux embruns marins et les sols halomorphes. La couverture de l'Atriplex augmente considérablement la perméabilité des sols et le drainage dans des horizons superficiels (**Hamza. 2001**).

- **Exigences climatiques :**

L'*Atriplex halimus* L peut être cultivé dans l'étage bioclimatique aride et semi-aride. Elles trouvent leurs optimums écologiques entre les isohyètes 200 et 400 mm, elles peuvent s'adapté sous une pluviométrie annuelle de 10 à 20 mm dans la région de " FEZZAN " En Libye.

L'Atriplex supporte bien le froid et la gelée peu prolongé, il semble que le minimum absolue de point de vue température se situe entre 5 à 10 °C durant la nuit en région continentale (**Froment.1972**) Elle accepte des conditions climatiques et édaphiques assez varié.

Chapitre II : l'Atriplex Halimus

Le bassin méditerranéen subit, dans sa majeure partie, les effets du changement climatique qui se traduisent par des événements marquants tels la sécheresse extrême des années 1990 à l'origine des mauvaises récoltes ; le déficit pluviométrique de l'ordre de 50% des pluies normales enregistré dans certaines localités espagnoles ; l'observation, en 1995, de la pluie dans certaines contrées égyptiennes pour la première fois depuis près d'un demi-siècle.

Cette tendance, par ailleurs, plus accentuée en région Ouest, favorise l'occurrence de la sécheresse qui tend, eu égard à la particularité de cette région, à devenir de plus en plus fréquent.

8. La morphologie d'*Atriplex halimus* L

Selon la morphologie *Atriplex halimus* L se divise en deux sous espèces:

- *Atriplex halimus* L : est généralement plus feuillée et se rencontre sur les zones du littoral semi-aride à humide. C'est un arbuste généralement plus feuillu, au port érigé, très ramifié, pouvant atteindre trois mètres de haut (**Ben Ahmed et al. 1996**).

-*Atriplex halimus* .L *Schweinfurth* : est caractérisé par des rameaux florifères dépourvus de feuilles. ; C'est une sous espèce des zones aride et désertiques (**Francllet le Houérou. 1971**).

8.1. Touffes

Cette espèce se développe en touffes très denses de plusieurs mètres de circonférence et de 2 – 3 m de hauteur à un aspect général blanc argenté. Les rameaux dressés portent des feuilles alternes à pétioles courtes et très variables de forme et dimension.

La plante adulte est très ramifiée ayant un aspect blanc argenté, à tige dressé d'un couleur blanche-grisâtre, à racine blanchâtres orientant horizontalement pivote en surface atteindre 3 à 5 fois la longueur de tige (**Benrebiha.1987**).

8.2. Fleurs

Les plantes sont monoïques et portent des inflorescences en panicules d'épis, terminales, avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles à la base. La floraison - fructification se déroule de mai à Décembre.

Selon (**Talamali et al.2003**) il existerait deux types d'architecture florale de base, l'une est constituée de fleurs mâles pentamères et l'autre de fleurs femelles munies d'un unique carpelle inséré entre deux bractées opposées.

Les fleurs sont vertes, petites et triangulaires à la position terminale (**Talamali et al. 2001**), elles sont monoïques, glomérules ordinairement multiflore formant des épis ordinairement denses et courts, nus, groupées en panicules terminales plus au moins feuillées (**Maire. 1962**). Les fleurs mâles sont à cinq pétales et cinq étamines, et les fleurs femelles sont dépourvues de périanthe dont le gynécée est constitué d'un ovaire surmonté de 2 styles enveloppé de 2 bractées opposées de forme triangulaire (**Kinet et al.1998**)



Photo 2 : fleurs d'*Atriplex halimu* Ls (<https://www.jardindupicvert.com/>).

8.3. La Feuille

Les feuilles sont assez longues, 2 à 5 cm, en général deux fois plus longues que larges (**Quezel et Santa. 1962**). Elles sont alternes, nettement pétiolées, charnues, ovales, ovales rhomboïdales ou ovales Triangulaires. Elles sont parfois hastées plus ou moins atténuées entières ou un peu sinués dentées.

Elles peuvent être lancéolées parfois plus ou moins aiguës et même acuminées, toutes plus ou moins trinervées à la base. La nervure médiane est un peu saillant en dessous, avec des terminaisons libres dans les mailles, les plus grandes pouvant atteindre 4,5 cm de long (**Maire. 1962**).

Les feuilles sont alternes, brièvement mais nettement pétiolées, plus ou moins charnues, luisantes, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres (trichomes), ovales, entièrement ou légèrement sinuées, de 0,5 à 1cm de large sur 2 à 4cm de long.



Photo 3 : feuille d'*atriplex halimus* L (<https://www.alsagarden.com/>).

8.4. La tige

La tige dressée est très rameuse. Les rameaux sont dressés puis étalés, arrondis, blanchâtres et souvent plus ou moins effilés (**Maire. 1962**).

8.5. Racine

Le système racinaire est formé par une racine- principale de 50 à 90 cm de long, avec de rares racines secondaires de même longueur ou parfois plus longues sur lesquelles s'insèrent de nombreuses racines tertiaires fines et courtes(**Le Houérou.1992**).

8.6. La graine

La graine est entourée du péricarpe membraneux de 2mm de diamètre, aplatie en une disposée suivant les genres dans un plan vertical ou horizontal (Quezel et Santa, 1962). L'orientation de la disposition de la graine est importante à examiner pour séparer les genres. La graine est d'une teinte roussâtre (**Francllet et Le Houérou. 1971, Quezel et Santa. 1962, Mesbah. 1998 ; in Mâalem. 2002**). Les graines sont comprimés latéral de 0,9 à 1 ,1 mm, de couleur noir ou roussâtre (**Castroviejo. 1990**).

8.7. Les fruits

Le fruit est membraneux, composé par les deux bractéoles indurées ou entières, lisse ou tuberculeuses, farineuses pubescentes ou velues, droites ou récurées (**Ozenda. 1983**). Les fruits d'Atriplex sont très broutés par les herbivores (**Ozenda, 1982- 1964**). Les fruits sont réniformes, orbiculaire, entière ou dentées et ont une surface dorsale lissé (**Castroviejo. 1990**).

8.8. Les valves fructifères

La valve fructifère est cornée à la base, blanchâtres, coriaces, libre, arrondies en rein, plus larges que hautes, entières, lisse, sans nervures.

9. Phytochimie de l'Atriplex

Plusieurs travaux ont été effectués sur l'analyse chimique des extraits et des huiles essentielles de l'Atriplex. On signale entre autres les travaux de (**Emam. 2011**) sur les constituant bioactifs de l'*atriplex Halimus L* d'Égypte et ceux de (**Benhammou et al. 1996**) sur les propriétés anti oxydantes de principaux métabolites secondaires des feuilles et des tiges de l'*Atriplex Halimus L*.

La composition chimique de l'*Atriplex Halimus L* dépend de plusieurs paramètres tels que le climat, l'âge de la plante et la saison (**Abbade et al. 2004**). Cette matière végétale est très riche en protéines, fibres, sels minéraux (**Esplin et a1937**), en vitamines A, C, et D (**Belenkii et Sakharova. 1939; Harie. 1947**) et saponines, alcaloïdes, **flavonoïdes** (**Emam. 2011; Roux. 2005**).

Chapitre II : l'Atriplex Halimus

- **La composition en huile essentielle**

La composition en huile essentielle de l'*Atriplex halimus L* n'a fait l'objet d'aucune étude. En revanche, peu d'études ont été menées autour de la caractérisation chimique des huiles essentielles du genre *Atriplex*. La composition chimique de l'huile essentielle de l'*Atriplex Undulata* est marquée par ces majoritaires: p-acétanisole (28,1%), β -damascénone (9,3%), β -ionone (5,1%), viridiflorene (4,7%) et 3-oxo- α -ionol (2,2 %).

- **La composition minérale**

Tableau 2 : composition minérale d'*Atriplex Halimus L* selon (Niekerket al. 2004)

composition minérales l'espèce	<i>Atriplex Halimus L</i>
Calcium (Ca) (g/kg)	21.5 (=3.7)
Phosphate (P) (g/kg)	1.92 (=0.3)
Magnésium (Mg) (g/kg)	20.3 (=4.3)
Sélénium (Se) (g/kg)	22(=8)
Zinc (Zn) (g/kg)	103(=27)
Manganèse (Mn) (g/kg)	395(=49)

10. Les intérêts de la plante

- **Intérêt thérapeutique**

Son utilisation dans la médecine traditionnelle est largement connue pour ces propriétés hypoglycémiantes et hypolipémiante (Aharonson et al. 1969). En effet elle agit sur la maladie du sommeil (trypanosomiase) (Bellakhdar. 1997) et possède aussi des propriétés anti oxydante (Said et al. 2002).

Au sahara occidental, les cendres de l'*Atriplex halimus L*, reprises par l'eau sont utilisées dans le traitement de l'acidité gastrique, les graines sont ingérées comme vomitif (Bellakhdar. 1997).

Chapitre II : l'Atriplex Halimus

Les sahariens attribuent aussi au pourpier de mer, la propriété de soigner le debbab qui est une maladie grave du dromadaire causée par un trypanosome que lui inoculent les taons : les feuilles sont contuses puis appliquées sur les plaies pour les assécher (**Bellakhdar. 1997**).

Les feuilles sont utilisées pour le traitement des maladies cardiovasculaires, du diabète et de l'hypertension et même pour le rhumatisme (**Said et al, 2002**).
Et utilisées aussi Les feuilles sont écrasées pour assécher les plaies On écrase les feuilles fraîches et on les applique sous forme de cataplasme sur les blessures et les plaies pour les guérir (**Chahma. 2006**).

Les racines, découpées à la manière du sivaq, servent pour les soins de la bouche et des dents, les feuilles sont utilisées pour le traitement des maladies cardiaques et pour le diabète (**Bellakhdar. 1997 ; Said et al. 2000**).

Les résultats de (**Benhammou et al. 1996**) révèlent que les fractions de l'acétate éthylique et butanolique possèdent une forte capacité de donner l'hydrogène pour réduire le fer et une activité plus élevée à piéger le radical DPPH. L'activité antioxydant de l'huile a été également testée. Les résultats montrent que l'huile réduit le radical libre du DPPH. De plus, (**Rodriguez et Murray 2010 et Jenis et al. 2010**) ont caractérisé le profil chimique de l'A. Tatarica. L'étude montre qu'elle est constituée principalement de 1-méthoxy-4-(1-propényl) benzène (45,84%), heptacosane (9,82%), 1H-indol-5-ol (6,81%) et 2-méthylpropylester (4,03%).

D'autre part, (**Aharonson et Coll. 1969**) ont montré que l'extrait aqueux de l'*Atriplex Halimus L* ainsi que le jus pressé des feuilles provoquent un effet hypoglycémiant chez des rats normaux et diabétiques. Par ailleurs, (**Mertz et al. 1973**) ont prouvé que les cendres de l'*Atriplex Halimus* potentialisent l'effet de l'insuline (**Shani et al. 1972. Metz et al. 1973 ; McKell. 1994**).

- **Intérêt fourrager**

L'*Atriplex halimus L* est utilisé fondamentalement comme plante fourragère. Son feuillage persistant, riche en protéines, est très apprécié durant la longue période de sécheresse estivale alors que les espèces herbacées ont disparu. Une bonne formation d'*Atriplex halimus L* peut produire jusqu'à cinq tonnes à l'hectare de matière sèche par an sur des sols dégradés ou salins inutilisables pour d'autres cultures. Il est aussi utilisé comme plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle (**Dutuit et al. 1991**).

