

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTER DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université du Dr Moulay Taher Saïda
FACULTÈ DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE



Mémoire de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème

Les effets combinés du NaCl et l'acide salicylique sur le pouvoir germinatif de quelque plantes médicinales

Présenté par :

ziani abderrazzak

Devant le jury :

Président : Dr. AMARA Sabrne .
Examineur : Dr HENNI Mustapha .
Promoteur ; Dr HASSANI MAYA

MAITRE DE CONFERENCE A
MAITRE DE CONFERENCE B
MAITRE DE CONFERENCE B

UNIVERSITE DE SAIDA
UNIVERSITE DE SAIDA
UNIVERSITE DE SAIDA

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

*T*out d'abord nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce travail.

. Je remercie ma promotrice, le Dr Hassani, de m'avoir fait l'honneur de m'encadrer, notamment pour ses précieux conseils et orientations.

*N*os sincères remerciements vont à Monsieur le président de jury ///. A qui a bien voulu présider le jury. Egalement à Monsieur l'examineur pour avoir bien voulu juger ce modeste travail.

*M*erci Messieurs d'avoir accepté qu'on soumette ce présent travail à votre appréciable jugement.

DEDICACE

Je dédie ce travail

A tous ceux qui m'ont appris une lettre dans ce monde mortel.

A l'âme pure et pure de mon père.

A l'âme de ma chère maman chérie

À toute la famille généreuse qui m'a soutenu et qui est toujours frères et sœurs.

A mes amis et à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser cette thèse.

Résumé

La salinité est l'un des problèmes abiotique les plus importants qui nuisent au développement et à la rentabilité des plantes. L'effet de la salinité sur les plantes entraîne des modifications sur un plan morphologique, physiologique, biochimique et moléculaire. Cet effet est très différent soit en phase de la germination ou à celle du développement. Les plantes aromatique et médicinales constituent aujourd'hui une alternative très importante pour la création de la richesse et de la valeur ajoutée en Algérie avec tous les bénéfices qu'elles peuvent apporter, quelle que soit la forme d'utilisation. Sous les conditions de la salinité la physiologie des plantes est perturbée. Face à ce problème, l'utilisation de l'acide salicylique pour améliorer la croissance et augmenter la tolérance des plantes à la salinité au stade de germination a été établie en référence à des nombreux travaux.

Abstract

Salinity is one of the most important abiotic problems affecting the development and profitability of plants. The effect of salinity on plants results in morphological, physiological, biochemical and molecular changes. This effect is very different either in the germination phase or in that of development. Aromatic and medicinal plants today constitute a very important alternative for the creation of wealth and added value in Algeria with all the benefits they can bring, whatever the form of use. Under conditions of salinity the physiology of plants is disturbed. Faced with this problem, the use of salicylic acid to improve growth and increase the tolerance of plants to salinity at the germination stage has been established with reference to numerous works.

الملخص

تعتبر الملوحة من اهم المشاكل اللاحيائية التي تؤثر على النمو و ربحية النباتات. ينتج عن تأثير الملوحة على النباتات تغيرات شكلية وفيزيولوجية و كيميائية حيوية و جزيئية. هذا التأثير مختلف جدا سواء في مرحلة الانبات او في مرحلة التطور. تشكل النباتات العطرية و الطيبة اليوم بديلا مهما جدا لتكوين الثروة والقيمة المضافة في الجزائر مع كل الفوائد التي يمكن ان تجلبها، مهما كان شكل الاستخدام في ظل ظروف الملوحة ، تنزعج فيسيولوجية النباتات. لمواجهة هذه المشكلة، تم استخدام حمض الساليسيليك لتحسين نمو وزيادة تحمل النباتات للملوحة في مرحلة الانبات مع الاشارة الى العديد من الاعمال.

Liste des Abréviation

% : pourcent

ABA : Acideabscissique

ATP : AdénineTri phosphate

Ca²⁺ : calcium

CCC : cation- chloride-cotransporter

CaCl₂ : Chlorure de calcium

Cl⁻ : chlore

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

g: gramme

H : hydrogène

HEs : les huiles essentiels

H₂O₂ : eau

K⁺ : potassium

L : litre

Mg : Magnésium

Mhe : Million d'hectares

mM : millimètre

mmol / l : Millimole par litre

Na⁺ : Sodium

Na₂ : Disodium

NaCl : chlorure de sodium

O₂ : oxygène

OH : Hydroxyde

PAM : Les plantes aromatiques et médicinales

SO₄ :sulfate

SOS :Salt Overly sensitive

TAB : tableaux

ZIP : les zones importantes pour les plantes

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Répartition de précipitation des sols salins dans le nord deL'Algérie	07
2	schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes à inclure ou à exclure	13
3	Principales cibles cellulaires de la réponse des plantes au stress salin	14
4	Les plantes aromatiques et médicinales les plus utilisée au quotidien	30
5	La répartition géographique des ZIP	31

Liste des tableaux

TAB	Titre	Page
1	Superficie affectées par la salinité dans le monde	06
2	Les 12 principes pays exportateurs de PAM en volume et en valeurs moyenne entre deux périodes de 1999-2003 et de 2004-2008.	29
3	Les zones importantes pour les plantes en Algérie	31

Table des matières

REMERCIEMENT

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 01

CHAPITRE I : Lasalinité

1- Introduction.....	05
2- Stress salin.....	05
3- La salinité.....	05
4- La répartition de la salinité dans le monde et en Algérie.....	06
4-1- Dans le monde.....	06
4-2- En Algérie.....	06
5- Origines et causes de la salinité de sols.....	07
5-1- Origine primaire.....	07
5-2- Origine secondaire.....	08
6- Effet de la salinité sur les plantes.....	08
6-1- Sur la croissance et le développement.....	09
6-2- Sur la germination et la levée.....	09
6-3- Sur les pigments photosynthétiques.....	10
6-4- Sur le taux des ions.....	10
6-5- Sur l'anatomie de la feuille.....	11
7- Stratégies d'adaptation et mécanismes de tolérance au stress salin.....	11
7-1- Homéostasie ionique.....	11
7-1-1- La compartimentation vacuolaire.....	11
7-1-2- Exclusion et inclusion des ions.....	12
7-1-3- Ajustement ionique.....	12

7-2- Stratégie osmotique	14
7-2-1- La proline.....	14
7-2-2- Les sucre	15
7-3- Les anti-oxydants et protéine de détoxication.....	15
7-4- Induction des hormones.....	16

Chapitre II : Les plantes aromatiques et médicinales

1- Introduction.....	18
2- Historique des PAMs	18
3- Définition	20
3-1- les plantes aromatiques.....	20
3-2- les plantes médicinales	20
4- Domaine d'application.....	21
5- Les éléments actifs des PAMs.....	21
6- Modes d'action des plantes médicinales	23
6-1- Activité anti-oxydante	23
6-2- Activité antibactérienne.....	23
6-3- Activité antifongique.....	25
6-4- Activité antiviral.....	25
6-5- Activité insecticide.....	25
7- Méthodes de prise des plantes aromatiques et médicinale.....	26
8- Production des plantes aromatiques et médicinales	28
8-1- Dans le monde	28
8-2- En Algérie.....	29
9- Collecte conservation et stockage des plantes aromatiques et médicinales.....	32
9-1- collection des plantes aromatiques et médicinale.....	32
10- préparer des plantes aromatiques et médicinales	32
11- Le séchage des plantes aromatiques et médicinales.....	33
12- Conservation et stockage des plantes aromatiques et médicinales.....	34

Chapitre III : synthèse

Synthèse des travaux sur l'effet de NaCl et de l'acide salicylique sur la germination des grains

1- Action de l'acide salicylique sur la germination des graines	37
2- Sur le compartiment des graines des Gombo.....	38
3- Sur les composantes du rendement et la résistance biotique et abiotique.....	38
4- Sur la tomate cultivée	39

5- Sur la germination et la croissance de quelque variété d'Haricot	40
6- Sur quelque paramètre de certaines plantes médicinales et aromatiques	40
Conclusion générale	44
Références bibliographiques	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Les végétaux sont soumis à un grand nombre de contraintes environnementales de nature biotique et abiotique qui vont influencer leur croissance et leur développement (**Marouf et Raynaud, 2007**). Les perturbations d'ordre physiologique, morphologique, biochimique, moléculaire et hormonales sont imputable aux divers stress abiotique (**Arous et al., 2002**). Toutefois certaines végétaux disposent d'un potentiel génétique pour la tolérance vis-à-vis des stress environnementaux (**Diallo et al., 2013**).

Les régions arides et semi-aride sont caractérisées par la présence de la salinité. Cette contrainte constitue un facteur limitant de la productivité et du développement agricole (**Ashraf et Harris, 2004**). En effet, sur 1.5 milliard d'hectares de terre cultivée dans le monde, environ 77 million d'hectares (5%) sont affectés par la teneur excessive en sel (**Sheng et al., 2008**). L'Algérie est parmi les pays menacés par ce problème, avec 3,2 million d'hectares affectés par la salinité (**Belkhodja et Bidai, 2004**).

Dans les sols salés, certaines espèces végétales sensibles, d'autres par contre, se manifestent des mécanismes d'adaptation exprimés par des modifications dans l'activité physiologique et biochimique (**Wang et al., 2003**). Dans ce cas, la tolérance d'une plante à la salinité se définit par son aptitude à se développer normalement en conditions salines. Le degré de tolérance dépend du niveau d'agressivité saline mais aussi de la plante elle-même et de son stade physiologique actuel.

En général, les plantes sont plus sensibles aux stades de germination et d'émergence qu'aux stades de maturité. Elles se différencient par leur capacité à maintenir des conditions favorables à leur fonctionnement physiologique en présence de fortes concentrations ioniques dans la solution du sol. Dans ces conditions, elles peuvent développer plusieurs types de stratégie en vue de maintenir leur équilibre fonctionnel: par exclusion et compartimentation, par hydratation osmotique et par régulation ionique (**Ashraf et al., 2004**).

Le monde végétal offre à la vie humaine des matières premières abondantes et variées, dont les ressources sont loin d'être complètement exploitées. Les plantes aromatiques et médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques.

Les conditions édapho-climatiques exercent une part importante sur la répartition des plantes aromatiques et médicinales. C'est en fait un ensemble de plusieurs facteurs qui permettent un développement plus ou moins poussé de la plante jeune.

L'Algérie, dont une grande partie des régions se caractérise par un climat semi-aride, est touchée par la salinité. Par conséquent, la croissance et le rendement de nombreuses espèces végétales sont affectés par cette contrainte abiotique.

En effet, les dégâts causés par la salinité se manifestent par des modifications morphologique, physiologique et biochimiques de la plante (**Levigneron et al., 1995**).

La germination des graines est une des phases critiques au cours de la vie de la plante (**Pearen et al., 1997**). En effet, la salinité réduit généralement la germination aussi bien chez les glycophytes; que les halophytes (**Debez et al., 2001**). Le mécanisme de la salinité sur la germination semble être double, d'une part l'accroissement de tension osmotique dû à la présence du sel gêne l'alimentation hydrique de la graine et vient donc augmenter les risques inhérents à la sécheresse, (**Khajeh-Hosseini et al., 2003**), d'autre part les ions peuvent avoir, des effets spécifiques sur le métabolisme du végétal qui se trouve ainsi perturbé (**Duan et al., 2004**)

Dans ce contexte, la sélection des variétés et des génotypes tolérants aux sels, capables de minimiser les effets dépressifs de la salinité sur les rendements, permettrait certainement d'essayer la culture des plantes aromatiques et médicinales dans des zones touchées par la salinité.

En raison de manque d'études sur des effets de la salinité sur la germination des plantes aromatiques et médicinales en Algérie et dans un optique d'anticipation de ces effets, notre investigation est basée essentiellement sur une recherche bibliographique de deux chapitres. Le premier chapitre comporte la synthèse bibliographique sur la salinité et le comportement éco-physiologique des plantes. Le deuxième chapitre regroupe généralité sur les plantes médicinales et aromatiques et le dernier chapitre est consacré sur l'effet de salinité sur quelque espèce des plantes médicinales.

CHAPITRE I

LA SALINITE

I-1 Introduction

En Algérie, des milliers d'hectares de terres agricoles ont été affectés par la salinité et sont devenus défavorables à la croissance des plantes. Selon **Duchauffour (1983)**, le développement de ce sol salin est affecté par les ions sodium qui se présentent sous la forme d'un sel soluble dans une solution de sol, (**NaCl, Na₂SO₄**) où sous une forme interchangeable attachée au complexe absorbant. Les sels sont identifiés comme un problème depuis des milliers d'années, en particulier dans les régions arides et semi-arides où il n'y a pas assez de pluie pour filtrer les sels de la zone racinaire (**Miller et Donohue, 1995**).

I-2 Le stress salin

Le terme stress salin s'applique principalement aux ions en excès, mais ne s'applique pas exclusivement pour les ions Na⁺ et Cl⁻ dans les racines et dans (**Paris à et Das.,2005**). Le stress salin entraîne un stress osmotique et stress ionique (**Flowers, 2004**). Selon (**Baiz, 2000**), le stress salin est défini comme l'existence de la concentration excessive de sels dissous dans le sol ou l'eau d'irrigation. Le stress salin peut affecter directement ou indirectement l'état physiologique des plantes en modifiant le métabolisme, la croissance et le développement des plantes (**Garg et al., 2002**).

I-3 la salinité

Plusieurs auteurs peut être défini la salinité des sols comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en Na, Ca, Mg sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (**Asloum, 1990**).

La salinisation des sols est généralement associée aux apports de sels dissous, issus de l'hydrolyse du substrat édaphique constitué de roches endogènes ou exogènes (salinisation primaire) ou des activités éoliennes et hydriques: embruns marins, eau d'irrigation et nappe phréatique subaffleurant et salée (salinisation secondaire) (**Dièye, 1994**).

Du point de vue agricole, un sol salin (saline soil) est défini comme un sol qui renferme assez de sels en solution, pour voir sa productivité diminuer (**Richards, 1954**). La salinité des sols et des eaux, constitue un obstacle majeur sur la croissance des végétaux, dans les régions arides et semi-arides.

I-4 La répartition de la salinité dans le monde et en Algérie

I-4-1 Dans le monde

La salinité du sol se trouve dans la plupart des grands systèmes d'irrigation du monde entier sous l'influence combinée d'une eau d'irrigation de mauvaise qualité, de la sécheresse, d'un faible drainage du sol et des réservoirs d'eau souterraine (**Marlet et al., 2005**).

La zone affectée par la salinité à environ 930 million d'hectares ou 6,5 de la superficie des terres. Les continents sont affectés de différentes manières. Les sols salins se trouvent principalement dans les régions arides, et leur pourcentage est élevé dans les régions voisines (Egypte et Tunisie), au Moyen-Orient (Iran, Pakistan et Bangladesh) et en Asie centrale (Ouzbékistan), dans le nord de la Chine et Argentine (**Marlet et Job, 2006**).

Tableau 01 : Superficie affectées par la salinité dans le monde (**Fao, 2008**).

Région	Superficie (Mhe)	Région	Superficie (Mhe)
Europe	50,8	Asie du Sud	87,6
Amérique du sud	129,2	Asie Centrale et du Nord	211,7
Afrique	80,5	Asie du sud- Est	20
Amérique du Nord	15,7	Mexique et Amérique Centrale	02
Australie	357,5		
Totale	954,8		321,3

I-4-2 En Algérie

En Algérie, les sols salin sont estimés à 1,5 million d'hectares aujourd'hui (**Madre, 2004**) dont 49 milles de distance est dans le sud pays. Selon Douaoui et Hartani(2007) 20%des sols irrigués en Algérie sont concernés par le problème de salinité. Les sols salins sont répandus dans les basses terres d'Uranie, en la vallée de la Mina, près de la province de Relizane, dans les hautes plaines du sud de Sétif, Constantine et en les bords de certains des chotts comme le chott Melghir. Ils ont également une extension importante dans zones désertiques au sud Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et au-delà (**Duran, 1983**).

Selon **Halitim(1988)**, dans les régions arides, le sol représente environ 25 de zone désignée. Soit 3,2 millions d'hectares (**Hamdi, 1999**).D'après des études spécialisées

réalisées par l'INSID pour le Bas Chélif (40 000 hectares) et la Mina (plus de 5000 hectares). En 1997, environ 11000 hectares (soit 27% de la surface étudiée) sont affectés par degré de salinité de plus de 8ds.m-1.

La classification bioclimatique d'Emberger et sauvage a été largement adoptée en régions méditerranéennes. Cinq étages du bioclimat méditerranéen ont été définis pour l'Algérie : Saharien, aride, semi-aride, subhumide et humide (**Figure 1**).

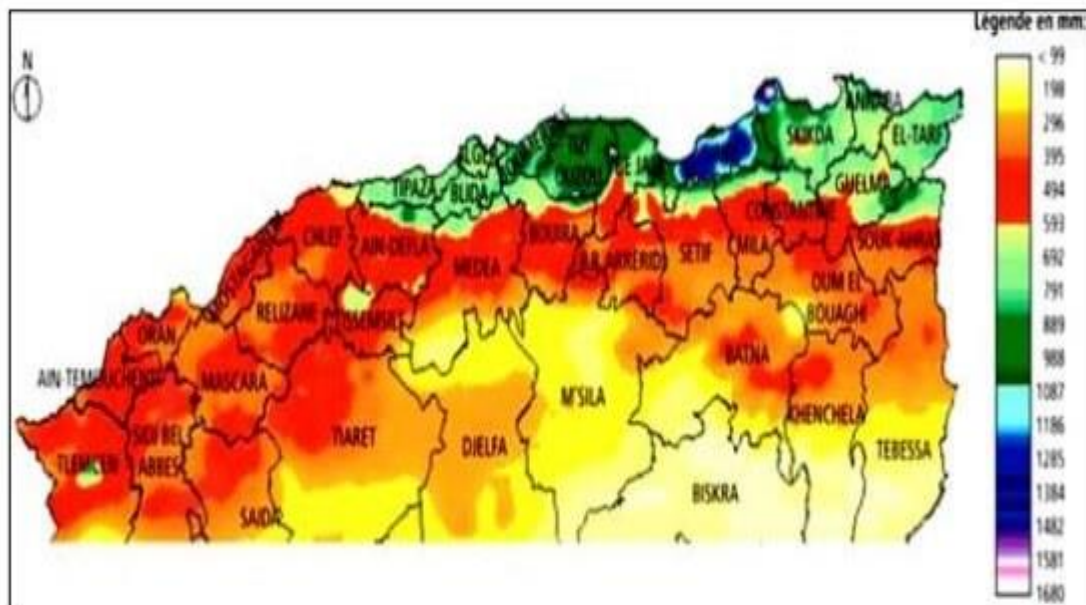


Figure 1 : Répartition de précipitation des sols salin dans le nord de L'Algérie (**Fao, 2005**).

I.5 Origines et causes de la salinité des sols

L'origine de la salinité du sol peut être résumée dans deux directions, le premier est la salinité primaire, l'origine de la nature, en raison de la proximité de la mer, ou de présence de sédiments géologique salins celle-ci, parfois courante, c'est la salinisation primaire. D'autre part, la salinité secondaire et due aux processus de salinisation associés aux activités, d'une irrigation artificielle en particulier à une irrigation mal réalisée dans certaines zones agricoles (**Le Houerou, 1986; Franchis et Ibanez., 2003**).

I.5.1 Origine primaire

La salinité naturelle ou primaire lorsque les sels minéraux sont l'origine de cette salinité provient des eaux souterraines salines ou fondation de roche salée modifiée, et ce changement est préféré facteurs physico-chimiques (vent, gel, fonte et souvent pluies acides, chargés H_2CH_3) (**Duchauffour et al., 1979**).

La plupart des sols salins se sont développés suite aux processus géologiques, hydrologiques et pédologiques naturels (**Wanjogu et al., 2001**).

Près de 80% des terres salées sont d'origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de (primaire). Dans ce cas, cela est dû à la formation de sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire(**Mermoud, 2006**).

I.5.2 Origine secondaire

Près de 20% des terres salines sont d'origine humaine au anthropique et sont qualifiées de secondaire principalement due à l'irrigation des terres avec l'eau de mauvaise qualité (eau salée), filtrage insuffisant et mauvais drainage (**Le goupil, 1974**).

Cette salinisation est due à un mauvais comportement irrigation. En fait, l'eau peut être chargée de sels qui s'accumulent dans le sol. Une fertilisation chimique excessive contribue également à l'accumulation de sels dans rhizosphère (**Mashali et al., 2005**).

La présence de fortes doses de sels dans le sol, en particulier avec un drainage faible c'est un grand danger pour l'agriculture car il conduit généralement à dégradation du sol, diminution de la fertilité et de la toxicité aux végétaux (**Omani., 2005**).

I.6 Effet de la salinité sur les plantes

Les effets de la salinité sur les plantes sont complexes (**Pang et al., 2007**). Généralement un taux élevé de l'ion Na et l'ion Cl provoque un stress salin. Le stress salin a un triple effet :

- Réduit le potentiel hydrique.
- Provoque un déséquilibre ou des perturbations ioniques en équilibre ionique.
- Provoque une toxicité ionique.

Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et limitation de la productivité végétale. Il comprend à la fois le stress osmotique qu'ionique (**Hayashi et Murata, 1998 in Parida et Das, 2005**).

La salinité a un rôle important dans la présence et la distribution des plantes; il a une différence qui le distingue des plantes halophytes qui poussent mieux dans les sols riches en sel (**Abdelkader et Salak, 2002**).

Les plantes glycophytes subissent des changements de comportement physiologique, biochimique, hormonale, moléculaire et minéralogique selon le degré de salinité du milieu (**Shabale et al., 2005 ; Martinez et al., 2007**).

I.6.1 Effet de la salinité sur la croissance et le développement

Beaucoup d'autres montrent que le stress salin entraîne des modifications mais c'est le poids de la matière sèche végétale et la longueur de tige qui expliquent la tolérance ou la sensibilité des plantes au sel (**Bekkouche, 1992**).

La croissance des plantes est contrôlée par la division et l'expansion cellulaire. Sous pression saline, la plante augmente sa pression osmotique dans l'environnement cellulaire, qui empêche l'absorption de l'eau du système racinaire (**R'himet et al., 2003**). Cependant, le chlorure de sodium peut augmenter la croissance et le développement des plantes à certaines doses, le sel peut nuire et endommager la croissance et le développement des plantes dû à la modification du potentiel osmotique et de la toxicité ionique dans les cellules (**Rubio et al., 2008**).

Pendant l'initiation et le développement de la pression saline dans l'usine, tous les processus majeurs tels que la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétique sont affectés. La première réponse est de réduire la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivie de l'arrêt de l'expansion avec une pression plus élevée (**Parida et Das, 2005**).

I.6.2 Effet de la salinité sur la germination et la levée

La germination des plantes, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique. Il a été démontré que la salinité inhibe la germination par son effet osmotique (**Janil et al., 2006; Karmous, 2007**).

Selon **Maillard (2001)**, et **Abdelly (2006)**, la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée dont l'effet nocif est de nature osmotique ou bien toxique. Selon **Karmous (2007)**, elle agit également sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus les semences aux risques. Il a été démontré que la salinité inhibe la germination par son effet osmotique où elle affecte (**Hsiao et al., 1976**) tous

les processus de germination suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible à cette dernière pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon (**Maas et Poss, 1989**).

Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination.

Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (**Rejilietal., 2006**). La réduction du potentiel osmotique de la solution du sol empêche l'inhibition de la graine suite une diminution des activités enzymatiques et une forte absorption de Na^+ par rapport à K^+ qui conduit à une toxicité embryonnaire et retard dans les processus métaboliques.

I.5.3 Effet de la salinité sur les pigments photosynthétiques

Un environnement stressant qui affecte la croissance, affecter évidemment la photosynthèse, nombreux auteurs montrent que la photosynthèse est stabilisée en salinité et cela se retire dans diverses espèces végétales (**Taiz et Zeiger, 2002**).

Les niveaux de chlorophylle et de caroténoïde dans les feuilles diminuent généralement condition de stress salin. Les vieilles feuilles commencent à se développer chlorose et éventuellement chute pendant une période prolongée de stress salin (**Agastianetal. 2000**).

I.6.4 Effet de la salinité sur le taux des ions

La toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions. L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmiques. L'accumulation des ions Na^+ affecte l'absorption de K^+ et ceci en fonction de concentration du premier élément, cependant, la présence de Na^+ en faible concentration peut augmenter l'absorption de K^+ , tandis qu'une concentration élevée en Na^+ diminue l'absorption de K^+ chez le riz (**Levitt, 1980 in Haouala et al., 2007**) et à sucre (**Nimbalkar, Joshi, 1975 in Haouala et al., 2007**). Cette absorption peut même s'arrêter complètement chez le Haricot (**Hamza, 1977 in Haouala et al., 2007**) et le laurier rose (**Hajji, 1980 in Haouala et al., 2007**) cultivé en présence de chlorure de sodium à 12g/l. La salinité fait augmenter le

contenue de Na^+ , Ca^{2+} et Cl^- chez *Vicia faba* et le rapport K^+/Na^+ diminue (**GadAllah, 1999** in **Haouala et al., 2007**).

I.6.5 Effet de la salinité sur l'anatomie de feuille

La salinité cause une modification de l'épaisseur épidermique, l'épaisseur du mésophylles, la longueur et le diamètre des cellules palissadiques. C'est ce qui a été observé sur les feuilles de l'haricot, du coton et de l'atriplex soumis au stress salin (**longstreth et Nobel, 1979** in **Parida et Das, 2005**). La salinité réduit aussi l'espace intracellulaire dans les feuilles (**Delphine et al., 1998** in **Parida et Das, 2005**). La réaction de la plante à la salinité se fait initialement au niveau des racines qui synthétisent une hormone appelée acide abscissique (ABA), qu'elles véhiculent vers les parties aériennes où se déclenche le mécanisme de fermeture aux stomates (**Schroeder et al., 2001**).

I.7 Stratégies d'adaptation et mécanismes de tolérance au stress salin

I.7.1 Homéostasie ionique

I.7.1.1 La compartimentation vacuolaire

Cela consiste à éliminer l'excès d'ions Na^+ du cytoplasme vers la vacuole pour éviter effet toxique contre les processeurs enzymatiques (**Flowers et al., 1977**). Ce mécanisme de la fragmentation du vide est assurée en créant un espace vide sodium/proton (Na^+/H^+). L'énergie est fournie par les ATP ases (H^+ -Adénosine tri phosphatases) et PP ases (H^+ -Pyrophosphates) vacuolaires (**Horie et Schroeder, 2004**). Même à travers ce processeur de la fragmentation du sodium dans la vacuole permet à la cellule de maintenir une diminution de la concentration de sodium dans le cytoplasme, réduisant ainsi son effet toxique.

La compartimentation du NaCl dans les vacuoles représente le mécanisme principale de détoxification du sel chez les halophyte (**Borsani et al., 2003**). En contrarions, les glycophytes sont utilisées mécanisme pour exclusion sodium des cellules (dans la membrane plasmique) des parties aériennes vers les racines (**Blumwald et al., 2004**).

Chez les halophytes, l'activité de l'antiport vacuolaire Na^+/H^+ est généralement induite par des concentrations élevées de NaCl (**Barkla et al., 1995**) et donc, l'accumulation de sodium donner la compartiment vacuolaire semble avoir en double rôle, protégez le cytoplasme contre la toxicité du sodium et celui de son utilisation en tant qu'osmoticum dans la vacuole (**Bartels et Sunkar, 2005**).

I.7.1.2 Exclusion et inclusion des ions toxiques

L'exclusion commence par la sélectivité de la membrane radicaire, qui peut résulter d'une perméabilité négative réduite, de la présence de transfert d'ions déjà absorbés vers l'environnement externe (**Apse et Blumwald, 2007**). Cette stratégie pour permettre aux plantes de rester sous stress salin consiste à exclure le sodium du cytoplasme extracellulaire. Dans ce cas, les plantes limitent l'entrée des éléments salins et les libèrent immédiatement dans la chambre (**Munns, 2005**). La régulation qualitative et quantitative du transport ionique permet de maintenir la concentration ionique dans une gamme de valeurs compatibles avec le métabolisme cellulaire normal. Tous mécanismes ne sont pas mutuellement exclusifs et la résistance des plants dépend souvent d'un certain nombre de mécanismes additifs possibles. Ces changements provoquent une anomalie du métabolisme qui entraîne une dépense énergétique.

Le facteur limitant peut être la source de carbone, la source d'énergie ou le taux de transfert d'ions; ces facteurs peuvent interférer avec la concentration de phosphore inorganique nécessaire au transfert d'énergie (**Cornillon et Palloix, 1995**). L'exclusion du sodium est réalisée par l'action combinée d'une chaîne de protéines SOS (Salt Overly sensitive) (**Zhu 2003**). SOS1, qui est également un antagoniste du perméat Na^+/H^+ mais situé au niveau de la membrane plasmique, joue un rôle fondamental dans le mécanisme d'exclusion du sodium dans le milieu externe (**Mahajan et al., 2008**). SOS2 et SOS3 régulent conjointement l'activité de SOS1 mais aussi l'antiport vacuolaire de NHX1 (**Qiu et al., 2004**).