- **Intérêt phytoremédiation**

L'idée de la phytoremédiation pour extraire les métaux lourds et leurs composantes est introduite depuis 1983, tandis – que le principe est connu depuis 3 siècles. C'est dans les années 1990 que le concept de la bioremédiation émerge comme une nouvelle technologie qui utilise les plantes. Vertes et des microorganismes associés, plusieurs recherches ont montré la capacité de certaines plantes d'hyper accumulation de sels, principalement des halophytes

Chapitre II : l'Atriplex Halimus

et s'avèrent donc très prometteuses pour le dessalement principalement estimé par des mesures effectuées en sols salins (**Abdelly. 2006**).

Les espèces de ce genre sont souvent utilisées dans la réhabilitation des sites dégradés, et peuvent être plantées pour stabiliser les sols et certains estiment qu'elles pourraient contribuer à la désalinisation des sols, dans les régions arides, L'espèce est présente, à l'état spontané, sur d'anciens sites miniers contaminés par divers métaux lourds (**Lutts et al. 2004**). Des études récentes ont permis de souligner le caractère prometteur de l'espèce qui, soumise à une importante dose de cadmium (cd) ou de zinc (Zn), est capable d'accumuler des quantités importantes de ces éléments sans présenter d'inhibition de croissances ou d'augmentation de la mortalité (**Lutts et al. 2004**).

Dans le sud de l'Espagne comme dans d'autres zones semi – arides, *Atriplex halimus L* est utilisé pour la phytoremédiation des parcours contaminés par des métaux lourds et la population testée, en revanche, apparait particulièrement sensible au cuivre (Cu) (**Martinez. 2003**), à démontré que dans le genre *Atriplex*, certaines espèces halophytes facultatives se sont répandues en Europe de façon non contrôlée le long d'axes routiers ou des doses massives de sels (Na cl, Kcal, Cacl₂) sont utilisées en période hivernale.

Toutefois, quelle que soit la stratégie utilisée sur le site contaminé, il conviendra au préalable de déterminer le potentiel < invasif de l'espèce utilisée (**Belkheir. 2009**).

- **Intérêt environnemental**

Atriplex halimus L. est un arbuste fourrager autochtone qui tolère bien les conditions d'aridité (sécheresse, salinité,...). Cette espèce peut contribuer à la valorisation des sols marginaux et dégradés et à l'amélioration des productions végétale et animale dans plusieurs régions démunies (**Le Houérou. 1992**).

- **Intérêt écologique**

Dans les régions méditerranéennes arides et semi-arides, le problème de la désertification se manifeste principalement par le recule de zones boisées (soit par l'exploitation non contrôlée, soit par l'incendie ou autres ravages) et par la perte de végétation des zones steppiques à vocation pastorale. Le repeuplement à base de buissons fourragers constitue une excellente solution. En effet, ces plantes possèdent un système racinaire très développé qui leur permet d'utiliser les réserves d'eau du sol de façon exhaustive et de former un réseau dense susceptible d'agréger le sol et de le rendre résistant à l'érosion.

En outre, les formations à base de buissons fourragers forment une bonne couverture végétale à feuillage dense qui protège le sol des agressions climatiques, sources d'érosion (pluie, vent, grêle, etc.). Ils ont une croissance rapide, nécessitant peu de soins dans les premiers stades de développement, et leur exploitation peut donc commencer rapidement. Dans ce contexte, *Atriplex halimus L* joue un rôle très important dans le repeuplement des régions arides et semi-arides méditerranéennes (**Barrow et Osuna. 2002**).

Chapitre II : l'Atriplex Halimus

- **Intérêt économique**

De nombreuses études ont mis en évidence le fait qu'en associant la culture des céréales aux arbustes fourragers appartenant en genre *Atriplex*, la production des céréales a augmenté de 25 % de plus en été et en automne le bétail peut éventuellement brouter les chaumes d'orges et les arbustes d'*Atriplex* (**Mulas. 2004**). Par ailleurs, la structure ligneuse des *Atriplex* constituent une source d'énergie intéressante (**Abbad et al. 2004**) et utilisée pour la lutte contre l'érosion, ils participent à la reconstitution d'un tapis végétal qui joue un très grand rôle dans la lutte contre l'érosion éolienne et hydrique par la fixation des particules du sol (**Berri. 2009**).

- **Autres intérêts**

D'autre part, les jeunes pousses et les feuilles d'*Atriplex halimus L.* étaient déjà consommées par les Egyptiens et les Grecs et en Angleterre ou on conservait les feuilles dans du vinaigre à la manière des cornichons. Les jeunes pousses et les feuilles un peu charnues ont une saveur salée due au milieu où elles croissent, elles sont bonnes crues, dans les salades composées qu'elles relèvent alors que mangées seules, elles ont tendance à irriter la gorge. Sa décoction donne une teinture rouge, d'emploi analogue à celui du henné pour les mains et les pieds (**LeSalinier.1999**).

Chapitre III
Les Métabolite
secondaires

➤ Définition des métabolites

Les métabolites sont les produits intermédiaires du métabolisme. Le terme métabolite est généralement, par définition, limité à de petites molécules. Les métabolites ont diverses fonctions, y compris l'énergie, la structure, la signalisation, un stimulant et des effets inhibiteurs sur les enzymes.

Chez les plantes, les métabolites secondaires sont importants à la survie et à la propagation de l'espèce. Il joue chez celles-ci différents rôles, comme des phéromones ou des signaux chimiques permettant à la plante de s'adapter à l'environnement.

Chez les plantes, il existe deux grandes classes des métabolites :

- **Métabolites primaires**

Métabolites primaires sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour y assurer sa survie. Ils sont classés en quatre grandes catégories: les glucides, les lipides, les acides aminés et les acides nucléiques.

- **Les métabolites secondaires**

1) Définition et fonction :

Les métabolites secondaires sont un groupe de molécules qui interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes-animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, comme agents allélopathiques ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (**Judd et al. 2002**)

En général, les termes, métabolites secondaires, xénobiotiques, facteurs antinutritionnels, sont utilisés pour déterminer ce groupe, il existe plus de 200.000 composés connus qui ont des effets antinutritionnels et toxiques chez les mammifères. Comme ces composés ont des effets toxiques, leur incorporation dans l'alimentation humaine peut être utile pour la prévention contre plusieurs maladies (cancer, maladies circulatoires, les infections viral...), car la différence entre toxicité et effet bénéfique est généralement soit dose ou structure- dépendant (**Makkar ; Siddhraj et Becker. 2007**).

2) Classification des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires sont repartis en plusieurs grandes familles chimiques :

- les composés phénoliques,
- les terpénoïdes,
- les alcaloïdes
- les saponines (**Mamadou. 2011**).

2.2. Les composés phénoliques (polyphénols)

2.2.1.1. Définition

Les composés phénoliques constituent l'une des grandes familles de molécules largement répandues dans le règne végétal (Lugasi et al. 2003). Ce sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, à partir des racines jusqu'aux fruits (Yusuf. 2006). Ces composés jouent un rôle fondamental car sont des éléments importants de qualités sensorielles (couleur et caractères organoleptiques) et nutritionnelles des végétaux. (Sculbert et al. 2000).

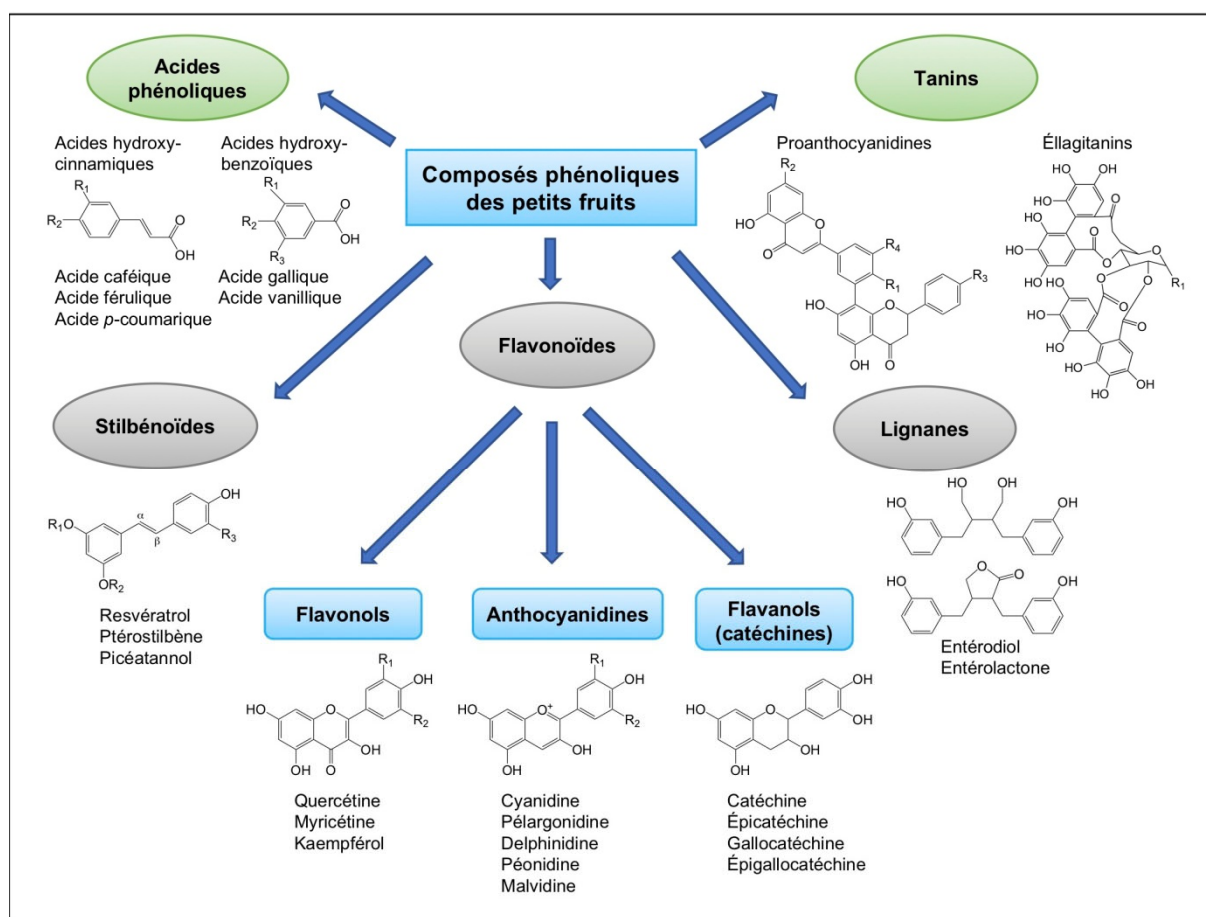


Figure. 3 : Classification et structure chimique des composés phénoliques contenus dans les petits fruits. Adapté de Parades-López et coll., 2010 et de Nile et Park, 2014.

Chapitre III : les métabolites secondaires

2.2.1.2. Structure chimique

Selon leurs caractéristiques structurales, les poly phénols se répartissent en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun : la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique (benzénique) à 6 carbones, qui porte un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (Hennebelle et al. 2004 ; Macheix et al. 2005).

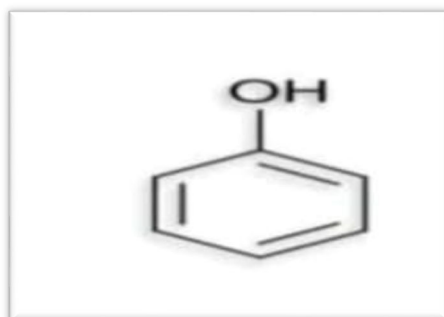


Figure. 4 : structures de base des poly phénols (Hennebelle et al. 2004 ; Macheix et al. 2005).

2.2.1.3. Classification des composés phénoliques

Tableau 3 : Principales classes des composés phénoliques (Bruneton, 1999 ; Hennebelle. 2006).

Nombre d'atome de carbone	Squelette de base	Classe	Exemples	Plantes
6	C6	Phénols simples	Catéchol, hydroquinone	Busserole
7	C6-C1	Acides phénols benzoïques	Ac.gallique, Ac.salysalique, vanilline	Artichaut Saule
8	C6-C2	Acétophénones	3-acétyl-méthoxybenzal dehyde	Saule
9	C6-C3	Acides phénols cinnamiques	Ac.coumarique, Ac.caféique	Romarin Marronnier d'inde
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes Iso flavonoïdes	Quercétine Rotinoïde	Ginkgo Thym Camomille
8	(C6-C3)2	Lignanes	Matairésinol	Chardon
0	(C6-C3-C6)2	Bi flavonoïdes	mentoflavone Hinokiflavone	Carcinia Hypericum
	C6-C3-C6) n	Tanins condensés	Aesculitanins	Marronnier d'inde, vigne

2.2.1.3.1. Les Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont rares dans la nature. Ces composés se répartissent en deux groupes : Les acides hydrox cinnamiques et les acides hydroxybenzoïque. Ils sont contenus dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales et présents chez toutes les céréales (Guignard. 2001).

a. Acides hydrox cinnamiques :

Ils dérivent par hydroxylation de l'acide benzoïque (acide gallique), ils ont une structure générale de base de type (C6-C1). Ils existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides.

b. Acide hydrox benzoïques :

Ils dérivent par hydroxylation de l'acide benzoïque (acide gallique), ils ont une structure générale de base de type (C6-C1). Ils existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides.

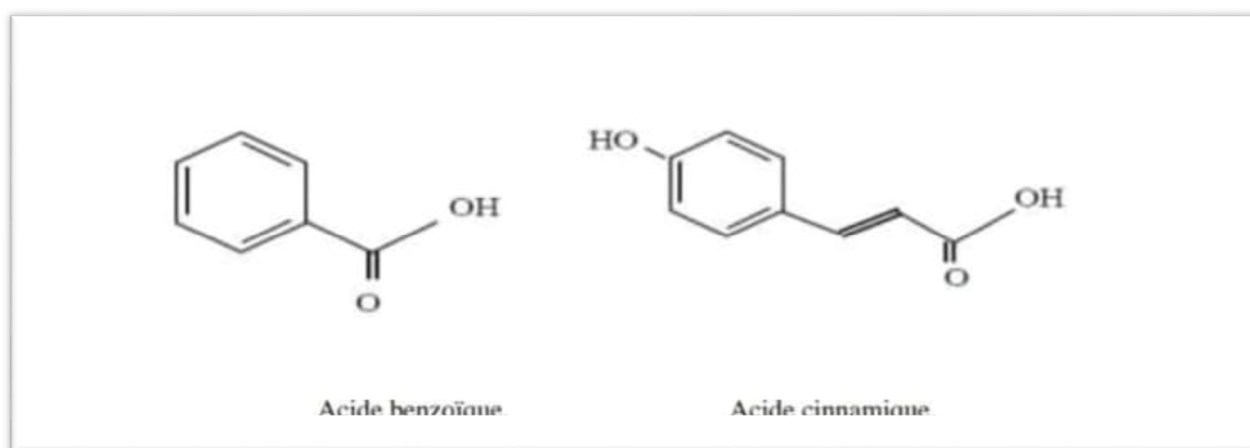


Figure. 5 : structure de base des acides benzoïques et cinnamiques (Bruneton. 2009 ; Sarnimachado et Cheyner. 2006)

2.2.1.3.2. Flavonoïdes

a. Définition :

Le nom de « flavonoïde » proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange (Havsteen, 2002) ; cependant, d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde avait plutôt prêté du flavus ; (flavus=jaune) (Karaali et al. 2004 ; Malešev et Kuntić. 2007).

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres. Elles sont omniprésentes dans les fruits, les légumes, les graines, les boissons tels le thé et le vin rouge et d'autres parties de la plante (Tsimogiannins et Oreopoulou. 2006).

b. Structure :

Ces molécules ont un poids moléculaire faible, se présentant en 15 atomes de carbones arrangés comme suit : C6-C3-C6, elles sont composées de deux noyaux aromatiques A et B, liés par un pont de 3 carbones souvent sous forme d'un hétérocycle. Les substitutions variées au sein de la molécule donnent les différentes sous-classes des flavonoïdes : Les flavones, et les flavonols sont les plus connus grâce à leur pouvoir antioxydant élevé, et les plus divers sur le plan structural. (Mouffok .2011 ; Mohammadi. 2011).

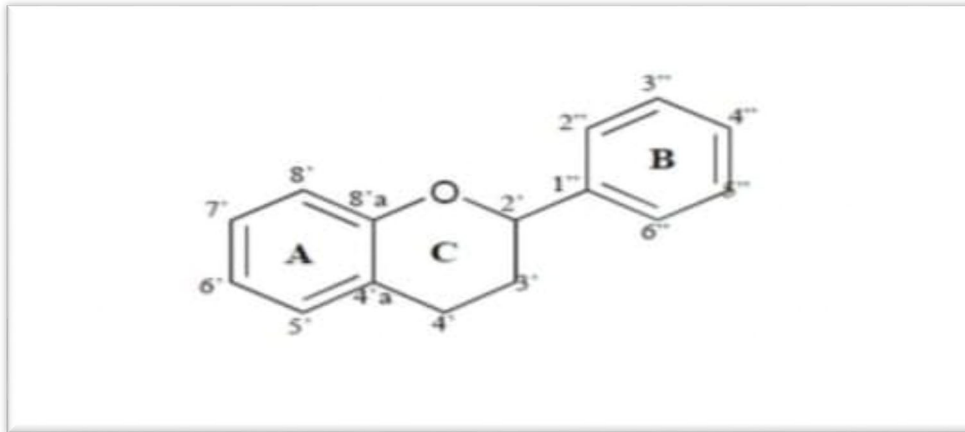


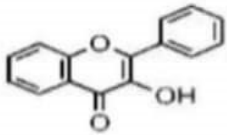
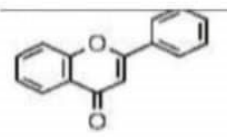
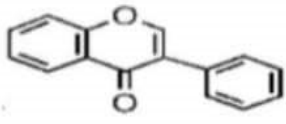
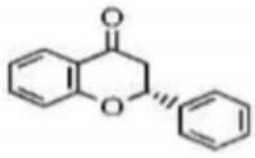
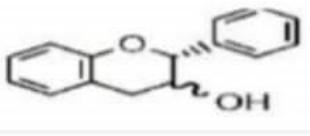
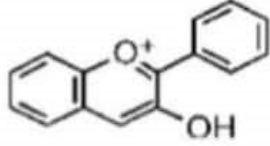
Figure. 6 : Structures de base des flavonoïdes (collin et crouzet. 2011)

c. Classification des flavonoïdes:

En basant sur leur squelette, les flavonoïdes peuvent être divisés en différentes classes : anthocyanidines ; flavonoles ; isoflavonoles ; flavones ; isoflavones ; flavanes ; isoflavanes ; flavanols ; isoflavanols ; flavanones ; isoflavanones ; auronnes (Havsteen, 2002 ; Edenharder et Grünhage, 2003).

Chapitre III : les métabolites secondaires

Tableau. 4 : Structures des squelettes des principales classes des flavonoïdes (Heller et Forkmann. 1993 ; Edenharder et Grünhage. 2003 ; W-Erdman et al. 2005)

Sous classe	Structure	Exemples	Aliments
Flavonoles		Quercétine Kaempférol Myricétine	Oignon, poireau, brocolis, pomme, chou frisé, olive, tomate
Flavones		Utéoline Apigénine Chryssine	Persil, céleri, thym, romarin, peau des fruits
Isoflavones		Daidzein génistéine glycitein	Soja, aliments de soja, légumineuses
Flavanones		Genisteine Daidzeine Naringénine	Graines de soja et produits qui en dérivent. Fruit de genre citrus
Flavanols		Catéchine gallocatéchine	Vin rouge, thé noire, thé vert, cacao, chocolat
Anthocyanidines		Cyanidine Delphénidine Cyanidol	Raisins, vin rouge, certaines variétés de céréales, casiss

d. **Absorption et biodisponibilité :**

Le métabolisme et la pharmacocinétique des polyphénols, et plus particulièrement les flavonoïdes ont fait l'objet d'intenses recherches. Ces dernières ont montré que les flavonoïdes sont rapidement absorbés dans le tractus intestinal et détectés dans le plasma, ce qui suggère qu'ils sont disponibles pour exercer leurs effets biologiques (**Spencer et al. 2004**).

Les flavonoïdes sont excrétés dans la bile et dans le duodénum, puis ils sont réabsorbés dans le cycle entérohépatique ce qui explique la longueur de leur demi-vie (**Scalbert et al. (2002)**).

e. **Propriété biologique des flavonoïdes:**

Les flavonoïdes sont impliqués, chez les plantes, dans le transport d'électrons lors de la photosynthèse et ils jouent un rôle de protection contre les effets néfastes des rayons ultraviolets en agissant comme antioxydant (**Havsteen. 2002**).

Les flavonoïdes parviennent à capturer les espèces réactives de l'oxygène associées au stress oxydatif, les empêchant ainsi de créer des dommages cellulaires. En effet, ils sont capables d'inactiver et de stabiliser les radicaux libres grâce à leur groupement hydroxyle fortement réactif. Ils inhibent aussi l'oxydation des LDL et de ce fait, peuvent prévenir l'athérosclérose et diminuer les risques de maladies cardiovasculaires (**Tu et al. 2007**).

Les flavonoïdes sont capables d'exercer en plus des propriétés anti oxydantes, des propriétés anti-inflammatoires, antiallergiques et antiulcérogènes (**Di Carlo et al. 1999**).

Les molécules appartenant à la sous-classe des flavones sont efficaces contre les maladies qui touchent le colon (**Wenzel et al. 2000**).

Une panoplie d'études in vitro ont montré que les flavonoïdes peuvent moduler l'activité d'une grande variété d'enzymes impliquées dans des voies importantes qui régulent la division et la prolifération cellulaire, l'agrégation des plaquettes, la détoxification, l'inflammation et la réponse immunitaire (**Middleton et al. 2000**).

2.2.1.3.3. Les tanins

a. **Définition:**

Les tanins végétaux sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et ayant des poids moléculaires compris entre 500 et 3000 Da (**Aguilera-Carbo et al. 2008**).

Les tanins constituent une complexe famille de principes actifs qu'on les trouve dans l'ensemble des végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.). Ils ont la capacité de former des complexes avec des macromolécules (les protéines ...) et des liaisons entre les fibres de collagènes, d'où leur viennent la plupart de leurs propriétés (**Paolini et al. 2003**).

b. **Structure chimique et classification des tanins:**

Chapitre III : les métabolites secondaires

Leur structure chimique est particulièrement variable, mais comporte toujours une partie polyphénolique ; il existe deux catégories de tanins, d'origine biosynthétiques différentes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Paolini et al. 2003).

b.1. Les tanins hydrolysables :

Sont des esters d'acide gallique, qui se lient aux molécules de glucose (Bruneton. 1993 ; Hopkins. 2003) et d'acides phénols, qui sont facilement scindés par les enzymes de tannases en oses et en acide phénol (acide ellagique) (Bruneton. 2009).