La surexpression de SOS1 d'*Arabidopsis* transgénique montre une meilleure croissance des plantes que les espèces sauvages soumises à un stress salin (Shi et al. 2003). Dans les variétés de vigne et de peuplier tolérantes au sel, l'exclusion des ions sodium et chlorure est le principal mécanisme qui leur permet de s'adapter au stress salin (**Sun et al., 2009**).

Les vecteurs CCC (cation-chloride cotransporter), récemment identifiés par **Colmenero-Flores et al. (2007)**, étant responsable du transport longue distance des chlorures, participerait également au mécanisme de son exclusion (**Brumos et al., 2009**).

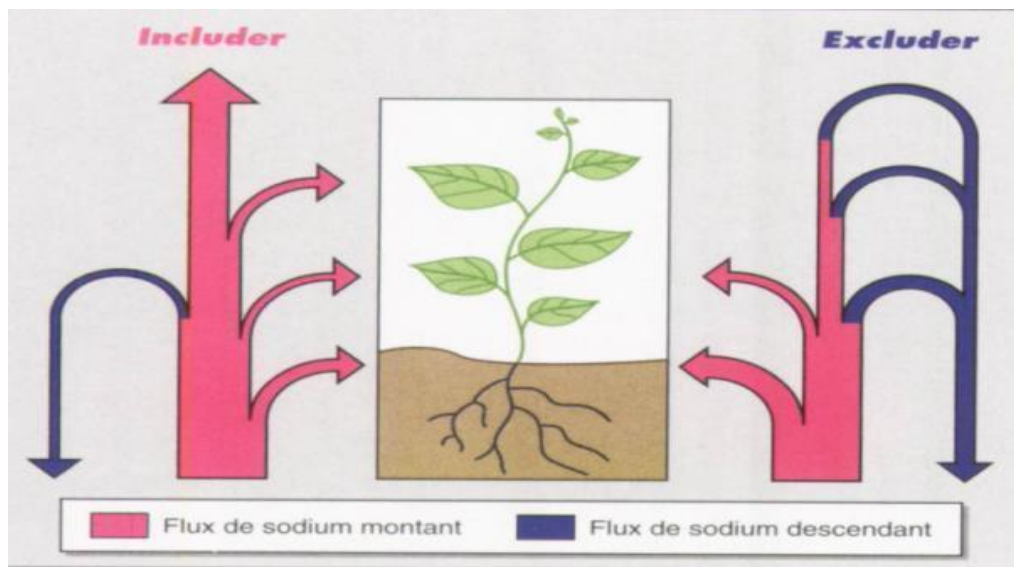


Figure 2: schématisation du bilan de la circulation du sodium dans les plantes à inclure ou à exclure (Levigneron et al., 1995).

I.7.1.3 Ajustement ionique

Les plantes halophytes accumulent des ions jusqu'à 800 mM, tout comme les glycophytes entre 300 et 600 mM selon le degré de leur résistance (Greenway et Munns., 1980).

L'intégration de ces ions dans le corps est complexe et comprend de nombreux mécanismes d'absorption et de distribution dans les tissus végétaux. Cette intégration existe sur les processus de transport d'ions actifs et sélectifs par rapport aux gradients de concentration. Comme dans la plupart des glycophytes, la sensibilité au sel dépend de sa capacité à retenir le sodium dans les racines, les tiges et le transport différentiel des ions K^+ dans les feuilles. De plus, la présence de l'ion calcium a joué un rôle important dans la réponse à la salinité est qu'elle augmente la sélectivité en potassium à base de sodium (Colmer et al., in Hernandez., 1997). Plus de potassium, il joue également un rôle dans le contrôle du gonflement des cellules (Sairam et Tyagi., 2004).

Pour maintenir les réactions métaboliques et maintenir un rapport K^+/Na^+ viable, les cellules végétales doivent ajuster leur teneur en potassium entre 100 et 200 mmol/L (Maathuis et Amtmann, 1999). Le rapport K^+/Na^+ dépendra de l'action combinée des différents systèmes de transmission présents dans les membranes le plasma et le gap sont plus ou moins impliqués ions sélectifs K^+ et Na^+ (Amtmann et Leigh, 2010).

Les étapes clés du processus général d'absorption, de transport et de distribution de ces ions sont identifiées et définies aux points suivants :

- L'interface entre le sol et la racine dans laquelle les ions entreront puis y seront transportés, appareil génital et accident vasculaire cérébral.
- Interface cortex racine-xylème médullaire à travers lequel les ions sont transportés puis transportés vers la partie aérienne.
- La distribution des ions aux niveaux des tissulaire et cellulaire.

Ces mouvements et flux d'ions sont assurés par des transporteurs et des canaux ioniques (Maathuis et Amtmann 1999; Shabala et Cuin 2008).

Il existe deux classes interviennent dans l'absorption des ions K^+/Na^+ :

- Transporteurs à fort teneur en potassium ;
- Transporteurs de cation de faible affinité ;

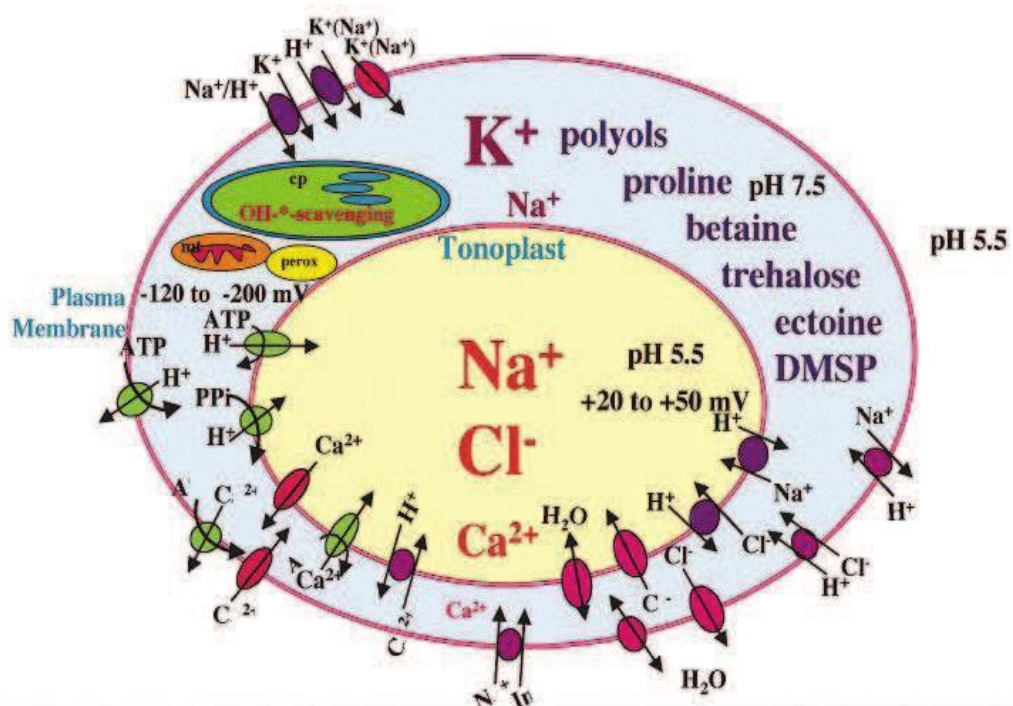


Figure 3 : Principales cibles cellulaires de la réponse des plantes au stress salin (Hasegawa et al., 2000).

I.7.2 Stratégie osmotique

I.7.2.1 La proline

Les niveaux de proline augmentent rapidement dans de nombreux monocytes Qui sont soumis à la pression du sel (Rhodes et al.,2002). Ces suspensions sont en

concentrations de proline la sortie cytoplasmique résulte de la catalyse de sa synthèse résultante à partir de quantités codant pour les messagers de l'enzyme qui convertit le glutamate de type aldéhyde en proline. Il existe deux voies dans la biosynthèse de la proline dans les plantes : celle de l'ornithine et celle du glutamate. La stimulation de la synthèse de la proline semble parallèle à l'activation globale d'une voie métabolique générale part du glutamate semi-aldéhyde et conduit à la proline, mais aussi polyamines, via l'ornithine et l'arginine (**BartelsetSunkar, 2005**).

La Proline agit comme ça un composé soluble compatible en modification osmotique pouvant atteindre un niveau de concentration élevé sans provoquer d'effet toxique comme dans le cas des ions (**Silva-Ortega et coll, 2008**). Le rôle osmotique attribué à la proline, elle participe à la détoxification des formes actives d'oxygène (**Kocsyetal.,2005**) et la stabilisation des protéines (**Majumder et al.,2010**), qui aurait protégé la sécurité la membrane plasmique (**Mansour, 1998**) et constituerait une source de carbone et d'azote (**Sairam et Tyagi, 2004**).

I.7.2.2 Les sucres

Plusieurs études ont montré que l'accumulation de sucres et de polyols est principalement due au stress salin chez différentes espèces (**Bartels et Sankar 2005; Majumder et al.,2010**). Une relation forte a été créée entre l'accumulation des sucres et la salinité (**Bartels et Sankar 2005**). Une concentration plus élevée de polyols entraîne une augmentation du potentiel osmotique du cytoplasme, ce qui permet une plus grande compartimentation de sodium dans la vacuole. De plus, ces polyols agissent en tant qu'osmoprotecteurs des membranes et des protéines, probablement en éliminant les radicaux libres d'oxygène (**Bohnert et Jensen, 1996**).

I.7.3 Les anti-oxydants et protéines de détoxification

Les formes actives d'oxygène, telles que le peroxyde d'oxygène (H_2O_2) et les radicaux superoxydes (O_2^-) et hydroxyde (OH), lors de processus cellulaires aérobie et dans une large mesure après des stress abiotique, en particulier la salinité (**Brosché et coll, 2010**). Ces composés, lorsqu'ils sont accumulés en petites quantités, peuvent agir comme un signal d'induction des gènes de défense et de réponse cellulaire (**Parent et al., 2008**). Plus de 150 gènes ont été identifiés dans *Arabidopsis* pour participer au réseau complexe de détoxification (**Mettler et al.,2004**). Le glutathion est un tripeptide on le trouve en abondance dans les tissus végétaux et on le trouve pratiquement partout dans toutes les parties cellulaires sous forme miniature, il est capable de détoxification les formes actives d'oxygène et de

contrôler le système oxydation cellulaire(Ashraf, 2008). Acide ascorbique est l'antioxydant le plus abondant dans la nature et peut-être le composé détoxifiant le plus puissant des formes actives d'oxygène (Ashraf, 2008).

Les caroténoïdes qui ce sont des composés organiques lipophiles trouvés dans les chloroplastes jouent également un rôle dans la prévention formation d'oxygène lunaire en dissipant le triple état des molécules de chlorophylle (Ashraf, 2008).

Les composés flavoïdes qui sont des glucosides présents dans la vacuole, il présente également une activité antioxydant (Nijveldt et al.,2001).

En plus des antioxydants non enzymatiques, il existe d'autres métabolites aux propriétés antioxydants comme alcaloïde, acide phénolique, les diterpenes, et acide aminés, mais leur fonction fine est à un niveau le processus de désintoxication cellulaire n'est pas encore bien défini (Ashraf, 2008).

I.7.4 Induction des hormones

La concentration plus élevée de sel entraîne une augmentation des niveaux des hormones végétales, telles que l'ABA et la cytokinine (Vaidyanathan et al.,1999 à Parida Das, 2005). L'acide abscissique est responsable de la modification des gènes qui le provoquent le stress salin. On s'attend à ce que les gènes inductibles de l'ABA jouent un rôle important dans le mécanisme de la tolérance au sel du riz (Gupta et al .,1998 in Parida et Das, 2005). Pendant le stress salin il y a une augmentation de la production d'ABA et l'éthylène chez citrus sinensis (Gomez-Cadenas et al., 1998 in Parida et Das,2005).

L'ABA favorise la fermeture des stomates en modification le flux des ions dans les cellules de garde sous conditions stress salin. Il a été démontré que l'augmentation de l'absorption de Ca^{2+} est liée à l'ABA augmente en cas de stress salin et contribue ainsi à l'entretien intégrité de la membrane qui permet au plantes de réguler l'absorption et le transport dans le cas salinité excessive à long terme (Chen et al., 2001). Cela a été signalé ABA réduit la libération d'éthylène et la séparation des feuilles dans des conditions de stress chez le Citrus probablement en diminuant l'accumulation de chlore toxique dans les feuilles (Gomes-Cadenas et al., 2002).

CHAPITRE II
LES PLANTES AROMATIQUES
ET MEDICINALES

I- Introduction

La plante dite médicinale est une plante qui a des fonctions thérapeutiques (**Roux et al.,2007**). L'utilisation des plantes médicinales et aromatiques est en croissance dans la plupart du pays du monde. Cette utilisation est principalement fondée sur l'idée que les plantes sont un moyen naturel de traitement pauvre de tout risque. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie: elles présentent des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus. L'utilisation des plantes sont très anciennes et pendant très longtemps elles étaient pratiquement les seules méthodes de guérison, à titre expérimental. Ces préparations peuvent être des colorants, extraits, huiles essentielles ou grasses, poudres, etc... (**Iserin, 2001**).La phytothérapie est considérée comme particulièrement attractive, notrepays possédant une grande richesse en plantes utilisées en médecine traditionnelle.

La filière des plantes aromatiques et médicinales(PAM) connaît ces dernières décennies un regain d'intérêt dans plusieurs régions du monde. Même les pays à forte avancée dans la médecine moderne, comme les Etats Unis d'Amérique ont fortement investi dans la phytothérapie qui est fortement représentée dans le marché mondial des médicaments. Cette situation provient de la recherche scientifique qui a permis de soustraire les principes actifs de la plante comme les huiles. Ce passage d'une activité traditionnelle (utilisation de la plante en l'état) à une activité moderne nécessite l'intervention de plusieurs acteurs : producteurs, transformateurs, herboristes, conditionneurs, chercheurs, pharmaciens etc.

2- Historique des plantes aromatiques et médicinales

Selon l'histoire des peuples, les plantes aromatiques et médicinale ont toujours occupées une place importante dans l'alimentation, en médecine et pour la composition des parfums.D'après l'historique des plantes médicinales et aromatique, la Chine fut le berceau de la phytothérapie.L'empereur Chen-Nong (2800 avant Jésus Christ) consigne sa connaissance des plante médicinales dans un livre, le Pen Ts'ao qui regroupe plus de cent plantes. Ce livre fera autorité jusqu'au 16ème siècle ou il est revu et corrigé par un médecin et pharmacologue Li Che Tehen qui recense alors 1000 plantes médicinales (**Brunton, 1999**).

Trente siècles avant notre, (célèbre médecin connaissait déjà l'Arte de l'anesthésie à l'aide du chanfreinaient ainsi que l'usage des plantes aromatiques pour la santé et la diététique (**Chevallier, 2001**). Au Moyen-Orient, 4000 ans avant Jésus Christ, les Sumériens usaient des plantes médicinales et aromatiques. Les Arabes conservèrent pendant des millénaires le

monopole du commerce des épices et contribuèrent largement au progrès des techniques d'extraction des huiles et parfums.

En Egypte, vers 2700 avant Jésus Christ, les plantes aromatiques étaient vendues à un prix élevé. Les Égyptiens ont introduit des produits aromatiques tels que les huiles, eau parfumée, cosmétiques mais aussi préparations préparées pour des momies. Les remplies recelaient de véritables laboratoires de hiéroglyphes. Mais beaucoup d'entre eux sont encore mystérieux à ce jour et font l'objet beaucoup le sujet de nombreux thèmes de recherche. Pour les Hébreux qui ont hérité des connaissances sur les Égyptiens et les matériaux. Les aromates faisaient partie des spectacles que les trois sages ont donnés à l'enfant Jésus. Les huiles étaient réservées aux prêtres et au service Divin.

En Grèce, XII siècle avant Jésus-Christ, les Phéniciens sont revenus de Voyages d'épices et d'encens. On trouve des noms de la mythologie grecque sur certaines plantes telles 34 les meilleures feuilles et l'herbe de pivoine (Paeonia). Les plantes aromatiques sont utilisées en psychiatrie, magie, Hippocrate de Cos (460-377 avant Jésus Christ) a écrit l'ouvrage de Corpus hypocratium en 72 livres traitent, entre autres, de la maladie causée par une aura magique et avec des indications naturelles de l'auto-guérison, il conseil l'usage des plantes **(Brunton, 1999)**.

Sous le règne d'Alexandre le Grand, le début des épices était à son comble. Alexandrie atteint son apogée avec sa bibliothèque de 700000 volumes et son jardin aromatique, un phare de la science antique d'Euclide à Théophraste. Les Romains ont consommé de nombreuses épices et plantes aromatiques, il fonctionne comme l'histoire naturelle mondiale. Les Romains utilisaient quotidiennement des bains aromatiques, des lotions, des onguents et des crèmes parfumées, des progrès décisifs dans l'histoire de la pharmacologie ont été réalisés un siècle plus tard Galen.

En Amérique, les Aztèques, les Mayas, les Incas et les habitants de la forêt tropicale ont une connaissance complète des plantes médicinales ainsi que, médicaments et plantes toxiques **(Brunton, 1999)**.

En Afrique, la médecine traditionnelle utilise les plantes depuis des 9 milliers d'années médicales. Plusieurs milliers de produits ont été identifiés. Au moyen âge, après la chute de l'empire romain, l'Europe connaît un retour à la barbarie, un déclin général du savoir et une longue période d'obscurantisme. Il faudra attendre l'apport des Arabes pour assister à une véritable renaissance **(Brunton, 1999)**.

Vers le 12^{ème} siècle, les croisades relancent les échanges entre l'Europe et le Moyen-Orient et contribue à la renaissance Italienne, le commerce des épices renaît. Concernant les arabes et les musulmans en particulier; ils ont développés la médecine d'une façon très surprenante. Rappelons: Djaber Ibn Hayane et Razi: puis Ibn Sina (980, 1037) qui avait décrit plusieurs traités à ce sujet, le plus célèbre était «**Kanouneltib** »(les lois de la médecine) » (**Belakhder, 1997**).

Depuis longtemps, les plantes aromatiques et médicinales ont été utilisées pour la préparation des remèdes thérapeutiques (**Meftah, 2003**). D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (2002), en Chine, 40% environ de l'ensemble des soins de la santé relèvent de la médecine traditionnelle utilisée pour traiter ou prévenir les maladies chroniques.

Au 5^{ème} siècle, Hippocrate, père de la médecine occidentale, est connu par son utilisation de ces plantes pour les traitements thérapeutiques et l'explicitation de leurs performances multiples. Ses données ont été publiées en 280 avant J.-C. dans le Corpus Hippocrate qui traite d'environ 250 "simples" (**Meftah, 2003**).

3- Définition

3. a Les plantes aromatiques

Les plantes aromatiques sont, par définition, des plantes dont les tissus sécrètent suffisamment d'essence pour que celle-ci puisse être extraite distillée. Elles contiennent les molécules aromatiques ou odorantes dans un ou plusieurs de ses organes producteur: feuille, fleurs, fruits, graines, écorces, racines ... Tout plante à odeur n'est pas toujours une plante aromatique : le tilleul est un arbre odorant mais il n'existe pas d'huile essentielle de tilleul (**Patricia Bechaalany, 2003**). Il existe également des plantes qui contiennent des huiles aromatiques qui sont utilisées dans le traitement de certaines maladies appelées plantes médicinales et aromatiques (**Iserin, 2001**).

3. b Les plantes médicinales

C'est la plante qui est utilisée pour prévenir, traiter ou soulager diverses maladies, ou c'est la plante qui a des propriétés médicinales (**Farnsworth et al. 1986**). Environ 35000 espèces végétales sont utilisées dans le monde à des fins médicales, et il représente la plus large gamme de diversité biologique la plus utilisée des personnes. Les plantes médicinales répondent toujours au besoin urgent de médicaments chez de nombreuses personnes, malgré le développement des systèmes de santé moderne (**Elqaj et al., 2007**).

4- Domaine d'application

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie: en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. Parmi ces composés on retrouve dans une grande mesure les métabolites secondaires qui se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicament d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour les semi synthèse (**Bahorun, 1997**).

En agriculture exemple: l'arbre *Azadirachta indica*, qui se développe dans tout le subcontinent indien, est une des plantes médicinales les plus importantes au Bangladesh, de 12 à 18mètres de hauteur avec un périmètre atteignant jusqu'à 1.8 à 2.4 mètres. Les huiles de cet arbre ont des utilisations dans l'agriculture dans le contrôle de divers insectes et nématodes (**Amjad, 2005**).

En alimentation, épice, des colorants (**Porter, 2001**) et des composés aromatiques (**Smallfield, 2001**). Les épices et les herbes aromatique utilisées dans l'alimentation sont pour une part responsable des plaisirs de la table, ils sont considérées comme condiments et aromates (**Delaveau, 1987**)

Utilisation en médecines en tant que médicament pour l'homme ; exemple :

- En urologie, dermatologie, gastrites aiguës, toux, ulcères d'estomac, laxatifs, sommeil et désordres nerveux (**Svoboda et Hampson, 1999**).
- Contre le diabète (*Azadirachta indica*) (**Amjad, 2005**).

En cosmétique, des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène (**Porter, 2001**).

5- Les éléments actifs des plantes médicinales

Les éléments actifs sont des extraits des végétaux, avec une concentration suffisante et un coût de revient favorable présente une thérapeutique préparée par une posologie précise (**Madeleine et al., 1986**). Les effets thérapeutiques de certaines plantes bien connues depuis l'Antiquité, par exemple la camomille allemande, utilisé depuis des milliers d'années contre les troubles digestifs. L'aloès est déjà connu à l'époque de Cléopâtre, car il était utilisé pour adoucir la peau. Cependant, ce n'est que récemment que les composés efficaces présents dans ces plantes et autres plantes et responsables de ces effets thérapeutiques ont été isolés et étudiés. Il est nécessaire de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles affectent le corps (**Iserin, 2001**). Les principes actifs sont des molécules contenues dans

une drogue végétale à l'état ou sous forme de préparation, ces molécules présentent un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal.

Aujourd'hui les principes actifs des plantes sont des composants essentiels d'une grande partie de nos médicaments et produits de soins (**Benghanou, 2012**).

- **Alcaloïdes:** renferment un groupe chimiquement très diverse des composés chimiques contenant des substances organiques azotées basiques, souvent se sont extrêmement toxiques, ils aient un effet chimio thérapeutique notable (**Verdegrer, 1978**).
- **Tanins:** sont des extraits poly phénoliques des plantes, utilisé pour tanner les peaux, sont connu par leur propriétés antiseptiques, antibiotique, astringente, anti diarrhéique (**Paul, 1977**).
- **Lesglucosides:** se composent en deux molécules: un composant glucidique (glycone) et un composant non glucidique (aglycone) peuvent agir sélectivement dans le corps humain, sur un ou plusieurs organes dans le but de stocker les réserves nutritives d'après leurs compositions (**Khetouta, 1987**).
- **Les amers:** sont des substances naturelles végétale susceptible de libérer de l'azote, très diverse, ayant une saveur amer, et une action stimulante sur la production de suc gastrique, favorisant la digestion, sont connu par leur propriétés de traitement des maladies hépatiques, rénale et l'anémie et activent la circulation du sang (**Khetouta, 1987**).
- **Mucilage:** est une substance végétale qui se compose de sucre et de polysaccharide, et considère comme une gamme visqueuse se gonflant dans l'eau, a une action protectrice contre les attaques acides et les irritations.
- **Vitamines:** sont des principes alimentaires essentiels, pour l'homme et l'animal, réalisent des fonctions métaboliques .ces substances de nature chimique (A, C, E, K, groupe B) (**Paul, 1977**).
- **Saponines:** le terme saponine est dérivé de mot savon, sont des terpènes glucidique, et ils peuvent se trouver aussi sous forme aglycone, ils ont un goût amer et acre (**Hospikins, 2003**).Les saponinesexistent sous deux formes, les stéroïdes et lesterpenoides. La structure chimique des stéroïdes est similaire a celle de nombreuses hormones humaines (œstrogène, cortisone), et de nombreuses plantes qui en contiennent ont un effet sur l'activité hormonale.
- **Les huiles essentielles:** la norme AFNOR NE 75-006 définit l'huile essentielle comme « Un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par

entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydrodistillation, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » (Afnor, 1986).

6-Modes d'action des plantes médicinales

6-1-Activité antioxydants

Ces dernières années, beaucoup d'études sont focalisées sur l'extraction et la détermination des composés phénoliques de plusieurs plantes (Jang *et al.*, 2007). L'activité anti-oxydante et la relation entre ces composés est le but d'étudier (Tabart *et al.*, 2009), de clarifier le mécanisme d'action de ces composés (Yang *et al.*, 2008) et de les faire introduire par la suite comme additifs dans l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Chira *et al.*, 2008). Les acides phénoliques ont un caractère anti-oxydant sur la plupart des distractés cinnamiques ou benzoïques (Berset, 2006). Parmi les plus actifs: les acides rosmanniques, galliques, caféique, dihydrocaféique et chlorogénique (Berset, 2006). L'activité anti-oxydante des acides phénoliques augmente avec le nombre hydroxyles (Balasundram *et al.*, 2006). Ainsi, les acides hydroxycinnamiques ont toujours une activité anti-oxydante plus haute que celle des acides hydroxybenzoïques. Ceci peut être dû au groupement $\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ qui assure une plus grande capacité de donation d'atome d'hydrogène et de stabilisation du radical (Balasundram *et al.*, 2006). D'autre part, l'addition d'un second OH sur le cycle aromatique augmente fortement l'activité des acides phénoliques et la position également des hydroxyles joue un rôle dans leur efficacité : para > ortho > méta ou para = ortho > méta. Un troisième hydroxyle renforce le caractère anti-oxydant (Berset, 2006).

Les flavonoïdes sont des pigments de divers végétaux le plus abondant parmi les composés phénoliques (Chira *et al.*, 2002). Les flavonoïdes peuvent exercer leur activité anti-oxydante.

Les tannins sont également doués d'un pouvoir anti-oxydant. C'est ainsi que les tannins hydrolysables inhibent la peroxydation des lipides et que les tannins condensés inhibent la formation des superoxydes (Derbel *et Ghedira*, 2005).

6-2- activité antibactérienne

Les polyphénols sont connus aussi pour leurs propriétés inhibitrices de la croissance bactérienne (Karou *et al.*, 2005). Cependant, les mécanismes d'actions de ces composés sur les microorganismes ne sont pas totalement élucidés. D'après ces auteurs Cowan (1999), Daiana Ciocan and Bara (2007) et Rodriguez Vaquero *et al.* (2007), les effets inhibiteurs des composés phénoliques pourraient être expliqués par leur adsorption sur les membranes

cellulaires, par leur interaction avec les enzymes et par privation des substrats et des métaux. Il a été rapporté que les acides phénoliques peuvent exercer des effets antibactériens sur plusieurs souches. **Puupponen-Pimiäet** ses collaborateurs (2001) ont rapporté que les acides hydroxycinnamiques (P-coumarique, caféique et férulique) inhibent la croissance de *Escherichia Coli* et *Salmonella enteria*. **Landete et al.**(2007) ont testé les effets antibactériens de neuf composés hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques sur *Lactobacillus plantarum*, ces auteurs ont constaté que les acides hydroxycinnamiques ont une forte activité antibactérien comparé acides hydroxybenzoïques, qui facilitent la pénétration de ces acides à l'intérieur de la cellule d'autre part réarrangé entre les lipides membraneux qui génèrent perturbation du métabolisme énergétique dans la cellule bactérienne (**Rodríguez Vaquero et al., 2007**).

L'activité antibactérienne des flavonoïdes a été largement documentée et intégrée un des produits les plus étudiés pour sa richesse en flavonoïdes (**Cushnie et Lamb, 2005**). **Kosalec et coll. (2005)** montrent que la propolis extrait à une concentration de 1% en les flavonoïdes exercent une forte activité antibactérienne sur plusieurs souches: *Bacillus Subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Streptococcus pyogènes*. Selon **Cushnie et Lamb (2005)**, l'effet des flavonoïdes sur la cellule bactérienne peut être exercé à différents niveaux: il peut affecter la paroi bactérienne, la membrane cytoplasme, ou inhibition de la synthèse de l'ADN, car il peut également perturber les voies métaboliques des bactéries. Des études sur la relation entre la structure et l'activité antibactérienne ont montré que la présence de groupes hydroxyle en position 2', 4' ou 2', 6' sur le noyau B des flavonoïdes ainsi que substitués en carbone 8 ou 6 pour l'anneau A à longue chaîne aliphatique, il augmente l'activité antibactérienne de ces composés (**Cushnie et Lamb, 2005**).

Des études récentes ont révélé que les tanins condensés et hydrolysés empêche la fixation d'*Helicobacter pylori* aux parois cellulaires et par les aliments, par conséquent il empêche le développement d'ulcères d'estomac (**Fatim et al., 2005**). Une étude in vitro pour évaluer l'effet de 36 polyphénols et 4Terpénoïdes isolés de plusieurs plantes médicinales, tous les tanins hydrolysés testés ont montré la présence d'activité bactéricide sur *Helicobacter pylori*. Cette action peut être due à l'altération de la membrane cytoplasmique bactérienne par ces composés (**Funatogawa et al., 2004**).