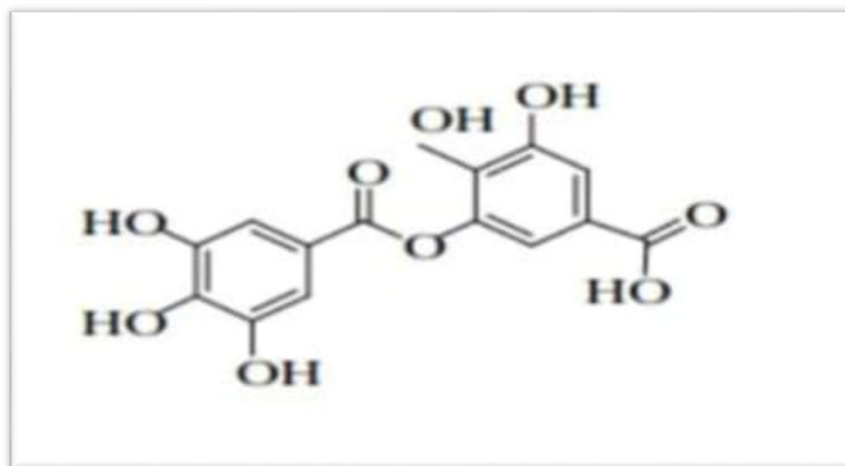


Figure. 7 : structures de base des tanins hydrolysables (bruneton. 1993).

b.2. Les tanins condensés :

Sont des composés phénoliques hétérogènes, se trouvent sous forme d'oligomères ou polymères qui sont formés par condensation des molécules de flavonoïdes entre elles. Ils ont tous comme précurseurs des flavonoïdes (C6- C3-C6) et diffèrent entre eux par le type de liaison, le plus souvent épi catéchine et catéchine (Bruneton. 2009).

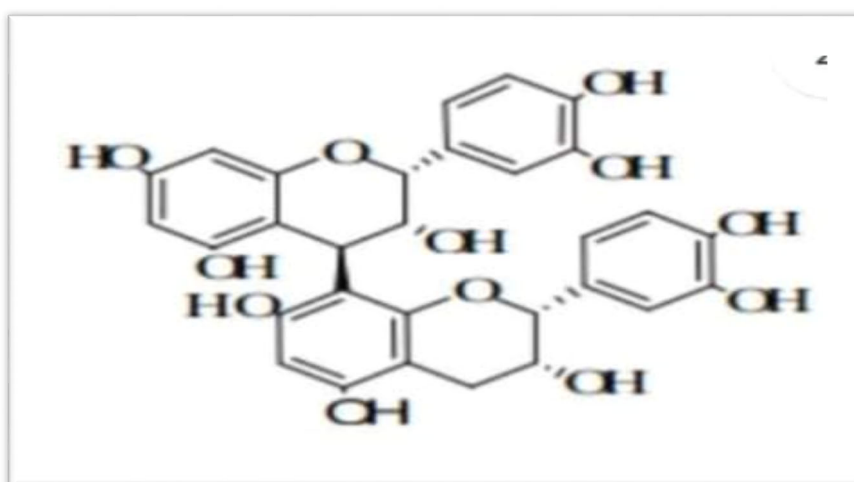


Figure. 8 : Structure de base des tanins condensés (bruneton. 2009).

c. Propriétés biologiques des tanins :

Les tanins sont des métabolites secondaires des plantes, jouant un rôle de protection contre les prédateurs (herbivores et insectes). La propriété astringente des tanins est à la base des autres propriétés (vulnérable, anti diarrhéique..), elle permet la cicatrisation, l'imperméabilisation de la peau et des muqueuses, favorise la vasoconstriction des petits vaisseaux (Paolini et al. 2003).

2.2.1.4. Les quinones

a. Définition et structure :

Les quinones sont ubiquitaire dans la nature, principalement dans le règne végétal et sont fortement réactifs (Cowan. 1999). Mais on les trouve aussi dans les champignons, les bactéries et les animaux (Kansole. 2009). Ce sont des composés oxygénés qui correspondent à l'oxydation de dérivés aromatiques avec deux substitutions cétoniques. Elles sont caractérisés par un motif 1,4-dicéto cyclohexane-2,5-diénique (para-quinones) ou éventuellement, par un motif 1,2-dicéto cyclohexane-3,5-diénique (ortho-quinones) (Bruneton. 1993).

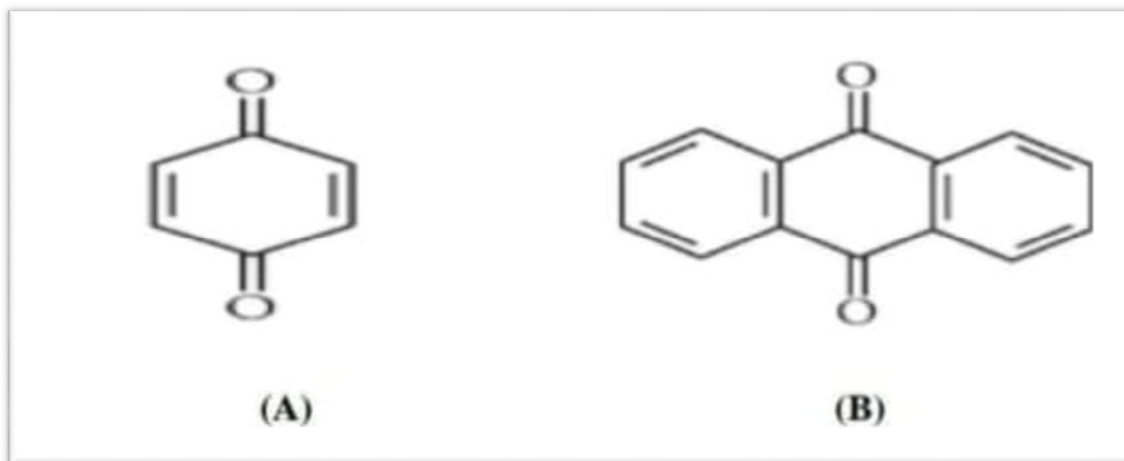


Figure. 9 : Structure de 1,4-benzoquinone (A) et 9,10-antraquinone (B) (socaciu. 2007).

b. Propriétés biologiques:

Certaines quinones, dérivant de l'antraquinone sont des laxatifs stimulants. Elles sont rencontrées dans la bourdaine (*Rhamnus frangula L.*), les sénés et les aloès. D'autres activités antidépressives (hypericin), anti-protozoaires, antivirales, antibactériennes, fongicides et antiallergiques ont été décrites et plusieurs molécules du groupe ont une toxicité non négligeable. (Bruneton. 1993 ; Hennebelle et al. 2004).

c. Les coumarines

Les coumarines sont des 2H-1-benzopyran-2-ones, lactones des acides ortho-hydroxyZ-cinnamiques. Près d'un millier d'entre elles ont été décrites, et si les plus simples sont très largement distribuées dans le monde végétal, les plus complexes sont surtout décrites chez les Apiaceae et les Rutaceae. Les coumarines sont fréquemment hydroxylées en position 7 et ces hydroxyles peuvent être méthylés ou engagés dans une liaison hétérosidique. L'esculoside 6,

Chapitre III : les métabolites secondaires

présent dans l'écorce du Marronnier d'Inde, est considéré comme vasculoprotecteur et veinotonique ; c'est le principe actif de médicaments antihémorroïdaires.

La prénylation du noyau benzénique des coumarines aboutit à la formation de furano et pyranocoumarines. Elles sont responsables de la phototoxicité de certaines espèces végétales (Apiaceae ou Rutaceae), qui se manifeste par une dermatite aiguë. Le bergaptène 7 est d'ailleurs utilisé pour ses propriétés photodynamisantes dans le traitement du psoriasis, et certaines coumarines sont aussi utilisées dans les produits solaires. **(Bruneton. 1993).**

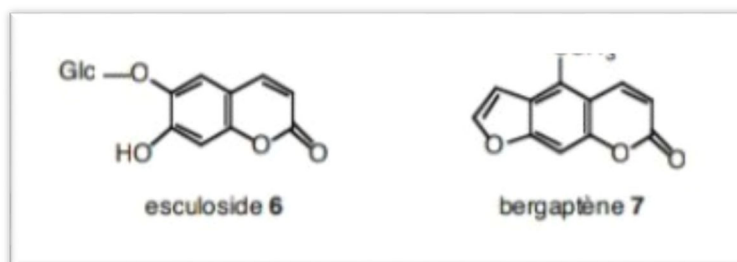


Figure. 10 : quelques exemples de coumarines **(Bruneton. 1993)**

2.3. Les alcaloïdes :

2.3.1. Définition :

Les alcaloïdes représentent une des classes des métabolites secondaires les plus importants des plantes médicinales, portent un ensemble de molécules d'origine naturelle renfermant atomes du carbone, de l'hydrogène et plus spécialement de l'azote. Une fois isolés les alcaloïdes se présente le plus souvent sous l'aspect de cristaux, insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques, ils sont très employés en médecine traditionnelle pour combattre un certain nombre d'infections contre lesquelles ils réagissent en général à des doses très faibles **(Krief. 2003 ; Muniz. 2006).**

2.3.2. Classification des alcaloïdes :

Selon leur précurseur biosynthétique, on distingue trois grandes classes :

- Vrais alcaloïdes : sont des substances avec de structure souvent complexe, l'atome d'azote est incluse dans un hétérocycle et ils sont bio synthétiquement formés à partir d'un acide aminé (tyrosine, tryptophane, ornithine ou arginine et lysine) **(Hopkins. 2003 ; Bruneton. 2009).**
- Pseudo-alcaloïdes : sont des métabolites présentant les caractéristiques des vrais alcaloïdes, excepté leur origine biosynthétique, qui sont dérivés dans la majorité d'isoprénoïde et du métabolisme de l'acétate **(Bruneton. 2009).**
- Proto-alcaloïdes : sont des amines simples dont l'azote n'est pas incluse dans un système hétérocyclique, ont une réaction basique et sont élaborés in vivo à partir des acides aminés **(Bruneton. 2009).**

2.2.3. Propriétés biologiques des alcaloïdes:

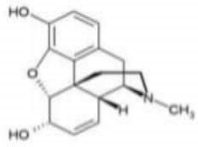
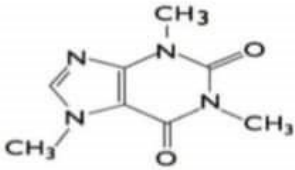
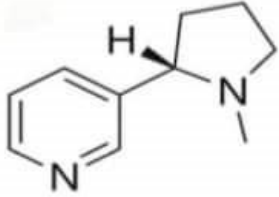
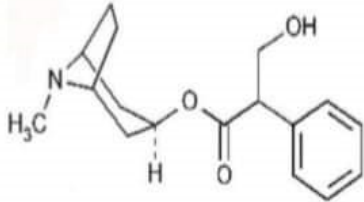
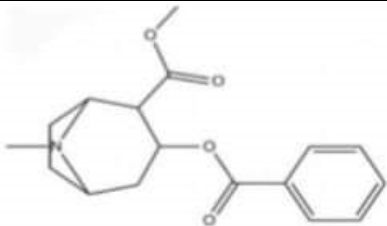
Les alcaloïdes forment un groupe hétérogène du point de vue de leur structure, de leurs propriétés et de leurs effets biologiques.