6-3-Activité antifongique

De nombreux flavonoïdes ont la propriété antifongique, la majorité d'entre eux sont des flavonoïdes, tels que:

Les flavonoïdes antifongiques efficaces contre *Candida albicans*, de nombreux polymorphes de substitution méthoxylés, sont efficaces contre le champignon *Aspergillus Flavus*. Généralement, quel que soit le type de flavonoïde, il a été constaté que la propriété lipophile (Lyvop) augmente cette activité car ces molécules sont capables de pénétrer facilement à travers les membranes des champignons (**Zhaoyu, 2012**).

Le pouvoir antifongique est attribué à la présence de certaines fonctions chimiques dans la composition des HEs. Plusieurs travaux ont révélé que le pouvoir inhibiteur était essentiellement dû à la réactivité de la fonction aldéhyde avec le groupement thiol des acides aminés impliqués dans la division cellulaire (**Kurita et al., 1979**). D'autres auteurs ont démontré que la formation d'un complexe entre le donneur d'électrons et l'aldéhyde induit un changement de l'état ionique de la membrane traduisant par un déséquilibre d'échange avec le milieu extérieur. Ce déséquilibre entraîne la mort cellulaire (**Baser et Buchbauer, 2010**). Cependant, les phénols (eugénol, chavicol 4-allyl-2-6- diméthoxyphénol) sont plus antifongiques que les aldéhydes testés (cinnamique et hydro cinnamique) (**Laib, 2010**).

6-4- Activité antivirale

Les virus sont généralement fortement sensibles aux molécules aromatiques des HE telles que les monoterpénols et les monoterpénals. De nombreuses pathologies virales sévères traitées avec des HE ont montrées des améliorations importantes. L'effet antiviral de l'HE de *Mentha piperita* a été étudié « *in vitro* » contre les virus de *Herpès Simplex* (HSV-1 et HSV-2), une inhibition de 50% est obtenue avec des concentrations entre 0,002% et 0,008% (**Schuhmacher et Reichling, 2003**).

De nombreuses études sur l'activité des flavonoïdes antiviraux ont été publiées, comme l'étude qu'il a menée (**Chi, 1999**), qui a contribué à donner une bonne compréhension et clarification du mécanisme physiopathologique. La recherche a également montré qu'une augmentation de l'activité des flavonoïdes jouant un rôle très important contre le VIH.

6-5- Activité insecticide

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont

porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (**Isman, 2005**). Certaines observations ont montré que les HEs extraites de plantes odorantes ont une activité insecticide indéniable vis-à-vis des ravageurs de stocks (**Gakuru et Fouabi, 1996**). Ces huiles essentielles agissent par diffusion ; c'est ce qui leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent donc être utilisées en fumigation et leur emploi est facile.

7-Méthodes de prise de plantes médicinales et aromatiques

- **Orale**

Infusion, bouillie, teinture, sirop et comprimés sont souvent pris par voie orale et parfois sublinguale (**Fakim-Gurib, 2006**).

- **Par le nez (en fumant, en sentant ou en vaporisant)**

Les huiles essentielles en suspension dans des liquides chauds ou des matériaux pulvérulents peuvent être senties de manière à être absorbées, les composés actifs à travers la muqueuse, la fumée des matériaux en combustion sont inhalés et les composés actifs sont absorbés par les poumons de la même manière que la nicotine est absorbée dans les poumons (**Fakim-Gurib, 2006**).

- **Topiquement**

Les préparations, huiles ou crèmes contenant des extraits de plantes médicinales sont appliquées directement sur la peau, là où le principe actif est absorbé (**Fakim-Gurib, 2006**)

- **Douche**

Des herbes ou des extraits d'herbes peuvent être ajoutés à l'eau du bain.

- **Injection sous-cutanée ou musculaire**

Des ingrédients chimiques intéressants dérivés de plantes médicinales sont injectés dans la circulation sanguine. Parfois, certains composés sont complètement inactifs lorsqu'ils sont pris par voie orale et deviennent très actifs lorsqu'ils sont injectés (**Gurib-Fakim, 2006**).

- **Formes fraîche et surgelées** : Une grande tradition d'utilisation des plantes à l'état frais comme aromatisant a toujours existé et existe toujours : ciboulette, persil, menthe,...

- **L'utilisation médicinale** : Les PAM peuvent être classées selon leur usage médical. Dans ce cas une même plante peut prévenir, soulager ou guérir plus qu'une seule maladie (**Duteurtre, G., 2000**)
- **Parfumerie industrielle**: ce secteur est un gros consommateur de compositions parfumantes. On utilise donc soit des produits de synthèse, soit des produits qui sont restés compétitifs comme le lavande, le romarin. Le label naturel est rarement un argument commercial pour ce type de produit. Toutefois, des déodorants d'ambiance ont été récemment formulés à partir d'huiles essentielles pour intégrer la notion de désinfection.
- **Cosmétique et parfumerie bas de gamme**: une large gamme de formules parfumantes est utilisée pour la confection de produits de soins corporels : gels de bain, savons, shampooings, lotions, crèmes,... La part des produits naturels dans ces formules est variable. Le prix de la matière première (l'huile essentielle par exemple) est une contrainte majeure d'autant plus que, dans ce secteur comme dans le précédent, le label « naturel » n'est pas décisif pour consommateur.
- **L'utilisation humaine/animale** : Les PAMs peuvent être utilisées soit exclusivement pour l'homme, soit exclusivement pour les animaux. Certaines plantes sont utilisées aussi bien pour l'homme que pour l'animal en tant qu'aliment et/ou à des fins thérapeutiques (**Duteurtre, G., 2000**).
- **Intérêt socio-économique**

Les PAM sont depuis fort longtemps utilisées par la médecine populaire et pour des usages cosmétiques ou culturels, ainsi que dans la nourriture quotidienne (**Kathe et Gallia, 2006**). On trouve les premières traces de cette médecine populaire dans le monde entier : Inde, Chine, Moyen-Orient, Égypte, Europe (gréco-romaine) et Amérique.

C'est vers la fin des années 1970 que l'on assiste à un regain d'intérêt et une tendance mondiale en faveur de la recherche pour les plantes aromatiques et médicinales, suscités, en partie par « l'esprit écologique » du moment et par une croissance démographique mondiale et urbaine rapide (**Schippmann et al., 2002**). Selon les données commerciales internationales et européennes (**TRAFFIC, 1998**), l'Europe, en 1996, importait environ un quart des produits mis sur le marché mondial chaque année, soit environ 440 000 tonnes pour une valeur de 1,3 milliards de dollars (**TRAFFIC, 1998**). Jusqu'en 2000 cette demande aurait augmenté de 8 à 15% par an - notamment en Europe, en Amérique du Nord et en Asie (**Schippmann, et al., 2002**).

Les quatre principaux pays importateurs de PAM, pour la période 1991-2008, sont Hong Kong, les États-Unis, l'Allemagne et le Japon. Ils utilisent plus de 60% des quantités exportées, (**Lange, 2001**). En termes d'exportation, le leader mondial est la Chine avec près de la moitié des échanges en volume et en valeur. Elle est suivie par l'Inde, le Mexique et l'Égypte.

8- Production des plantes aromatiques et médicinales

8. a Dans le monde

Un inventaire réalisé par l'OMS, vers la fin des années 1970 a estimé que le nombre des espèces ayant des propriétés médicinales était de l'ordre de 21 000 espèces dans le monde (**Penso, 1980 cité par Schippmann et al., 2002**). La recherche ethnobotanique et les organismes internationaux comme le WWF, TRAFFIC, IUCN, qui s'occupent de la préservation et de la gestion durable des ressources naturelles estiment qu'il y a environ 50 000 à 70 000 espèces végétales utilisées par la phytothérapie traditionnelle et moderne à travers le monde (**Traffic, 2011**). Plus de 35 000 seraient utilisées par les industries pharmaceutiques, chimiques ou cosmétiques selon les professionnels (**Cpparm, 2012**). La quantité totale de plantes aromatiques et médicinales utilisées par les industries pharmaceutiques, cosmétiques, chimiques et agroalimentaires est très difficile à estimer (**Leaman, 2009**). Selon certaines sources, depuis l'année 2000, la demande mondiale pour les produits issus de ces filières, connaîtrait une expansion rapide avec un taux de croissance annuel de 10 à 20% (**Helle, 2007**).

Le commerce mondial des plantes aromatiques et médicinales (matériel végétal) est évalué à près de 0.5 millions de tonnes pour une valeur qui avoisine 1.5 milliards de dollars.

L'Europe, dans son ensemble, joue un rôle prépondérant dans le commerce international de ces plantes, le quart des importations annuelles du monde entier lui revenant. Au cours des dernières années, l'Europe a importé annuellement, en moyenne, 120.000 tonnes de plantes médicinales et aromatiques provenant de plus de 120 pays différents. Une étude réalisée par la FAO sur le commerce des plantes aromatiques et médicinales souligne la croissance des marchés de plantes à l'échelle internationale et le manque d'informations détaillées, fiables et précises dans le domaine (**FAO, 2004**). Cinq pays européens font partie des 12 plus grands pays importateurs au monde de plantes aromatiques et médicinales: l'Allemagne, l'Espagne, la France, l'Italie et le Royaume-Uni.

Tableau 1 : les 12 principes pays exportateurs de PAM en volume et en valeurs moyenne entre deux périodes de 1999-2003 et de 2004-2008.(Lubbe et Verpoorte, 2011).

Période 1991- : 2003			Période 2004-2008		
Pays exportateur	Quantité (tonnes)	Valeurs (US \$)	Pays exportateur	Quantité (Tonnes)	Valeurs (US \$)
Chine	150600	266038	Chine	204082	348821
Hongkong	55000	201021	Hongkong	47551	93450
Inde	40400	61665	Inde	38262	38081
Mexique	37600	14257	Mexique	24600	34151
Allemagne	15100	68243	Allemagne	18076	99349
USA	13050	14572	USA	15775	47183
Egypte	11800	13476	Egypte	15011	81698
Bulgarie	10300	14533	Bulgarie	13919	95704
Chili	9850	26352	Chili	11627	27656
Maroc	8500	13685	Maroc	10796	19463
Albanie	8050	11693	Albanie	9338	21088
Singapour	7950	52621	Singapour	7770	17084
Totale	368500	847981	Totale	416807	923728

8. b En Algérie

L'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées. Dans le Hoggar et en absence de médecins, dans certaines contrées isolées, les Touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils. En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et que les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'eucalyptus contre la grippe). Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoïse blanche pour lutter contre les indigestions (Mokkadem, 2004).

Les premières écritures sur les plantes médicinales en Algérie et dans le Maghreb remontent au 9ème siècle où Ishâ-Ben-Amran (docteur du prince de Kairouan, de la Tunisie) a laissé de divers traités sur la médecine et les drogues simples (**Baba aissa, 2000**). Même pendant le colonialisme Français de 1830 à 1962, les botanistes ont réussi à cataloguer un grand nombre d'espèces comme médicinales et un livre sur les plantes médicinales et aromatiques d'Algérie était publié en 1942 par Fourmevnt et Roques. Ils ont mentionné 200 espèces décrites et étudiées pour la plupart d'elles dans le Nord d'Algérie et seulement 6 espèces du Sahara.



Figure 1 : les plantes aromatiques et médicinales les plus utilisées au quotidien.

Ces plantes se localisent majoritairement dans des zones importantes pour les plantes (ZIP). Une ZIP est un « site naturel ou semi-naturel présentant une richesse botanique exceptionnelle et/ou une composition remarquable de plantes. **Yahi et al. (2010)** ont défini sur la base d'un travail bibliographique 14 ZIP en Algérie tellienne.

Tableau 02 : les zones importantes pour les plantes en Algérie (**Yahi et al., 2010**).

Les ZIP	Description	Données
---------	-------------	---------

EL Kala 2	Monts de la Medjerda	32 menacées, 20 endémiques
Péninsule de l'endough	Monts et péninsule	38 menacées, 11 endémiques
Bélezma	Massif forestier	43 menacées, 12 endémiques
Chaine de Babors	Massif forestier	50 menacées, 23 endémiques
Theniet El had	Massif forestier	30 menacées, 19 endémiques
Massif de l'Akfadou	Massif forestier	38 menacées, 28 endémiques
Djurdjura	Massif forestier et pelouses Orophytiques	88 menacées, 40 endémiques
Chréa	Massif forestier et gorges	30 menacées, 19 endémiques
DjebelOuahch	Milieux ouverts	63 menacées, 22 endémiques
Gouraya	Matorral et falaises calcaires	21 menacées, 12 endémiques
El Kala 1	Complexe de zones humides et Littorales	17 menacées, 11 endémiques
Guebès	Plaine, milieu marécageux	94 menacées, 20 endémiques
Sahel d'Oran	Falaises et dunes côtières	36 menacées, 2 endémiques

Il faut toutefois rappeler que d'autres plantes poussent un peu partout sur le sol algérien sans forcément être répertoriées ou classées dans des zones géographiquement bien déterminées. Par exemple, celles qui poussent dans la péninsule de Collo, les monts de Tlemcen, la péninsule d'Arzew, le Cap Falcon, l'Ouarsenis, le Sersou, la région d'Aflou et le Djebel Aissa et/ou dans des domaines où terres privées à petites ou moyennes échelles, dans les zones steppiques et sahariennes et dans des terroirs où les plantes aromatiques et médicinales ne sont pas encore inventoriées.



Figure 2: La répartition géographique des ZIP (Journal et Threatened Taxa, 2012).

9- Collecte conservation et stockage des plantes aromatiques et médicinales

9-1- Collection de plantes aromatiques et médicinales

La nature représente une riche source de plantes aromatiques et médicinales où leur collection est à la fois bénéfique et agréable, récolte ou collecter des plantes n'est pas un gros problème, l'important est de connaître les plantes appropriées et la capacité de les distinguer entre eux (**Bardeau, 1973**).

Il est toujours préférable de récolter les plantes si le temps est sec. Plantes humides à cause de la pluie ou du changement de rosée, ils pourrissent, fermentent et perdent toute valeur thérapeutique, le matin est donc le moment le plus propice pour recueillir plantes, comme on peut le faire le soir avant que la température ne baisse (**Debuigue, 1984**).

Il vaut mieux récolter des plantes sauvages, si cela aurait été l'endroit où se trouvaient les plantes moins exigeantes, les plantes destinées au séchage ne doivent pas être lavées (Les racines sont les seules parties qui doivent être soigneusement lavées à l'eau claire pour se débarrasser de toute trace de terre). Par conséquent, la cueillette des plantes doit être évitée existante bordure de routes ou celles situées en bordure de champs cultivés et cela pourrait être contaminé par des engrais chimiques récemment utilisés. Seules les plantes saines doivent être choisies et les plantes fanées doivent être éliminées sans hésitation, il doit également être éliminé, avec des taches et des couleurs inhabituelles, et il doit également être éliminé plantes attaquées par des insectes ou qui poussent à proximité de champignons (**Debuigue, 1984**).

Lors de la collecte de la plante requise, l'élimination de divers résidus tels que les algues, les feuilles et les brindilles très faciles pour ne garder que la plante qui nous intéresse, se débarrasser de ces restes devient difficile à faire. Après avoir terminé le processus de collecte, nous devons également vérifier soigneusement que la plante que nous voulons collecter n'est pas mélangée avec d'autres plantes (la présence d'une plante dangereuse peut avoir de graves conséquences). Si plusieurs types de plantes sont récoltés simultanément, ils ne doivent pas être mélangés entre eux et il est nécessaire de s'assurer que la plante n'est pas écrasée ou pressée. Les plantes viennent sans l'indifférence peut conduire au flétrissement et à la disparition de la fraîcheur, et elle peut également conduire au début du processus de fermentation à la fois au début, il est préférable d'utiliser un grand panier spécial pour ramasser les plantes (**Debuigue, 1984**).

10- Préparer des plantes aromatiques et médicinales

Il existe de nombreuses façons de préparer des plantes médicinales, nous les mentionnons:

- **Les infusions par ébullition**

L'infusion est un moyen très simple d'utiliser des herbes, et elle est faite presque comme un thé, en retirant l'eau bouillante du feu refroidir un peu parce que l'eau bouillante vigoureusement dissipe les huiles volatiles bénéfiques dans la vapeur. Vous utilisez cette méthode pour les fleurs et les parties luxuriantes de plantes. La portion standard doit être préparée tous les jours pour la garder fraîche suffisant (**Penelope Audi, 1999**).

- **Les décoctions**

Cette méthode est basée sur l'extraction d'ingrédients végétaux (composés) plus puissants que les infusions il est utilisé pour les racines, l'écorce, les brindilles et certains types de fruits de myrtille. L'herbe est placée dans de l'eau froide et bouillie mélangez doucement jusqu'à une heure jusqu'à ce qu'un tiers du liquide se soit évaporé. Le moult standard doit être préparé chaque jour à utiliser frais (**Penelope Audi, 1999**).

- **Les teintures**

La teinture est préparée en trempant l'herbe séchée ou fraîche dans un mélange à 25% d'alcool et d'eau. Quelle partie de la plante peut être utilisée. En plus d'extraire les ingrédients actifs (ingrédients) de la plante, cela fonctionné l'alcool agit comme un conservateur, rendant les colorants utilisables jusqu'à deux ans. Assiste à la teinture à partir d'un type d'herbe, mélangez les colorants au besoin. Les colorants commerciaux sont préparés avec de l'alcool éthylique (**Penelope Audi, 1999**).

11-Le séchage des plantes aromatiques et médicinales

La déshumidification est le processus d'élimination de l'humidité du matériau à sécher. Ce processus doit être appliqué immédiatement après la récolte de la plante. Les plantes sont placées réparties dans une pièce bien ventilée, placées sur un tissu de jute ou à partir de coton, où les différents types sont séparés les uns des autres. Il ne doit pas non plus être exposé à la lumière directe du soleil, sauf indication contraire. En fait, les exposer au soleil peut entraîner des pertes de ses propriétés, en raison de la volatilisation de nombreuses substances (**Ticli, 1997**).

Plantes souillées de terre ou d'autres choses, il est nécessaire de bien les nettoyer et de les sécher soigneusement. Ceci s'applique également sur les racines si nous collectons la plante entière, nous pouvons la mettre sur un fil serré, le processus est très similaire à ce que nous faisons avec le lavage, au cours de ce processus, qui peut durer jusqu'à une semaine ou deux avec une agitation périodique des plantes (**Iserin, 2001**).

Les médicaments doivent être séchés pour ne pas perdre leurs propriétés médicinales. On protège le lieu de séchage, de la pluie, l'humidité, la poussière. Le séchage a lieu à l'ombre, ou dans un endroit protégé contre les rayons solaires, et il doit être appliqué avec la séparation de chaque plante ou une partie de plante.

Le séchage dépend de l'air, de la teneur en eau de la plante et de la structure de ses tissus, donc la température idéale se situe entre 30 et 40 °C; il devrait être plus élevé pour les plus grandes parties des plantes. Lorsque les tiges, les racines et les feuilles se cassent facilement sous la pression des doigts et que les fruits sont durs, on peut dire que le séchage est terminé (Thurzova, 1978).

12- Conservation et stockage des plantes aromatiques et médicinales

Il existe différentes méthodes de stockage, la plus simple et la plus courante d'entre elles est le séchage à l'air ou au four un endroit chaud et sec est idéal. Après séchage, les plantes peuvent rester plusieurs mois dans un sac ou un contenant de verre coloré ou dans un sac en papier kraft (Iserin, 2001).

Conservation

Après séchage des plantes, il faut passer directement à l'étape de conservation, pour éviter l'accumulation de poussière sur elles. Pour cela, nous utilisons des sacs en papier, des boîtes de conserve, des sacs en plastique (sauf pour les types qui contiennent des huiles essentielles) et des récipients en verre. Vérifiez toujours que l'eau ne se condense pas sur les parois du récipient, ce qui signifie un problème dans le processus de séchage. Dans ce cas, nous pouvons sauver les plantes en les séchant à nouveau immédiatement. Cette présentation s'applique également aux plantes achetées dans des magasins spécialisés dans les herbes médicinales (chez les herboristes, les pharmacies) (Ticli, 1997).

Autres méthodes de conservation

En plus du séchage à l'air, il existe d'autres méthodes pour préserver les propriétés médicinales des plantes.

- **Déshumidification**

C'est une méthode efficace, mais elle est coûteuse. Elle nécessite l'utilisation d'un appareil spécial appelé déshumidificateur. Cet appareil absorbe l'humidité des plantes. L'appareil doit être placé dans une pièce fermée où les plantes sont suspendues en bouquets ou placées sur des plaques perforées (Ticli, 1997).

- **Gelé**

La congélation préserve les couleurs et les parfums, mais cette méthode est plus adaptée aux plantes aromatiques, car nous pouvons congeler des branches entières dans des sacs en plastique. Il n'est pas utile de décongeler la glace sans avoir besoin d'utiliser les plantes, car pour les feuilles, elles s'effritent rapidement après avoir été congelées. Congeler les jus extraits de plantes médicinales et les utiliser au besoin (Ticli, 1997).

Chapitre III

**Synthèse des travaux sur l'effet de
NaCl et de l'acide salicylique sur la
germination des grains**

1- Action de l'acide salicylique sur la germination des graines de l'*Atriplex canescens* et *A. halimus* stressées au chlorure de sodium

Les résultats d'**Oudina et Selfaoui,(2014)** montrent que la réponse des graines de l'*Atriplex* au stress salin varie dans le temps selon l'espèce, les graines, les concentrations en sel et en acide salicylique. L'espèce *Atriplex canescens* est plus tolérante aux fortes intensités salines que l'espèce *Atriplex halimus*. En effet, les taux cumulés les plus importants qui sont respectivement de 60% et 73.33% sont enregistrés sous les deux prétraitements d'acide salicylique (0,5 et 0,75 mM) pour *Atriplex canescens*, par contre pour *Atriplex halimus*, c'est le trempage avec 0.5 mM d'acide salicylique et le stress avec 600 mM du NaCl qui a donné le taux de germination le plus élevé (10 %). On conclut que l'acide salicylique a une action sur la germination des graines d'*Atriplex*.

Selon **Gulzar et Khan (2001)**, la salinité inhibe la germination des graines des halophytes de deux façons: (1) la prévention de germination sans perte de viabilité supérieure par rapport à la salinité; et (2) de retarder la germination des graines à des salinités qui causent le stress des graines, mais n'empêche pas la germination. Concernant l'action de l'AS avec qui a amélioré la germination chez surtout *Atriplex canescens*, ces résultats sont aussi cohérents avec ceux de (**Shakirova et al., 2003**) qui a rapporté des résultats encourageants sur la germination des graines avec l'application SA .

2- Sur le compartiment des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.)

Selon **Vanacker et al. (2001)**, la littérature portant sur les différents processus physiologiques modulés spécifiquement par l'acide salicylique en tant qu'inducteur de réaction de défense, rapport des effets sur l'expansion et la mort de la cellule ; mais à présent beaucoup de travaux impliquent l'acide salicylique dans la réalisation de différents programmes d'antistress (**Ashraf et al., 2010**)

Les résultats de **Hamsas (2013)** montrent que l'augmentation de la concentration en NaCl retarde ou réduit la précocité, le taux final et ralentisse la cinétique de germination des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) chez les deux types d'application (NaCl seul et combiné), mais la concentration de 0.05 mM d'acide salicylique semble améliorer ces taux chez les graines imbibées dans la combinaison NaCl+ acide salicylique.

De même, selon **El Tayeb (2005)**, l'acide salicylique a amélioré la germination des graines de *S. Marina*. Il a été constaté que le taux de germination finale était plus élevé lorsque les graines sont traitées avec 0,5 mM d'acide salicylique sous une salinité de 50 mM de NaCl. L'interaction de l'effet de l'acide salicylique et de NaCl sur le taux de germination finale était statistiquement significative

3- Sur les composantes du rendement et la résistance biotique et abiotique chez *Cicer arietinum*

Les résultats indiquent **Boukra à Djamil (2016)** les effets du traitement de l'acide salicylique sur l'amélioration de la germination dès les premières 24h. On a remarqué que le pourcentage de germination des graines non traitées du pois chiche a été effectué par les deux stress biotique et abiotique. Le taux final des graines germées a atteint 30,8% avec la salinité, on compare avec le témoin qui a été de 89,4%. Tandis que, le traitement des graines par les concentrations d'AS ont conduit à une augmentation remarquable du pourcentage de germination soit sous les effets de la salinité respectivement, soit sous les effets des champignons.

Il y'a lieu de noter également que les graines traitées avec 1Mm d'acide salicylique ont montré une absence complète de germination, sous les différentes conditions de stress. Cette concentration d'acide salicylique simple défavorable pour la germination du pois chiche.

Chez les légumineuses, l'effet dépressif du sel sous manifeste à partir d'un seuil critique de concentration, caractéristique de l'espèce ou de la variété (**Faghire et al, 2010, Farissi et al, 2013, 2014**). Nous pouvons remarquer que chez le pois chiche les deux stades

de germination et de croissance ont été affectés par la salinité (**Samini et al, 2010**). Ainsi, la croissance végétative du pois chiche est réduite, suite à la réduction des feuilles et la longueur des tiges (**Christianson and Duffy, 2002**).

Senaratna et al (2002) ont mentionné que l'acide salicylique est important médiateur cher la défense des plantes contre les stress de l'environnement.

En effet, **Boukraà Djamil(2016)** constater que le traitement avec l'acide salicylique a montré une augmentation des taux des plantes développées et en parallèle, une amélioration dans les paramètres des tiges et des feuilles, soit sous stress abiotique ou biotique. Plusieurs auteurs ont reportés que l'acide salicylique est impliqué dans la régulation des paramètres de croissance, la stimulation de l'élongation des tiges et l'augmentation du nombre des feuilles chez pois chiche (**Shakirova et al., 2003 ; Stiven and Senaratna, 2006 ; Singh et al.,2010, Hayat et al 2010**), notamment avec la dose la plus faible (0,05% mM).

4- Sur la tomate cultivée (*Solanum lycopersicum*)

Selon **Hela Ben Ahmed et al, (2010)** au terme des douze jours de culture, trois cas de mortalité ont été observés sur 31 plantes de tomate mise en culture en présence de NaCl. Cette mortalité disparaît lorsque l'AS est ajouté au milieu. Cet effet positif sur la survie en milieu salé a été récemment mis en chez la tomate var. Roma cultivée sous stress salin (**Stevens et al., 2006**). Sur sel, les plantes présentent une réduction de masse de matière sèche de l'ordre de 30% par rapport au témoin. Le système racinaire est peu sensible à NaCl et sa croissance est stimulée par l'AS. L'effet dépressif de NaCl, qui se manifeste essentiellement au niveau des parties aériennes, est atténué par l'addition d'AS. En effet, la réduction de la masse de matière sèche est de 35% pour les feuilles en absence d'AS et de 20% seulement en sa présence. Le même comportement est observé au niveau des tiges.

Chez la tomate var. Rio Grand cultivée sur milieu témoin, K⁺ est le cation dominant dans les organes et particulier dans les tiges. L'addition de sel au milieu de culture entraîne une forte diminution des teneurs en ce cation dans trois organes, atténuée par l'addition d'acide salicylique. De plus, la sélectivité en faveur de K⁺ est diminuée en présence de sel.

Le déficit d'alimentation en anions majeurs (nitrate, phosphate et sulfate) représente aussi une perturbation nutritionnelle liée à l'excès de Cl⁻ dans le milieu (**Levigneron et al., 1995**). En effet, Cl⁻ exerce un effet inhibiteur sur l'absorption d'anions indispensables, tel que NO₃⁻, ce qui entraîne une baisse des teneurs en composés azotés, suivie éventuellement d'une limitation de la croissance (**Zid & Grignon, 1991**).L'AS est participer au maintien

d'une meilleure alimentation des tiges et des feuilles en anions, ce qui représente l'une des causes possibles de l'amélioration de la croissance en milieu salé (**Zid & Ben Salah, 2005 ; M'Charek et al., 2007**). La sensibilité au sel de certaines variétés de tomate est liée non seulement à un déséquilibre nutritionnel, mais aussi à l'accumulation excessive de Na^+ et Cl^- dans la plante (**Perez-Alfocea et al., 1993 ; Ashraf & Harrir, 2004**).

Les résultats de **Hajer Mimouni et al, (2010)** obtenus de jeunes plantes de tomate var. Rio Grande, cultivées en présence de NaCl 100Mm, la fourniture d'acide salicylique 0,1Mm par voie racinaire permet de réduire la mortalité et d'atténuer l'action dépressive du sel sur la croissance. Cet effet positif résulte probablement d'une amélioration de l'alimentation de la plante en K^+ , Ca^{2+} et en anions indispensables et d'un ralentissement de l'accumulation de Na^+ et Cl^- dans les organes photosynthétiques. La vérification de cet effet sur des plantes adultes en production permettrait de préconiser l'utilisation de l'acide salicylique dans l'amélioration de la tolérance au sel chez la tomate cultivée.