Ils agissent directement sur le système nerveux avec des effets sur la conscience et la motricité. L'action sur le système nerveux peut aller jusqu'à une action antispasmodique et mydriatique, anesthésique locale ou analgésique et narcotique **(Bruneton. 1999).** Les

Chapitre III : les métabolites secondaires

alcaloïdes sont aujourd’hui nommés d’après la plante qui les a fournis toujours avec une terminaison en “ine”. D’une façon générale, les alcaloïdes sont amers et utilisés comme apéritifs (**Bruneton. 1999**).

Tableau. 5 : Quelques types d’alcaloïdes et leur effet **biologique (Raven et al. 2003 ; Badiaga. 2011).**

Type d’alcaloïde	Structure	Effet biologique
Morphine		la morphine, qui provient du pavot, utilisé actuellement en médecine comme analgésique (Raven et al. 2003), dépressur cardiaque et diurétique narcotique (Badiaga, 2011).
Caféine		La caféine trouvée dans certaines plantes telles que le café, le thé. Elle a un effet stimulant (Raven et al. 2003 ; Badiaga. 2011).
Nicotine		La nicotine stimulant produit par les feuilles de tabac. Il est très toxique (Raven et al. 2003).
Atropine		L’atropine provenant de la jusquiame d’Egypte, utilisée comme stimulant cardiaque, comme dilatateur de la pupille pour examen de l’œil et comme antidote efficace en cas d’empoisonnement par certains gaz neurotoxique (Raven et al. 2003).
Cocaïne		La cocaïne provient du coca, utilisée comme anesthésique dans la chirurgie de l’œil et pour les anesthésies locales par les dentistes (Raven et al. 2003).

2.4. Les saponines :

Le nom saponine dérive du mot latin «sapo» ; qui signifie « savon », ces composés moussent une fois agités avec de l'eau. Ce sont des composés qui servent de défense à la plante. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur comportement moussant en solution aqueuse. Fondamentalement, on distingue les saponines stéroïques et les saponines triterpéniques dérivant de l'oxyde de scalène. (Manase. 2013).

2.5. Les terpénoïdes et stéroïdes:

Le terme de terpène est attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène de formule C₅H₈. Ces composés, en majorités sont d'origine végétale.

L'exploitation de ces composés s'effectue sous forme d'huiles extraites de plantes (huiles essentielles) par le moyen de la distillation (Malecky. 2005).

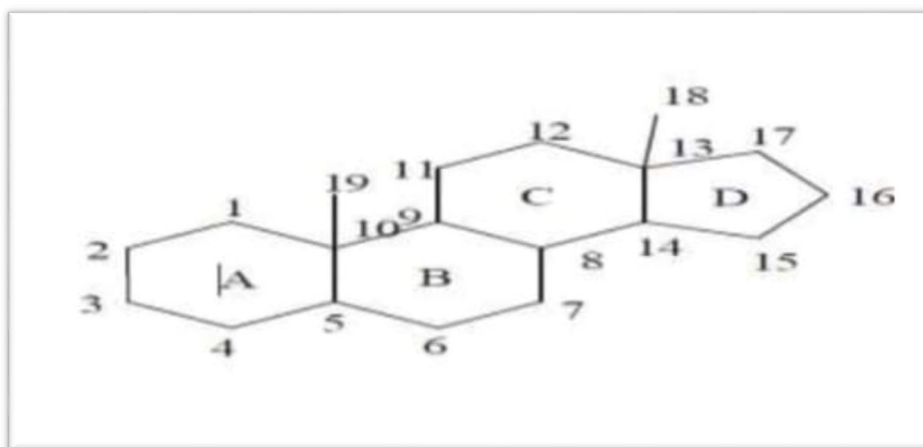


Figure. 11 : Structures de l'isoprène (morot-gaudry. 2016).

Les stéroïdes sont des triterpènes tétracycliques, possèdent moins de 30 atomes de carbone, synthétisés à partir d'un triterpène acyclique (Hopkins. 2003).

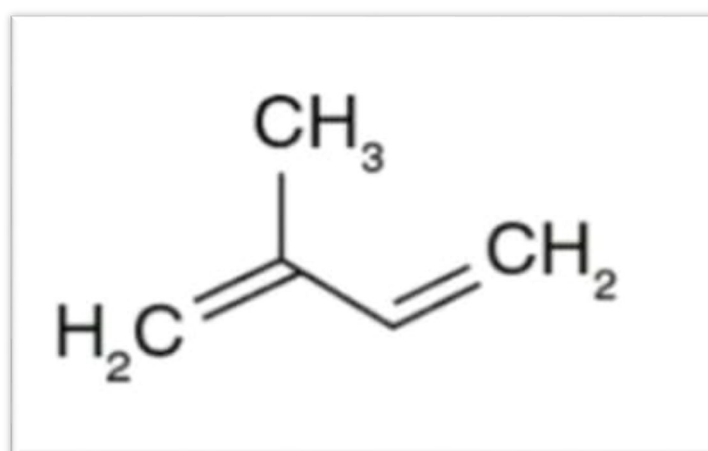


Figure. 12 : structures de squelette de noyau stéroïde (ling et jones. 1995).

Chapitre III : les métabolites secondaires

Chez toutes les plantes on trouve ces composés liés avec un groupement alcool qu'ils nommés les stérols; prenant une forme plane, glycolyses, analogues du cholestérol qui ne diffèrent de celui-ci que par leur chaîne latérale comme: B-Sitostérol, Stigmastérol (**Hopkins. 2003**).

2.5.1. Activités biologiques de composés triterpéniques:

Les activités biologiques des triterpènes sont diverses, ces composés étant reconnus comme antimicrobiens, antimycotiques, virostatiques, toniques, hémolytiques, cytostatiques immun modulateurs, hépato protecteurs, ce qui peut les rendre favorables à l'usage pharmacologique (**Muffler et al. 2011**), mais la plus importante des activités biologiques des triterpènes est celle d'anti-inflammatoire non-stéroïdienne. (**Grigoraş. 2012**).

Matériels et Méthodes

Matériel et Méthodes

I.1.Objectif :

L'objectif de notre travail est un screening phytochimique d'une plante médicinale connue par ses propriétés hypoglycémiantes et hypo-lipidémiantes (Yaniv,Z et al. 1987).

L'étude phytochimique a été faite au niveau de laboratoire de biochimie N° 3 de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et laboratoire de recherche de Pharmacognosie et Api-phytothérapie (LPAP). Université de Mostaganem.

I.2. Matériel végétal :

Notre étude est portée sur la plante *d'Atriplex halimus L*, récoltée durant le mois de mars 2019, dans la wilaya de (BECHAR). Les parties aériennes d'*Atriplex halimus L* ont été utilisées lors de la présente étude. Cette plante a été identifiée par Docteur Sakal Fatima Zohra de l'Université d'Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.

La plante a été séchée à température ambiante avant d'être broyée à l'aide d'un broyeur électrique puis tamisés avec un tamis de 0,75 µm.



Photo 4 : A. plante entière utilisée dans notre étude *d'Atriplex halimus L*.
B. les feuilles *d'Atriplex halimus L*.

1.2.1. L'examen macroscopique de la plante (*Atriplex halimus L.*)

Cet examen consiste à observer l'ensemble des critères de la plante : la morphologie, la couleur, la saveur.

1.2.2. Teneur en matière sèche (MS)

La teneur en MS est déterminée à partir d'une prise d'essai de 41.2 grammes à l'étuve à 40°C jusqu'à poids constant (AFNOR. 1982). La teneur en matière sèche est donnée par la relation suivante:

$$MS (\%) = P_2 / P_1 \times 100$$

Ou : P1: Poids de l'échantillon frais en gramme.

P2 : Poids de l'échantillon après dessiccation en gramme.

1.2.3. Screening phytochimique:

Les tests phytochimiques (Screening) sont des tests qualitatifs qui permettent de caractériser les différents groupes chimiques contenus dans un organe végétal. Ce sont des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence des substances chimiques.

1.2.4. Préparation des extraits

Les extractions solide / liquide de cette plante ont été réalisées selon trois modes de préparation : infusion, décoction et macération.

Infusion en milieu aqueux:

- Verser 100ml d'eau distillée bouillante sur 5g du matériel végétal.
- Agiter et laisser le mélange refroidir.
- Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

Macération en milieu aqueux :

- Dans un Erlenmeyer, mettre 5g du matériel végétal avec 100ml d'eau distillée, sous agitation, à une température ambiante, pendant 24h.
- Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

Décoction en milieu aqueux :

Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant et à l'aide d'une plaque chauffante sous agitateur.

- Mélanger 5g du matériel végétal avec 100ml d'eau distillée.
- Chauffer à une température d'ébullition stable, pendant 1 heure.
- Filtrer le mélange et récupérer le filtrat.

Hydrométhanoliques

Environ 5g de matière sèche finement broyée Est mélangée avec 200 ml de Méthanol (90%). Le mélange est filtré sur un tissu 24 heures plus tard. Après deux extractions successives avec le Méthanol, 90%, trois fois et du Méthanol, 50%, deux fois, les filtrats sont combinés, filtrés sur du papier filtre puis soumis à une évaporation par Évaporation à basse pression à 35°C .extrait est conservé à -20 °C.

- **Flavonoïdes**

Tous les flavonoïdes n'ont pas la même propriété de solubilité car certains flavonoïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool alors que d'autres ont des propriétés hydrosolubles extrêmement faible (Bruneton, 1999) de ce fait le principe utilisé pour l'extraction des flavonoïdes est basé sur le degré de solubilité des flavonoïdes dans les solvants organiques.

1. Les flavonoïdes ont été mis en évidence par la réaction à la cyanidine. A l'infusé à 5% (5ml), ont été ajoutés un acide (5ml de H₂SO₄ à 10%) puis une base (5ml de NH₄OH). Si la coloration s'accroît par acidification, puis vire au bleu-violacée en milieu basique, cela confirme la présence d'anthocyanes.
2. Extrait méthanolique subit une série d'extraction avec l'acétate d'éthyle (10fois) afin de récupérer dans la phase organique certains flavonoïdes aglycones.

- **Stérols et triterpènes**

Les stérols et les polyterpènes ont été mis en évidence par la réaction de Liebermann. Deux grammes (2g) de poudre végétale ont été mis dans 40ml d'éther. Après une macération de 24 heures, le mélange a été filtré et complété à 20ml (extrait éthérique). Ensuite, 10ml de l'extrait ont été évaporés à sec au bain-marie et le résidu a été repris et dissout avec 1ml d'anhydride acétique, puis 1ml de chloroforme CHCl₃. Cette solution a été partagée entre deux tubes à essai, l'un servant de témoin, alors que dans le second 2ml de H₂SO₄ concentré ont été coulés. La présence des stérols et des triterpènes a été révélée par la formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet à la zone de contact des deux liquides, et la couche surnageante devenant verte ou violette, comme rapporté par (Harborne. 2005).

- **Tanins**

La présence des tanins a été mise en évidence par la réaction au chlorure de fer (III) dans l'infusion à 5% par l'addition de quelques gouttes de chlorure ferrique (FeCl₃) 1%. La réaction au FeCl₃ provoque l'apparition de précipité ou de coloration verdâtre ou bleu-noirâtre.

- Mise en évidence des tanins galliques par la réaction de Stiasny

Trente millilitres d'infusé ont été ajoutés à 15ml de réactif de Stiasny (10ml de formol 40% et 5ml d' HCl concentré), le mélange a été maintenu au bain-marie à 90° C pendant 15min environ. Après filtration, le filtrat a été saturé par 5g d'acétate de sodium pulvérisée. Ensuite, 1ml goutte à goutte d'une solution de FeCl₃ 1% a été ajouté. La présence des tanins galliques a été montrée par l'obtention d'un précipité (Harborne 2005).