5- Sur la germination et la croissance de quelques variétés d'Haricot (*phaseolus vulgaris L.*)

Les résultats obtenus par **Fetnassi Ouarda(2015)**, pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl ont montré une réponse négative au stress salin, pour les différents paramètres étudiés. Une diminution du taux de germination, la longueur de la radicule et la longueur de la tige ont été enregistrées pour les graines soumises à des concentrations élevées de NaCl et ce pour l'ensemble des variétés.

A partir des résultats obtenus par **Fetnassi Ouarda(2015)**, la variété coco rose Amélioré semble plus sensible que les autres variétés. Pour laquelle le taux de germination est diminué considérablement à partir de la concentration 50mM en comparaison avec les deux autres variétés, anihiltor et haricot blanc.

6- Sur quelque paramètre de certaines plantes médicinales et aromatiques (*Mentha saueolens – Coriandrum sativum- Ocimum gratissimum*)

Les résultats de **ES-Sbihi Fatima Zohra (2015)** montrent un effet négatif du sel sur la germination, ces résultats sont cohérents avec ceux de (**Shakirova et al., 2003**) qui ont rapporté des résultats remarquables sur la germination des graines avec l'application d'acide salicylique. Par ailleurs **El keblawy et al., (2005)**, ont montré que la salinité élevée cause une inhibition de la germination. L'application exogène de l'AS peut influencer sur une gamme de

divers processus, y compris la germination des graines, la fermeture des stomates, l'absorption d'ions et le transport, la photosynthèse et la croissance (El tayeb, 2005).

Par ailleurs la salinité exerce un effet négatif sur la croissance, les résultats obtenus par **ES-Sbihi Fatima Zohra(2015)** montrent que la croissance ralentit après une application du stress salin. Ces résultats concordent avec ceux de **Bouaouina et al., (2000)**, qui ont montré que l'augmentation de la concentration en NaCl, diminue la croissance du blé dur (*Triticum durum* L.). Par ailleurs d'après **Bouchoukh (2010)** la salinité limite la croissance et le développement des plantes, cette réduction de la croissance semble être associée à une forte accumulation de Na⁺ dans la plante.

Au terme de notre travail qui a visé d'étudier la tolérance à la salinité en présence de différentes concentrations d'acide salicylique, et dans le but global de déterminer l'effet de ces paramètres sur la germination, la morphologie et sur quelques paramètres biochimiques, nous avons confirmé que le sel a un effet dépressif sur ces paramètres par ailleurs l'application d'acide salicylique dans milieu stressé réduit le dommage de stress salin. Cependant, cet effet varie en fonction de la concentration d'acide salicylique.

A la lumière de ces résultats, il est possible de l'élargir les axes de recherches afin d'apporter plus d'informations concernant les mécanismes de résistance des plantes aux divers stress biotiques et abiotiques par l'utilisation des traitements par acide salicylique en vue d'une valorisation agronomique, écologique et économique. Ainsi nous pouvons suggérer que l'application de l'acide salicylique doit être utilisée dans les études de germination chez d'autres plantes pour confirmer l'effet de cette molécule ainsi que la concentration optimale qui peut améliorer la germination.



CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Nous concluons par nos recherches que la salinité des sols est un facteur abiotique majeur dans la faible productivité de nombreuses cultures, La concentration élevée de la salinité agissent négativement sur la germination, l'effet de la solution salines peut être toxique et osmotique.

On conclut que l'effet du stress salin sur les plantes médicinales conduit à une diminution et une croissance de la germination à des taux variables selon les concentrations de stress salin et le type de plantes médicinales, car il existe différentes plantes ou cultures dans leur sensibilité aux sels, certaines d'entre elles poussent et produisent une culture complète dans des conditions de salinité beaucoup plus importantes que d'autres.

Pour améliorer la résistance à la salinité des plantes médicinales et aromatiques, des mécanismes ont été mis en place résultant des développements physiologiques et biochimiques qui permettent aux plantes de s'adapter aux sols salés.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Référence bibliographique :

A

- Abdelkader D. Z. and Saleh A. A. H., 2002.** Protection induced by external Ca^{++} application on proline accumulation, ion balance, photosynthetic pigments, ABA concentration and protein of mustard seedlings (*Sinapis alba* L.) under salinity stress. *Egyptian J. of Biology*, 4, p. 14-22.
- Abdelly C., 2006.** Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins et le traitement des eaux salines. Rapport d'activités 2007. Centre de biotechnologie à la technopole de Borj-Cedria, Tunisie, pp. 28- 31.
- Agastian P, Kingsley SJ & Vivekanandan M., 2000.** Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosyn.* 38: 287-290.
- Aguado-Santacruz, G.A., et Jimenez-Bremont, J.F. 2007.** Salt Stress increases the expression of p5cs gene and induces proline Accumulation in cactus pear. *Plant Physiol. Biochem.* 46(1) : 82–92. doi:10.1016/j.plaphy.2007.10.011. PMID:18054243.
- Amjad Houssain M., 2005.** Neem Seedoil : Bangladesh.Exemples of the development of pharmaceutical products from médécinal plants. Bangladesh Council of scientific and industeriel Research (BCSIR).10, 59-63.
- Amtmann, A., et Leigh, R. 2010.** Ion homeostasis.Chap. 12. Dans *Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation*. Sous la direction d'A. Pareek, S.K. Sopory,H.J. Bohnert et Govindjee. p. 245–262.
- Apse, M.P and Blumwald E., 2007.** Na^{+} transport in plants.*FEBSLett.* 581(12) : 2247-2254.doi:10.1016/j.febslet.2007.04.014. MID:17459382.
- Arous J. L; Slafer G.A; Reynolds M.P et Royo C. 2002.** Plant breeding and drought in C-3 cereals: what should webreed for? *Ann. Bot.* (89) 925-940.
- Ashraf, M. 2008.** Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using anitoxidants as markers.*Biotechnol. Adv.* 27(1) : 84–93. doi:10.1016/j.biotechadv.2008.09.003. PMID:18950697.
- Ashraf, M. et Harris P.J.C. 2004.** Potential biochemical indicatifs of salinity tolerance in plants.*Plant Sci.*, 166: 3-16.

-Asloum H., 1999. Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis: 24- 32.

-Association Française de Normalisation-1986. Recueil de normes Française « Huile essentielle », AFNOR, Paris, AFNOR NFT75-006.

B

-Baba aissa, F., 2000. Encyclopédie des plantes utiles. p : 2-3.

-Bahorun T. 1997. Substances Naturelles Actives: La Flore Mauricienne, Une Source D'approvisionnement Potentielle. AMAS. Food and Agricultural Research Council. Réduit. Mauritius.

-Baiz D., 2000. Guide des analyses en pédologie 2ème ed. Institut National de la recherche agronomique, Paris : 206–207.

-Balasundram N.; Kalyana S. and Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence and potential uses. *Food Chemistry*, 99, pp: 191–203.

-Bardeau, F. 1973. La pharmacie du Bon Dieu, Paris, Edition Stock, Vol.01, 334p.

-Barkla, B.J., Zingarelli, L., Blumwald, E., and Smith, J.A.C., 1995. Tonoplast Na^+/H^+ antiport activity and its energization by the vacuolar H^+ -ATPase in the halophytic plant *Mesembryanthemum crystallinum*. *Plant Physiol.* 109(2): 549–546. PMID:12228611.

-Bartels, D., and Sunkar, R., 2005. Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24(1) : 23–58. Doi:10.1080/ 07352680590910410.

-Baser KHC. And Buchbauer G., 2010. Handbook of Essential oils : Science, Technology and Applications. CRC Press. UK.

-Bekhouche, H. 1992. Etude de la germination de quelques lignées de pois chiche soumis à la salinité, croissance, anatomie des racines Thèse D.ES Biol. Université & Oran 68 P.

-Belakhder J, 1997. La pharmacopée traditionnelle marocaine: Médecine arabe ancienne et savoir-faire. ISBN 2-910728-03-X. Ibis Press.

-Belkhodja, M et Bidai, Y. 2004. Réponse de la germination des graines d'*Atriplex halimus* L. sous stress salin. *Revue Sécheresse*, N°4, vol.15 p 331-335.

-Benghanou, M.,2012. La phytothérapie entre la confiance et mefiance : Memoire professionnel infirmier de la sante publique, institut de formation paramédical CHETTIA Alger (56p).

-Benzellat benmohamed, 2012. Contribution à l'amélioration des rendements des plantes cultivées en sols salés. Mémoire de magister en sciences agronomiques, Université BoubakerBelkaid, Tlemcen : 170P.

-Berset C. 2006. Antioxydants phénoliques-Structures, propriétés, sources végétales. In «Les polyphénols en agroalimentaire ». Ed.: Lavoisier, ISBN 2-7430-0805-9, pp : 1-27. Balasindram et al, 2006.

-Blumwald, E., Grover, A., et Good, A.G., 2004. Breeding for abiotic stress resistance: challenges and opportunities. 2004 « New directions for a diverse planet ». Dans Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 September – 1 October 2004, Brisbane, Australia.

-Bohnert, H.J., et Jensen, R.G. 1996. Metabolic engineering for increased salt tolerance — the next step. Aust. J. Plant Physiol. 23(5) : 661–667. Doi:10.1071/PP9960661.

-Bolurer et jeusen, 1996

-Borsani, O., Valpuesta, V., and Botella, M.A., 2003. Developing salt tolerant plants in a new century: a molecular biology approach. Plant Cell Tissue Organ Cult. 73(2) : 101–115. Doi:10.1023/A:1022849200433.

-Brosché, M., Overmyer, K., Wrzaczek, M., Kangasjärvi, J., et Kangasjärvi, S. 2010. Stress signaling III: Reactive oxygen species (ROS). Chap. 5. Dans Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation. Sous la direction d'A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee. p. 91–102.

-Brunton J, 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Editions médicale Internationales. 3^{ème} Ed. Paris, 810p.

C

-Chen S., Li J., Wang S., Huttermann A., Altman A. 2001. Salt, nutrient uptake and transport, and ABA of *Populus euphratica*; a hybrid in response to increasing soil NaCl. Trees-Struct. Funct. 15,186–194.

Chevallier, 2001. Encyclopedia des plantes médicinales. Edit. La rousse, Paris, pp16, 293, 295.

Chira K.; Suh J.-H. et Teissède P.-L. 2008. Les polyphénols du raisin. Phytothérapie, 6, pp:75-82.

Colmenero-Flores, J.M., Martinez, G., Gamba, G., Vazquez, N., Cornillon, P., et Palloix, A. 1995. Identification and functional characterization of cation-chloride cotransporters in plants. Plant J. 50(2) : 278–292. doi:10.1111/j.1365-313X.2007. 03048. x. PMID:17355435.

Cowan M. M. 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. C2LINICAL MICROBIOLOGYREVIEWS, pp: 564-582.

Cushnie T. P. and Lamb A. J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. International Journal of Antimicrobial Agents, 26, pp: 343-356.

D

Daciana Ciocan I. and Băra I. 2007. Plant products as antimicrobial agents. Sectiunea Genetică și Biologie Moleculară, TOM VIII, pp: 151-156.

Debuigie, G., 1984. Larousse des plantes qui guérissent, Librairie Larousse, p.5-6.

Delaveau, 1987. Les Epices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments. Albin Michel Editeur. 372 p

Delphine et al. 1998. Salt tolerance and salinity effect on plants: review. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 60, 349 p.

Derbel S. et Ghedira K. 2005. Les phytonutriments et leur impact sur la santé. Phytothérapie1, pp: 28-34.

Diallo, B., Samba, S.A.N., Sane, D et Diop, T. 2013. Effet du chlorure de sodium sur la germination de graines de Ricinus communis L. Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(4): 1534-1544.

Douaoui A., Hartani T., 2007. Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas-Chélif. Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du troisième atelier régional du projet Sirma, 5p.

Duchauffour P., 1979. Pédologie tome 2, constituant et propriétés du sol, Ed. Masson. Paris, 459p.

Durand J.H, 1954. Les sols irrigables. Agence de coopération culturelle et technique P.U. France, 190p.

Duteurtre G, 2000

E

Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D. 2007. La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.

F

Fakim-Gurib., 2006. Traditions of yesterday and drugs of tomorrow, Molecular Aspects of Medicine 27,1-93.

FAO 2004. Trade in medicinal plants. Rome : FAO. 62 p.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/af285e/af285e00.pdf>

Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D. et Guo Z. 1986. Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé. 64 (2) : 159-164.

Flowers, T.J., Troke, P.F., and Yeo, A.R. 1977- Horie T et Schroeder JI., 2004. The mechanisms of salt tolerance in halophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 28(1) : 89–121. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.000513.

Funatogawa K.; Hayashi S.; Shimomura H.; Yoshida T.; Hatano T.; Ito H. and Hirai Y. 2004. Antibacterial activity of hydrolysable tannins derived from medicinal plants against *Helicobacter pylori*. Microbiol. Immunol., 48, pp:251-261.

G

Gakuru S. et Foua-Bi K., 1996. Effet d'extraits de plantes sur le bruché du niébé *Coltosobructius maculatus* Fab. Et le charançon du riz *Sitophilus orizae* L. Cahiers Agriculture; vol. 5. T 1, pp.39-42.

Galiba, G., et de Ronde, J.A. 2005. Genetic manipulation of proline levels affects antioxidants in soybean subjected to simultaneous drought and heat stresses. Physiol. Plant. 124(2) :

227–235. doi:10.1111/j.1399-3054.2005.00504.x.

Garg A k., Kim JK., Owens TG., Ranwala AP., Choi YD., Kochian LV., Wu RJ., 2000. Trichalose accumulation in rice plants converts high tolerance levels to different abiotic stresses. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 99: 15898-15903.

Gomez-Cadenas A., Arbona V., Jacas J., Primo-Millo E., Talon M. 2002. Abscisic acid reduces leaf abscission and increases salt tolerance in citrus plants. *J. Plant Growth Regu.* 21, 234–240.

H

Halitim A., 1988. Sols des régions arides d'Algérie. Office de Publications Universitaires, Alger: 39- 40.

Handi A, 1999. Saline irrigation and management for sustainable use In: *Advanced Short Course on Saline Irrigation Proceedings*, Agadir. 152-227.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K., et Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51(1) : 463–499. Doi:10.1146/annurev.arplant.51.1.463. PMID:15012199.

Helle, L., Carsten, O. 2007. Unsustainable collection and unfair trade? Uncovering and assessing assumptions regarding Central Himalayan medicinal plant conservation. *Biodiversity Conservation*, vol. 16, n. 3, p. 1679-1697.

Horie T et Schroeder JL., 2004 : Sodium transporters in plants. Diverse genes and physiological functions. *Plant Physiology* pp2457-2462.

Hospikins W. G, 2003. *Physiologie Végétale .2ème édition Américaine*, de Boeck et Lancier S A, Paris, 514p.

Hsiao T.C., Acevedo E., Fereres E. and D.E. Henderson., 1976. Stress metabolism. Water stress, growth, and osmotic adjustment. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. (B)*, 273:470–500.

Hussain, 2005. La quercitrine et ses dérivés : molécules à caractère pro- oxydant ou capteurs des radicaux libres ; études et applications thérapeutiques. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en science de l'université, Louis Pasteur. Domaine : pharmacochimie, P155.

I

Iglesias, D.J., Brumos, J., et Talon, M. 2007. Identification and functional characterization of cation-chloride cotransporters in plants. *Plant J.* 50(2) : 278–292. doi:10.1111/j.1365-313X.2007.03048.x. PMID:17355435.

Iserin, paul, 2001. Larousse des plantes médicinales. Andrew Chevallier, p 10 14 15.

Isman, M.B., 2005. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.*, N° 51, pp. 45-66.

J

Jang H.-D.; Chang K.-S.; Huang Y.-S.; Hsu C.-L.; Lee S.-H. And Su M.-S. 2007. Principal phenolic phytochemicals and antioxidant activities of three Chinese medicinal plants. *Food Chemistry*, 103, pp: 749-756.

K

Kangasjärvi, S. 2010. Stress signaling III: Reactive oxygen species (ROS). Chap. 5. Dans *Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation*. Sous la direction d'A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee. p. 91–102.

Karmous C., 2007. Contribution à l'étude des mécanismes de tolérance à la salinité au stade juvénile chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) : aspects physiologique, biochimique et moléculaire. Thèse de doctorat en agronomie et science de la production végétale. INAT, Tunis: 211p.

Karou D.; Dicko M. H.; Simpore J. and Traore A. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina Faso. *African Journal of Biotechnology*, 4, pp: 823-828.

Kathe, W., & Gallia, E. 2006. Study on Implementation Strategies and Opportunities for Pilot Implementation. Excerpt from Final Draft. ISSC-MAP/WWF/TRAFFIC/IUCN.

Khajeh-hosseini M., Powella A., Bingham 1.J., 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of son, bean seeds. *Sci Technol* 31, p.715-725.

Khetouta M, L., 1987. Comment se soigner par les plantes médicinales. Editions marocaines et internationales, Tanger, 311p.

Kocsy, G., Laurie, R., Szalai, G., Szilagy, V., Simon-Sarkadi, L.,

Kosalec I.; Pepeljnjak S.; Bakmaz M. and Vladimir-Knežević S, 2005.Flavonoid analysis and antimicrobial activity of commercially available propolis products.Acta. Pharm., 55, pp: 423-430.

Kurita, N., Koike, S., 1982.Synergetic antimicrobial effect of sodium chloride and essential oils components.Agric. Bil. Chem. 46: 159-165.

L

Laib I., 2010.Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs séchées de Lavandula Officinalis sur les moisissures des légumes secs. Mémoire de Magister. Option : Technologie alimentaire. Université Mentouri Constantine.

Lange, D., 2001. Trade in Medicinal and Aromatic Plants: A Financial Instrument for Nature Conservation in Eastern and Southeast Europe? Proceedings of a seminar held at the International Academy for Nature Conservation. Isle of Vilm, Germany : German Federal Agency for Nature Conservation.

Le Houerou, 1986; Franchis et Ibanez., 2003. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens; Rapport Pan Bleu ISBN. Plan d'action pour la Méditerranée PNVE. 69p.

Leaman, D.J. 2009. Soulager la pression. Planète conservation, avril, vol. 39, n. 1, p. 8-10.

Levigneron, A; Lopez, F; Vansuyt, G; Berthomieu, P; Fourcroy, P. et Casse- Delbarte, F, 1995. Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures, 4,263-273.

Longstreth DJ et Nobel PS., 1979. Salinity effects on leaf anatomy. Plant Physical. 63(4) :700-703.

Lu, C., Zheng, X., Hu, Z., Zhang, Z., Song, J., et Xu, Y. 2008.NaCl-induced alternations of cellular and tissue ion fluxes in roots of salt-resistant and salt-sensitive poplar species. Plant Physiol. 149(2) : 1141–1153. doi:10.1104/pp.108.129494. PMID: 19028881.

Lubbe, A. & Verpoorte, R., 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for Specialty industrial materials.Industrial Crops and Products, n° 34, p. 785-801.Mokkadem, 2004.

M

Maas E. V et POSS J.A., 1989. Salt sensitivity of wheat at different growth stages.Irrig.Sci. pp29-40.

Maathuis, F.J.M., et Amtmann, A. 1999. K⁺ nutrition and Na⁺ toxicity: the basis of cellular K⁺/Na⁺ ratios. *Ann. Bot. (Lond.)*,84(2) : 123–133. doi:10.1006/anbo.1999.0912.

Madeleine P., Monique T., Bezanger B., 1986. Les plantes dans thérapeutique moderne, Maloine, 469p.

Mahajan, S., Pandey, G.K., and Tuteja, N., 2008. Calcium- and salt- stress signaling in plants: Shedding light on SOS pathway. *Arch. Biochem. Biophys.* 471(2) : 146–158. doi:10.1016/j.abb.2008.01. 010. PMID: 18241665.

Maillard J.,2001. Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.

Majumder, A.L., Sengupta, S., et Goswami, L. 2010. Osmolyte regulation in abiotic stress. Chap. 16. Dans *Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation*. Sous la direction d'A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee. p. 349–370.

Mansour, M.M.F. 1998. Protection of plasma membrane of onion epidermal cells by glycinebetaine and proline against NaCl stress. *Plant Physiol. Biochem.* 36(10) : 767–772. Doi:10.1016/S0981-9428(98)80028-4.

Marlet S., 2004. Évolution des systèmes d'irrigation et gestion de la salinité de terres irriguées. Projet INCO-WADEMED, Actes du séminaire Modernisation de l'agriculture irriguée, 11p.

Marlet S., Vincent B, Vidal A, Bouarfa S, Wu J, Yang J, N'Diaye M.k, Kuper M, Zinner D., 2005. Gestion de l'eau et de la salinité et redistribution des sels dans les périmètres irrigués. Congress, Symposium R. 12. International commission on irrigation and drainage. Beijing. *Résumés* 12-18 p.

Marouf, A. et Reynaud, J. (2007). *Labotanique de A à Z*. 1662 définitions. Ed Dunod :P.286.

Meftah, 2003.

MERMOUD A., 2006. Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.

Miller, R.W. and R.L Danahue, 1995. *Soils in Our Environmental*, Seventh Edition. Prudence Hall, Englewood, Cliffs, Nd.p. 323.

Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., et Van Breusegem, F. 2004. Reactive oxygen gene network of plants. *Trends Plant Sci.* 9 (10) : 490–498. doi:10.1016/j.tplants.2004.08.009. PMID:15465684.

Mouhhouche B et Boulassal M.1999. Contribution à une meilleure maîtrise des pertes en eau d'irrigation et de la salinisation des sols en zones arides. *Recherche Agronomiques*, 4 :15-23.

Munns, R., Greenway, H., et Kirst, G.O. 1983. Halotolerant eukaryotes. Dans *Physiological plant ecology. III. Responses to the chemical and biological environment encyclopedia of plant physiology.* Vol. 12. Sous la direction d'O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond et H.H. Zeigler. Springer-Verlag, Berlin. p. 59–135.

Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytol.* 167(3) : 645–663. doi:10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x. PMID:16101905.

N

Nijveldt, R.J., Van Nood, E., Van Hoorn, D.E., Boelens, P.G., Van

Norren, K., et Van Leeuwen, P.A. 2001. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am. J. Clin. Nutr.* 74(4) : 418–425. PMID:11566638.

O

Oksman-Caldentey K.-M., 2001. Antimicrobial properties of phenolic compound from berries. *Journal of Applied Microbiology*, 90, pp: 494-507.

Ommamie.N., 2005. Response of Amaranth to salinity stress. These of Ph.D. Horticulture. University of Pretoria. Chapter 1, p 5-20, chapter 6, P1.

P

P., CASSE-DELBART F., 1995. Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*. 4 (4): 263-273.

Pang J., Cuin T, Shabala L., Zhou M., Mendham N. and Shabala S., 2007. Effect of Secondary Metabolites Associated with Anaerobic Soil Conditions on Ion Fluxes and Electrophysiology in Barley Roots. *Plant Physiol.* 145: 266-276.

Parent, C., Capelli, N., et Dat, J., 2008. Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. *C. R. Biol.* 331(4) : 255–261. doi:10.1016/j.crvi.2008.02.001. PMID:18355747.

Parida, A.K., Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: review. *Ecotox. Environ. Safety* 60, 324–349.

Patricia Bechaalany, 2003. L'utilisation des huiles essentielles dans les affections inflammatoires en complément du traitement ostéopathique. Mémoire du diplôme ostéopathie animal, European School of Animal Osteopathy. 2005 pp 10,11

Paul S., 1977. Guide des plantes médicinales, Delachaux et Niesetli, Ferdinand Pari, 396p.

Pearen, JR., Pahl, MD., Wolynetz, MS., et Hermesh, R., 1997. Association of salt tolerance at seedling emergence with adult plant performance in slender wheat grass. *Canadian Journal of Plant Science* 77: 81–89.

Penelope Audi., 1999. Al-Kamil dans les herbes et les plantes médicinales: un lexique latin-anglais-français-arabe, Academia International, Beyrouth.

Porter N., 2001. Essential oils and other production. *Crop and Food Research*. Number 39.

Puupponen-Pimiä R.; Nohynek L.; Meier C.; Kähkönen M.; Heinonen M.; Hopia A. and

Q

Qiu et al 2004

R

R'him T., Tlili I., Hnan I., Ilahy R., Benali A et Jebari H., 2013. Effet de stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de 3 variétés de piment (*Capsicum annum L.*). *J. Appl. Biosci.* 66 : 5060–5069.

Rhodes, D., Nadloska-Orczyk, A., et Rich, P.J. 2002. Salinity, osmolytes and compatible solutes. Dans *Salinity: environment–plants–molecules*. Sous la direction d'A. Lauchli et U. Luttge. Kluwer, Boston. p. 181–204.

Rodríguez Vaquero M. J.; Alberto M. R. and de Narda M. M. C., 2007. Antibacterial effect of phenolic compound from different wines. *Food Control*, 18, pp: 93-101.

Roux, Danielle., 2007. ODILE Catier. Botanique pharmacognosie phytothérapie. Wolterskluwer, p 9 67 74 75 89 90 72 73 73 111.

Rubio S., Lynne W.T.R., Graham L.I.A. and Rodriguez P.L., 2008. The coenzyme à biosynthetic enzyme phosphopanthéine Adenyletransferase play a crucial Role in Plant Growth, Salt/osmotic stress resistance, and seed lipid storage. *Plant Physiol.* 148: 546 – 556.

S

Sairam, R.K., et Tyagi, A. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Curr. Sci.* 86 : 407–421.

Schippmann, U., Leaman, D., & Cunningham, A., 2002. Impact of Cultivation and Gathering of Medicinal Plants on Biodiversity: Global Trends and Issues. In : FAO. Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries. Satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, 12-13 October, 2002. Rome : FAO Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. 21 p.

Schroeder JI, Kwak JM, Allen GJ., 2001. Guard cell abscisic acid signalling and engineering drought hardiness in plants. *Nature*;410:327–30.

Schuhmacher A et Reichling P., 2003. Virucidal effect of Peppermint oil on the enveloped viruses Herpes Simplex Virus type 1 and type 2 in vitro. *Phytomedicine*, 10(6-7), 504-510.

SHABALA S.; SHABALA L; VOLKENBURGH E. V. and NEWMAN I., 2005. Effect of divalent cations on ion fluxes and leaf photo chemistry in salinized barley leaves. *J. of Exp. Bot.*, 56, 415: 1369-1378.

Shabala, S., et Cuin, T.A., 2008. Potassium transport and plant salt tolerance. *Physiol. Plant.* 133(4) : 651–669. doi:10.1111/j.13993054.2007.01008.x. PMID:18724408.

Sheng, M., Tang, M., Chanh, H., Yang, B., Zhang, F et Huang, Y. (2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza* 18, 287–296.

Silva-Ortega, C.O., Ochoa-Alfaro, A.E., Reyes-Aguero, J.A.,

Smallfield, (2001). Introduction to growing herbs for essential oil, medicinal and culinary purpose. *Crop & Food Research*. Number 45, 4p.

Sun, J., Chen, S.L., Dai, S.X., Wang, R., Li, N., Shen, X., Zhou, X.,

Svoboda K. P. and Hampson J. B., 1999. Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti inflammatory and other related pharmacological activities

T

Taiz, L. and Zeiger, E., 2002. Plant physiology. Sinauer Associates. Sunderland. USA, 690p.

Thurzova L., 1978. Les plantes saintes qui posent autour de nous, Eddition Elsevier Séquoia, Bruxelles (4,268p).

Ticli, B., 1997. L'herbier de santé. 1^oédition, Paris, édition VECCHI SAO, p 01.206.

Traffic., 2011. Conservation of medicinal plants top of WHO agenda Wednesday, October 9, 2011, TRAFFIC in Plants - medicinal and aromatic.

<http://www.traffic.org/home/2011/10/19/conservation-of-medicinal-plants-top-of-who-agenda.html>.

Traffic., 1998. Europe's medicinal and aromatic plants: their use, trade and conservation. A Species in Danger Report. 13 p.

V

Verdegrer J., 1978. Ces médicaments qui nous viennent des plantes ou les Plantes médicinales dans les traitements modernes, Edition de Maloine S.A, Paris, 232p.

W

Wanjogu S.N., Muya E.M., Gicheru P.T. and Waruru B.K., 2001. Soil degradation: Management and rehabilitation in Kenya. Proceedings of the FAO/ISCW expert Consultation on Management of Degraded Soil in Southern and Eastern Africa (MADS-SEA) 2nd Networking Meeting 18-22 September 2000, Pretoria, South

Africa.PR102-113.

Y

Yahi N., Benhouhou S., 2010. Algérie. In : Radford E.A, Catullo G., Montmollin B. de (dir). Zones importantes pour les plantes en Méditerranée méridionale et orientale. Sites prioritaires pour la conservation. UICN. p. 27-30. Journal et Threatened Taxa, 2012.

Yang J., Guo J. and Yuan J., 2008. vitro antioxidant properties of rutin. LWT 41, pp: 1060-1066.

Z

Zhaoyu, S. Yong, L., Jingming., 2012. African Journal of Microbiology Research.

Zhu, J.K.,2003.