- **Saponosides**

Les saponines ont été mises en évidence par le test de mousse dans les décoctés à 1%. 100ml de ce décocté ont été répartis dans 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10 successivement 1, 2,...10ml. Le volume de chaque tube a été ajusté à 10 ml avec de l'eau distillée puis agité pendant 15 secondes dans le sens de la longueur. Après un repos de 15 minutes, la hauteur de la mousse a été mesurée. Un indice supérieur à 100 a été considéré comme une réaction positive témoignant d'une richesse de la plante en saponosides (Harborne. 2005). Le tube

Matériel et Méthodes

dans lequel la hauteur de la mousse est de l'ordre d'un cm permet de calculer l'indice de mousse.

$$\text{Indice de mousse (Idm)} = 10 / n \times 10^{-2}$$

Où :

N : numéro du tube dans lequel la hauteur de la mousse est égale à 1cm.

- **Anthocyanes**

À deux millilitres d'infusé (5%) ont été additionnés à 2ml d'acide chlorhydrique 2N. La présence d'anthocyanes a été montrée par l'apparition d'une coloration rose-rouge qui vire au bleu-violacée par addition d'ammoniac (**Senhaji et al. 2005**).

- **Proanthocyanidols**

Deux millilitres d'infusé ont été additionnés à 2ml d'acide chlorhydrique concentré. Ensuite, le mélange a été maintenu au bain-marie bouillant pendant cinq minutes. Une réaction positive s'est manifestée par l'apparition d'une coloration rouge (**Senhaji et al. 2005**).

- **Mucilages**

Après avoir introduit 1ml de décocté (10%) dans un tube à essai, 5ml d'éthanol absolu ont été ajoutés, suivi d'une agitation. Le mélange a été reposé pendant une dizaine de minutes et la présence de mucilage dans la drogue a été indiquée par l'obtention de précipité floconneux (**Amadou. 2005**).

- **Stupéfiants**

0,5g de poudre ont été pesés et introduit dans un tube à essai. Ensuite, 5ml d'éther de pétrole ont été ajoutés. Le mélange a subi une agitation pendant 15min. Après décantation de la phase éthéro-pétrolique dans une capsule et évaporation à sec au bain-marie, 3 à 4 gouttes de KOH 5% ont été ajoutés dans l'alcool. La présence de tétrahydrocannabinols a été indiquée par une coloration violette (**Diallo. 2005**).

- **Protéines**

Les protéines ont été mises en évidence par la méthode de Lowry. A 1ml d'extrait végétal, 5ml de solution A (98ml de Na_2CO_3 à 2% dans NaOH 0,1N, 1ml de sulfate de cuivre à 1% et 1ml de tartrate double de potassium sodium) ont été additionnés. Après avoir agité et laissé au repos pendant 10 minutes, 0,5ml de réactif de Folin ont été ajoutés. Ensuite, le mélange a été agité énergiquement puis laissé reposer pendant 30 minutes. La présence de protéines a été indiquée par l'apparition d'une coloration bleue (**kone. 1998**).

- **Dérivés anthracéniques**

-Mise en évidence des anthraquinones libres par le test de Bornsträger

A 1 gramme de poudre, 10ml de chloroforme ont été ajoutés. Le mélange a été chauffé pendant 3mn au bain-marie puis filtré à chaud et complété à 10ml. Ensuite, à 1ml de l'extrait

Matériel et Méthodes

chloroformique obtenu, 1ml de NH_4OH dilué a été additionné et agité. La présence d'antraquinones libres a été indiquée par la coloration plus ou moins rouge.

-Mise en évidence des anthraquinones combinées

- Les O-hétérosides

A partir du résidu de la drogue épuisée par le chloroforme, un hydrolysats a été préparé auquel a été ajouté 10ml d'eau et 1ml d' HCl concentré. Dans un tube à essai, l'ensemble a été ensuite maintenu au bain-marie bouillant pendant 15min. 5ml de l'hydrolysats ont été agités avec 5ml de chloroforme. Après décantation, la phase organique a été soutirée et mise dans un tube à essai. Celle-ci a été agitée avec 1ml de NH_4OH dilué au demi. La présence d'antraquinone a été révélée par la coloration rouge plus ou moins intense qui indique la présence de génines O-hétérosides. Si la réaction est négative ou faiblement positive, la recherche des O-hétérosides à génine réduite est nécessaire.

- Les O- Hétérosides à génines réduites

Dans un tube à essai, 5ml d'hydrolysats et 3 à 4 gouttes de FeCl_3 (chlorure ferrique) à 10% ont été introduits. Le tout a été porté au bain-marie bouillant pendant 5 minutes puis refroidi sous courant d'eau. Après agitation de la solution avec 5ml de chloroforme, la phase chloroformique a été soutirée et introduite dans un tube à essai contenant 1ml de NH_4OH dilué au demi. Ensuite, le mélange a été agité. En présence de produit d'oxydation anthranol, anthrone, la coloration rouge sera plus intense que précédemment.

- Les C-hétérosides

La phase aqueuse, qui a été conservée au cours de la caractérisation des O-hétérosides, a été reprise par 10ml d'eau distillée et 1ml de FeCl_3 10%. Puis, le tube à essai a été maintenu dans un bain-marie bouillant (après ébullition) pendant 30 min. Après refroidissement sous courant d'eau, la solution a été agitée avec 5ml de chloroforme. La phase chloroformique soutirée a été secouée avec 1ml de NH_4OH dilué. L'existence des C-hétérosides est confirmée par la coloration plus ou moins rouge après agitation qui indique la présence de génines C-hétérosides (Diallo. 2005).

• Alcaloïdes

Les alcaloïdes ont été mis en évidence grâce aux réactifs généraux de caractérisation des alcaloïdes. Le réactif de Dragendorff (réactif à l'iodobismuthate de potassium) et le réactif de Mayer (réactif à l'iodomercurate de potassium) ont été utilisés. Une Solution à analyser a été préparée avec 10g de poudre végétale séchée et 50ml de H_2SO_4 10%. Après agitation, le mélange a été macéré pendant 24 heures à la température du laboratoire puis filtré sur papier filtre et rincé à l'eau distillée de manière à obtenir 50ml de filtrat. Ensuite, une caractérisation par précipitation a été effectuée. Dans trois tubes à essai, 1ml de filtrat a été introduit et 5 gouttes de réactif de Mayer dans le premier tube, 5 gouttes de réactif de Dragendorff dans le second et en se servant d'un troisième tube sans réactif comme témoin. Après 15 minutes, la présence des alcaloïdes a été indiquée par la formation d'un précipité : blanc-jaunâtre dans le

Matériel et Méthodes

premier tube, orange dans le deuxième tube et orange abondant dans le tube témoin
(Harborne. 2005).

Résultat et discussion

Résultat et Discussion

1. Matériel végétal :

1.1. L'examen macroscopique de la plante *Atriplex halimus L.*

L'Atriplex halimus L est une espèce pérenne ligneuse des zones steppiques et littorale atteignant 2m de hauteur, mais se présentant le plus souvent sous forme d'un buisson de 40 à 100 cm de haut pour une circonférence comprise entre 10 et 30 cm et pouvant aller parfois jusqu'à 70 cm. Tableau 6 présente les différentes caractéristiques morphologiques du feuille d'*Atriplex halimus*.

Tableau. 6 : Caractéristiques morphologiques des feuilles d'*Atriplex halimus L.*

Paramètres	Observations
Couleur	Verte grisâtre
Odeur	Inodore
Gout	salé
Formule	Simple
Forme	Ovale
Taille	$1.5 \pm 0.005 \times 0.96 \pm 0.03$ mm
Apex	échancré
Marge	entière
Texture	lisse
Venation	Réticulo
Base	de cuneate
Disposition des feuilles	alterne

1.2. Teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche déterminée sur la partie aérienne d'*Atriplex halimus L*, prélevée en mars est de 36.55 %.

1.3. Screening phytochimique :

Le criblage phytochimique sert à détecter certains constituants dans les parties aériennes de *l'Atriplex halimus L*. Ce dernier s'effectue par des tests et selon des réactions phytochimiques, ces réactions basées sur des changements de couleur et des précipitations spécifique, indiquent la présence ou non de ces constituants.

Résultat et Discussion

Tableau. 7 : Tests phytochimiques des extraits de la partie aérienne (feuille+ tige) de *Atriplex halimus L* préparés par infusion, décoction et macération.

Les tests phytochimiques			
Métabolites secondaires	Réactifs	Extraits	Résultats
Flavonoïdes	la réaction De Cyanidine	Infusé aqueux à 5%	-
		Extrait hydromethanolique	+
Stérols et triterpène	la réaction de Liebermann	Macération étherique	-
Tanins	Fecl3	Infusé aqueux à 5%	+
Tanins galliques	réactif de Stiasny	Infusé aqueux à 5%	-
Saponosides	indice mousse	Décocté aqueux à 5%	+
Anthocyanes	HCl 2N	Infusé a à 5%	-
Proanthocyanidols	HCl	Infusé	-
Mucilages	Ethanol	Décocté à 10%	-
Stupéfiants	KOH 5%	Macération d'éther de pétrole	-
Protéines	solution A	Extrait aqueux	+

Résultat et Discussion

Dérivé anthracéniques	Des anthraquinones libres		NH4OH	Extrait chloroformique	-
	des anthraquinones combinées	O-hétérosides	NH4OH	Hydrolysats	-
		O- Hétérosides à génines réduites	FeCl3 à 10%	Hydrolysats	-
		C-hétérosides	NH4OH	Extrait chloroformique	-
Alcaloïdes			mayer	Macérats de H2SO4 à 10%	-
			Dragendorff		-

(-) Absence

(+) Présence

DISCUSSION

Les feuilles d'*Atriplex halimus L* contiennent des tanins, flavonoïdes, des saponines et protéines. Alors qu'elles sont dépourvues de quinones libres, Stérols et triterpène et des alcaloïdes.

Les travaux précédents faisant sur les tests phytochimiques de *l'Atriplex halimus L* ont montré l'abondance des phénols, des tanins catéchiques, des saponines et l'absence des alcaloïdes (**Hadjadj. 2017**),

De même les résultats trouvés par (**Sekkoum. 2011**) ont montrés que *l'Atriplex halimus L* contient des saponines, tanins et dépourvue des alcaloïdes.

L'évaluation préliminaire de la composition phytochimique d'*Atriplex Halimus L*, de différentes parties faite par (**Samira Belhadj Tahar et al. 2015**), a permis de mettre en évidence la présence des phénols totaux, des saponines glycosides, des alcaloïdes, des résines, des betaïnes et des flavonoïdes dont les flavonol constituent la classe chimique majeure chez la plupart des espèces *Atriplex*. Ceci a été confirmé par une analyse quantitative basée sur le dosage des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tanins condensés. L'identification chromatographique menée sur l'extrait butanolique de l'espèce *Atriplex Halimus L* par (**Samira Belhadj Tahar et al. 2015**) a permis de caractériser les principaux composés phénoliques. Deux grandes familles de composés ont été mises en évidence, il s'agit des

Résultat et Discussion

acides phénoliques et des flavonoïdes. La chromatographie sur colonne des ions et la HPLC préparative ont été les deux méthodes principalement utilisées pour l'isolement de l'acide vanillique.

Une étude faite par (**Benhammou, N et al. 2009**) a montré que l'extrait méthanolique des feuilles *Atriplex halimus L* collectée de Béchar sud-ouest Algérien contient une teneur élevée en phénols totaux (10, 120,56 mg GAE/g DW) suivis par les tannins ($0.5 \pm 0.14\%$) et saponines ($0.33 \pm 0.14\%$) suivis par les alcaloïdes, nos résultats montrent que notre plante est dépourvue des alcaloïdes.

Nos résultats sont partiellement en accord avec ceux (**d'El-Adawy et al. 2008**). Qui ont montré que *d'atriplex halimus L* contient les composés phénoliques, les saponines et les alcaloïdes. (**El-Waziry et al. 2007**) ont montré la présence d'une faible teneur en phénols totaux et de tanins dans la partie aérienne d'Atriplex.

Conclusion

Conclusion

La médecine traditionnelle est la somme totale des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques et mentales.

Elle est basée essentiellement sur l'utilisation des plantes médicinales qui occupent une place importante dans cette approche. Jusqu'à Aujourd'hui, les plantes médicinales sont utilisées dans la médecine. La médecine moderne a pour objectif de développer les médicaments, parfois ces médicaments sont de base des plantes médicinales.

Dans le cadre de savoir l'intérêt pharmacologique de ces plantes médicinales et l'évaluation de leurs activités, nous avons choisi d'étudier une plante qui est *L'Atriplex halimus* .L.

L'Atriplex halimus .L est une espèce végétale de la famille de Chénopodiacée, elle sert de fourrage pour les animaux et elle présente des propriétés pharmacologiques pour son utilisation en médecine traditionnelle.

Dans notre travail, l'analyse phytochimique de l'extrait aqueux de la partie aérienne de *l'Atriplex halimus* .L a révélé la présence de ces composés chimiques : protéines tanins (catéchiques), saponosides et mucilage.

Enfin, il ressort du présent travail que *l'Atriplex halimus*.L. Est un produit effectivement intéressant et riche en possibilités thérapeutiques. Nos résultats sont remarquables car ils ouvrent dans le future des perspectives expérimentales. et permet d'avancer vers une meilleure connaissance du (des) mécanisme(s) moléculaire(s) intervenant dans les effets pharmacologiques de cette plante.

Références

Référence

A-

- Abbad A; Benchaabene A ; Cherkaoui M ; Wahid N et Elhadram A . (2004). (b) Variabilité phénotypique et génétique de trois populations naturelles d'Atriplex halimus. présenté par S.DECAMPH.Département de biologie, faculté des sciences semlalia ,Univ.Cadi-Ayyad ,Bp 2390 ,Marrakech ,Maroc .
- Abbade A., El Hadrami A., El Hadrami I., Benchaabane A., Seasonal chemical composition of leaves of three Atriplex halimus (Chenopodiaceae) natural populations grown in a common garden. Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol. 7, Issue: 2, 2004, pp.203-208
- Abdelly. C. (2006). Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins et traitement des deux salines. Rapport d'activité 2007. Centre de biotechnologie à la technologie de borj-cegria, Tunisie,PP 28-31.
- Aguilera.C A ; Augur.C ; Prado.B L .A ; Favela.T E ; et Aguilar.C. N, 2008. Microbial production of ellagic acid and biodégradation of ellagitannins. Appl Microbiol Biotechnol.78: 189-199.
- Aharonson Z ; Shani J ; Sulman F.G. (1969). "Hypoglycaemic effect of the salt bush (Atriplex halimus) - a feeding source of the sand rat (Psammomys obesus) ", Diabetologia, 5, 379-383.
- Aharonson Z ; Shani J ; Sulman F.G. (1969). "Hypoglycaemic effect of the salt bush (Atriplex halimus) - a feeding source of the sand rat (Psammomys obesus) ", Diabetologia, 5, 379-383.
- Aharonson Z., Shani (Mishkinsky) J., Sulman F.G., Hypoglycaemic effect of the salt bush (Atriplex halimus) - a feeding source of the Sand Rat (Psammomysobesus), Diabetologia, Vol. 5, Issue: 6, 1969, pp. 379-383.
- Ahmed M. El-Waziry 2007.Nutritive value assessment of ensiling or mixing Acacia and Atriplex using in vitro gas production technique, Res. J. Agric. Biol. Sci.Volume 3, Issue 6, Pages 605-614
- *Annals of Botany*, 95: (5), 827-834.
- Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, (2003). La Phytothérapie Se Soigner Par Les Plantes
- Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, (2003). La Phytothérapie Se Soigner Par Les Plantes Groupe Eyrolles, 2003, ISBN 2-7081-3531-7. Suisse. P : 25-30

-B-

- Badiaga. M, 2011 : Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de Nauclea Latifolia Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali, thèse de doctorat, université de Bamako.10 p.
- Barrow J.R et Osunda P. (2002). Phosphorus solubilization and uptake by dark septate fungi in fourwing saltbush. Atriplex canescens (pursh) Nutt . Journal of Arid Environments . 51 :449-459
- Bekhehi, C et Abdelouahid, D., 2014. Livre des huiles essentielles. Ben aknoun: office des publications universitaires (55p).
- Belenkii N., Sakharova E., Orach as a source of vitamin A. Klim-ReferatZhur; **1939**: 12: 40.

Référence

- Belkhiri F. (2009). Activité antimicrobienne et antioxydante des extraits du *Tymus communis* L. et *Carthamus caeruleus* L. Mémoire de Magister, Université de SETIF. P 26-27 47.
- Bellakhdar J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires .Ibis Press. p. 247.
- Belouad, A., (2001). *Plantes médicinales d'Algérie*, éd. office des Publications
- Ben Ahmed.h, Zid.E, EL Gazzah. M, et Gringnom.C.(1996) croissance et accumulation ionique chez l'Atriplexhalimus L. Cahiers (Agriculture) vol.5 décembre 2004 15(4) : 331-5
- Benhammou, N., Atik Bekkara, F., Kadifkova Panovska, T. (2009b). Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. C. R. Chimie, 12:1259–1266.
- Benrebiha,F.Z-1987 contribution à l'études la germination de quelque espèces • D'atriplexlocalesintroduites, .ThèseINGd'état. Univ. tlemcen:17,18, +carte.
- Berri R. (2009). Contribution a la détermination de la biomasse consommable d'une halophyte : *Atriplex*. Mémoire du Ingénieur Université Kasdi Merbah Ouargla. P 20-41.
- Bruneton.J, 1993. Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. La Voisier TEC et DOC, Paris. 2ème édition. P : 268-277.
- Bruneton.J, 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentation. 3ème Ed. Lavoisier. Paris, 199-388.
- Bruneton.J, 2009. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition. Lavoisier Tec et Doc., Paris, 1240 p.

-C-

- Castroviejo., 1990.- Castroviejo M., Inbar M., Gomez - Villar A., GarciaRuiz J M., 1990: Cambios en el cauce aguas abajo de una prsa de retention de sedimentos », I Reunion Nacional de Geomorfologia, Teruel : 457-468. 13. CASTRO, J. 1946:geografia da fome. Rio de Janeiro: Editora O Cruzeiro, 1946
- Castroviejo., 1990.- Castroviejo M., Inbar M., Gomez - Villar A., GarciaRuiz J M., 1990: Cambios en el cauce aguas abajo de una prsa de retention de sedimentos », I Reunion Nacional de Geomorfologia, Teruel : 457-468. 13.
- Chabrier J-Y. Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie [Internet] [Thèse d'exercice]. [Nancy]: Henri Poincaré; 2010 [cité 20 févr 2018]. lorraine.fr/public/SCDPHA_T_2010_CHABRIER_JEAN_YVES.pdf
- Charrié J-C, Hedayat K, Chastel B, Cieur-Tranquard C, Combe P, Damak M, et al. Notions de galénique. In: Lapraz J-C, éditeur. Plantes médicinales: phytothérapie clinique intégrative et médecine endobiogénique. Paris, France: Lavoisier Tec & Doc; 2017.
- Chema A. (2006). Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algériens. Ed. Labo. Sys., Univ. Ouargla, pp2-3
- 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.

Référence

- Clément R. P., 2005. Aux racines de la phytothérapie : entre tradition et modernité (1ère partie) À Législation. 4:171-5
- Collin.S and Crouzet.J, 2011.Polyphénols et procédés. En France par EMP. S.S.A., Paris, p 5.
- Cowan.M, 1999. Plant products as antimicrobial agents, Clin. Microbiol. Rev,12 : 564-582.

-D-

- Djerroumi, A et Nacef, M. 2004. 100 plantes médicinales d'Algérie. Palais du livre (23p).
- Dutuit P ; Pourrat Y ; Dodeman V.L. (1991). Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. Lamélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. AUPELPUREF. John Libbey Eurotext . Paris, pp. (6.5- ; 73.

-E-

- Edenharder.R and Grünhage.D, 2003. Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection again stmutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide orcumene hydroperoxide in Salmonella typhimurium TA102. Mutat. Res, 540 : 1–18
- Edzard E. the desktp guide to complémentary and alternative medicine, 2ème edition, grande-Bretagne, Ed. Mosby, 2001.
- Emam S.S., (2011). Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant, *Journal of Natural Products*, 4: 25-41.
- Emam S.S., Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant. *Journal of Natural Products*, Vol. 4, 2011, pp. 25-41.

-F-

- Franclet A ; LE Houérou N.H. (1971) . Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord, Doc. Tech. N° 7, FAO, rome, 249 p
- Franclet A. et Le Houérou H.N., 1971 -Les Atriplex en Afrique du nord. Edition FAO. Rome. 271p.
- Franclet et Le Houérou, 1971,- FRANCLET A., LE HoUÉroU N.H. (1971: Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord, Doc. Tech. N° 7, FAO, rome
- Franklet, A., LE Houerou, H.N., 1971 - Les Atriplexen Tunisie et en Afriquedu Nord. Rapport technique n°07.PNUDTTUN11F.A.O, Rome ; 250 p.
- From *Atriplex undulate*. *Natural Product Communications*, Vol.5, Issue: 11, 2010, pp.1841-1844.

-G-

- Ghourri .M. Zidane, L., Douira, A., (2013). Catalogue des plantes médicinales utilisées dans letraitement de la lithiase rénale dans la province de Tan-Tan (Maroc saharien). *International Journal of biological and chiminal science*, 7(4): 1688-1700.
- Grigoraş.C-G, 2012 .Valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformaton des fruits par extraction des composes bioactifs. Thèse doctorat Université Université Vasile Alecsandri de Bacău Disciplines : Chimie. Génie de l'Environnement.
- Groupe Eyrolles, 2003, ISBN 2-7081-3531-7. Suisse. P : 25-30

Référence

- Gruffat X. définitions de la phytothérapie [Internet]. 2007. Disponible sur : [http : //www. Creapharma. Ch/ phytothérapie. Htm](http://www.Creapharma.Ch/phytothérapie.Htm).
- Guignard.J.L, 2001 .In Botanique systématique moléculaire. 12ème Edition Masson (Paris). 304

-H-

- Hamza, 2001.- -Hamza.L.2001 contribution a une etude des ecotypes d'atriplex halimus L. de la zone de Mostaganem et leurs potentielités de developpement en culture in vitro these de magister spéciatite eco-biologie
- Havsteen.B.H, 2002. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacol. Therapeutics, 96, 67-202.
- Heller.W; Forkmann.G, 1993. Biosynthesis of flavonoids. Chapman and Hall, London: 499- 535.
- Hennebelle.T; Sahpaz, S; Bailleul.F, 2004. Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. Phytothérapie, 1: 3-6.
- Hennebelle.T; Sahpaz.S; Bailleul.F, 2004. Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. Phytothérapie, 1: 3-6.
- Hopkins.W.G, 2003. Physiologie végétale. Traduction de la 2e édition, par Serge Rambour Révision scientifique de Charles-Marie Evrard, Américain p 267-283.
- Houérou, H. N., (1992). The role of saltbushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. *Agroforestry Systems*, 18(2):107–148.

-J-

- Jean Raynaud. Prescription et conseil en AROMATHERAPIE. Edition Technique et Documentation (2006).
- Jenis J., Burasheva G.S., Aisa H.A., Hang B.A., Abilov Z.A., Volatile Constituents from *Atriplex tatarica*, *Natural Product Research and Development*, 2010, Vol. 22, Issue: 6, pp. 1040-1044.
- Judd W.S; Campbell C.S; Kellogg E.A. et Stevens P. (2002). Botanique Systématique: une perspective phylogénétique; Ed 1: DEBOECK; p: 84-336.

-K-

- Kansole.M, 2009. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposita* vahl et *Orthosiphon pallidus* royle ex benth. Mémoire pour obtenir un diplôme Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso.
- Karaali.A; Boyacioğlu.D; Günez.G et Özçelik.B, 2004. Flavonoids in fruit and vegetables their impact on food quality, nutrition and health–STREP or CA. European commission's the 6th framework programme for research. Istanbul technical university. Turkey
- Kim YH, Kim GH, Shin JH, Kim KS, Lim JS. Effet du ginseng rouge de Corée sur les lésions du tissu testiculaire après torsion et détorsion. *Korean J Urol*. 2010;51:794–799. doi: 10.4111/kju.2010.51.11.794.
- Krief.S, 2003. Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes*)

Référence

schweinfurthii) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de Doctorat Ecologie et Chimie des Substances Naturelles. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 343p

-L-

- Lafargue D., Doublier J.-L., Buleon A., Pontoire B., Lourdin D. Molecular weight influence on the physical properties of modified starch films, *Biomacromolecules* 8, p.3950-3958, 2007.
- Laurant-Berthoud C, Mollet C, Quémoun A-C, Carillon A. La notion de totum de la plante. In: *Du bon usage des plantes médicinales: 57 plantes et leur meilleure forme galénique*. Saint-Julien-en-Genevois, Suisse: Editions Jouvence, DL 2016; 2016.
- Le Houérou H.N. (1980). Background and justification in H.N.Le Houérou(ed). *Browse in Africa .The current state of knowledge .International livestock .center for Africa ,Addis Abeba (Ethiopia) :491 .*
- Le salinier. (1999). Dossier environnement. *Le magazine du personnel de salin N° 83aout99*
- Leclerc H. *Traité de phytothérapie- thérapeutique par les plantes ; Ed. Masson, 1999.*
- Ling.W.H; Jones.P.J.H, 1995. Dietary phytosterols of metabolism benefits and side effects. *Review life science*, 57: 195-206
- Lugasi.A ; Hovari.J ; Sagi.K.V et Biro.L, 2003. The role of antioxidant phytonutriments in the prevention of diseases. *Acta. Biologica Szegedensis*. 1 (4): 119-125.
- Lutts S, Lufervre I , Delpere C, Kivits S, Dechamps C, Robledo A , Correal E ., (2004) . Heavy metal accumulation by the halophyte species Mediterranean saltbush. *J. Environ. Qual.* 33P.

-M-

- M.M. El-Adawy, A.Z.M. Salem, B.E. Borhami, H.M. Gado, M.S. Khalil, A. Abo-Zeid, 9th World Rabbit Congress, Nutrition and Digestive Physiology, Verona – Italy, June 10, 2008, p. 643.
- Maalem, S. (2002) Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A.canescens* A., *halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'engraissement
- Mahmoudi, Y., 1992. *La thérapeutique par les plantes : Ed Palais du livre .Blida (128p)*
- Maire.R., 1962 *cartes phyto geologique de l'Algérie et de la tunisie*. Baconnier Alger 78p
- Makkar H.P.S; Siddhuraju P et Becker K. (2007) . *Plant Secondary Metabolites, Methods in Molecular Biology* 393; Ed: HUMANA PRESS; p: 67-111.
- Mamadou.B, 2011. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. *Other. Université Blaise Pascal - Clermont Ferrand II, France.*
- Martinez et al, 2003. -Martinez J.P., Ledent j.F, Bajji M, Kinet j.M., Lutts S. (2003) : "Effect of water stress on growth, Na⁺ and K⁺ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus* L.", *Plant growth Regul.*, 41, 63-73.

Référence

- Martinez JP., Bajji M., Kinet JM et Lutts S, (2003) . Effet of water stress on growth, Na⁺ and K⁺ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus* L . Plant Growth Regulation 41, 63-73.
- McKell C.M., Salinity in *Atriplex* species: fodder shrubs of arids lands. In: Handbook of plant and crop physiology. Ed. Pessaraki M. and Marcel Dekker, 1994.
 - *Méridionales*. Edition du centre national de la recherche scientifique, Tom1, Paris, 286-288.
- Middleton.E; Kandaswami.C; Theoharides.T.C, 2000. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. Pharmacol. Rev., 52(4), 673-751.
- Mohammedi.Z, 2011. Etude du pouvoir Antimicrobien et Antioxydant des Huile Essentielles et flavanoides de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de Magister Université de Tlemcen. p 18-24-25-49-50.
- Moon.J-K ; Shibamoto.T, 2009. Antioxidant assays for plant and food components. J. Agric. Food Chem., 57(5): 1655-1666.
- Morceau. B., Maitre de conférences de pharmacognosie à la Faculté de pharmacie de Nancy. Travaux dirigés et travaux pratiques de pharmacognosie de 3^{ème} année de doctorat de pharmacie, 2003.
- Mouffok.S, 2011. Etude des métabolites secondaires de *Centaurea pubescens* ssp. *omphalotricha*(Asteraceae) Mémoire de Magister Université de Batna. p 125-134.
- Mulas M et Mulas G. (2004). Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la desertification –Short and Medium – Term Priority Environmental .Action Programme (SMAP) .PP 38-46.
- Muniz.MN, 2006. Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±) camptothécine. These de Doctorat en Chimie. Université Joseph Fourier, Grenoble, 181p

-N-

- Nedjimi (2012) - -Nedjimi B., Beladel B., Guit B. (2012) : “Biodiversity of halophytic vegetation in Chott zehrez lake of Djelfa (Algeria)”, American j. Plant Sci., 3, 1513-1660.
- Niekerk W.A; Sparks C.F; Rethman N.F.G et Coertze R.J. (2004). Mineral composition of certain *Atriplex* species and *Cassia sturtii* . South African Journal of Animal Science. 34 (Supplement 1) : 105-107

-O-

- Ortiz-dorda, J., Martínez-mora, C., Correal, E., Simón, B., Cenis, J. L.,

-P-

- Paolini.V; Dorchie.Ph; Hoste.H, 2003. Effet des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre.Alter. Agri., 17-19.

-Q-

- Quezel et Santa (1962) - Quezel, P.etSantana, S.1962 - Nouvelleflorede l'Algérieetdesrégions désertiquesmériodionale. EditionsCNRS.Paris. pp. 286-290.

Référence

- Quezel et Santa ,1962 : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome 1 et 2, CNRS, 1962-1963, p 1170 -3989.
- Quezel P&S.Santa, 1962.-Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C. N. R. S., Paris, 116.
- Quezel, P., Santa, S., (1962). *Nouvelle flore de l'Algérie, et des régions désertique.*

-R-

- Raven.PH; Evert.RF; Eichhorn.SE; Bouharmont.J, 2003. Biologie végétale, Traduction de la 7e édition américaine par J.
- Rodriguez S.A., Murray A.P., Antioxidant activity and chemical composition of essential oil
- Roux D., Les nouvelles plantes qui soignent. Ed. S.a.m., 2005, pp. 31.

-S-

- Said O; Khalil K; Fulder S ET Azaizeh H. (2002). Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region . Journal of Ethnopharmacology, 83 ,251_265 .
- Samira Belhadj Tahar, Mahfoud Hadj-Mahammed, Adré Pichette, Vakhtang Mshvildadze,Mohamed Yousfi . Study of the Enzymatic and Anti-Inflammatory Activities of Phenolic Extracts of *Atriplex halimus* L. and *Haloxylon scoparium* Pomel; Der Pharma Chemica, 2017, 9(1):40-45
- Scalbert.A; Morand.C; Manach.C; Remesy.C, 2002. Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. Biomed. Pharmacother., 56(6), 276-282.
- Scalbert.A; Williamson.G, 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphénols. Journal of Nutrition. (130): 2073S-2085S.
- Schawenberg P. et Paris F. (1977) : Guide des plantes médicinales. Delachaux et• Niestlé
- Shani J., Ahronson Z., Sulman F.G., Mertz W., Frenkel G., Kraicer P.F., Insulin-potentiating effect of saltbush (*Atriplex halimus*) ashes. *Israel Journal of Medical Sciences*, Vol. 8, Issue: 6, 1972, pp.757-758.
- Spencer.J.P; Abd-el-Mohsen.M.M; Rice-Evans.C, 2004. Cellular uptake and metabolism of flavonoids and their metabolites: implications for their bioactivity. Arch. Biochem. Biophys., 423, 148-166.

-T-

- Talamali et al . ,2003)Talamli A., Bajji M., Le Thomas A., Kinet J- M. and Dutuit P., 2003- Flower architecture and sex determination: how does *Atriplexhalimus* play with floral morphogenesis and sex genes? *New Physiologist*157, pp105-113
- Talamali et al, 2001, Talamli, A., Dutuit P., Le Thomas A. and Gorenflot R., 2001- Polygamie chez *Atriplexhalimus* L. (Chenopodiaceae). C.R. Acad. Sci. PARIS, Sciences de la Vie324, pp107-113
- Tsimogiannins.D.I; Oreopoulou.V, 2006. The contribution of flavonoid C-ring on DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'-hydroxy substituted members. *Innovat Food Sci Emerg Tech*, 7: 140-146.

Référence

- Tu.Y.C; Lian.T.W; Yen.J.H; Chen.Z.T; Wu.M.J, 2007. Antiatherogenic effects of kaempferol and rhamnocitrin. J. Agric. Food Chem., 55(24), 9969-9976. Universitaires, Alger, 284 p.

-V-

- Vidal-Tessier A.-M., maître de conférences en Pharmacognosie, Université Paris V. La lettre phytothérapique du Pharmacien – La galénique en Phytothérapie à l’officine, supplément au n°4. Revue critique sur les formes phytothérapiques, en particulier celles destinées aux préparations magistrales, p.8, février-mars 1988.

-W-

- Walkers et al, 2014; Walker et Lutts, 2014. - Walker D.J. et Lutts S., 2014- The tolerance of *Atriplex halimus* L. to environmental stresses. Emir. J. Food Agric. 26 (12): 1081-1090.
- Wenzel.U; Kunlz.S; Brendel.M. D; Daniel.H, 2000. Dietary flavone is a potent apoptosis inducer in human colon carcinoma cells. Cancer Res., 60(14), 3823-3831.

-Y-

- Yaniv, Z., Dafni, A., Friedman, J., Palevitch, D. 1987. Plants used for the treatment of diabetes in Israel. J. ethnopharmacol, 19 (2): 145-151.
- Yusuf.Y, 2006. Trends Food Sci. Tech. p17, 64-71
- 2005. Genetic Structure of *Atriplex halimus* Populations in the Mediterranean Basin.

Site web:

- (<https://www.pinterest.fr/>)
- (<https://www.jardindupicvert.com/>)
- (<https://www.alsagarden.com/>).