

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes

Thème

Effet de la salinité sur le pouvoir germinatif chez les plantes aromatiques et médicinales

Présenté par :

BOUABDALLAH Nawal

LAGRAA Houaria

OUADIA Fella

Devant le jury

Président	Mr BOUBEKEUR A	MCA	Univ. Tiaret
Examineur	Mr BOUFARES k	MAa	Univ. Tiaret
Promoteur	Mr BOUMAAZA. B	MCA	Univ. Tiaret
Co-promoteur	Mr BENZOHR. IE	Maître de recherche	CRSTRA

Année universitaire 2019 -2020

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles à fin d'accomplir ce travail.

Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre encadreur monsieur BOUMAZA Boualem qui a encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils, ses encouragements.

Nos remerciements vont aussi aux membres de notre jury de mémoire :

*A notre président du jury Monsieur BOUBKEUR Abdelaziz
C'est un réel plaisir pour nous d'avoir accepté de présider
notre jury de mémoire.*

A l'examineur BOUFARESS Khaled

*Nous sommes fières que vous ayez accepté d'examiner et
de juger notre travail.*

*Enfin nous présentons tous nos remerciements à tous ceux
qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire par leurs
connaissances et leurs conseils.*

*Toutes mes salutations à tous mes collègues de la promotion
de master génétique moléculaire 2019/2020 pour les
sympathiques moments qu'on a passés ensemble.*



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail, fruit de mes années d'étude et de
patience.*

*A celui qui m'a offert la vie et pour qui je dois réussir, source de
sagesse, et de tendresse qui m'a appris le respect et le sens du devoir et qui a
sacrifié le tout pour me voir heureuse.*

A toi Mon cher père : SADEK

*A la prunelle de mes yeux celle qui m'a poussé moralement, à la
femme fière de moi.*

A toi Ma chère mère : MERJEM.

*A mes adorables frères : LOTFI, FAROUK, ISLAM pour leur
soutien moral et leur présence dès que j'ai besoin d'eux.*

A mes belles cousines : FATMA, KHADIDJA.

A toute la famille OUADIA et NAALAMENE sans exception.

A mes chers amis : SAIDA, FATIHA, RAHIM.....

Toute personne m'ayant aidé dans la réalisation de ce travail.

*A tous Mes amis et Mes collègues de la promotion GÉNÉTIQUE
ET AMÉLIORATION DES PLANTES 2019/2020.*

FELLA

Dédicace

Je m'incline devant Dieu tout puissant qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidé la franchir.

Je dédie ce modeste travail à

Mes chers parents, pour leur endurance et leurs sacrifices sans limites.

*Mes sœurs Fatima, Wahiba, Hayet, Rachida et Mon frère
Mohammed.*

*A mon cher marié Hicham m'ont toujours encouragé pour que je réussisse
dans mes études.*

*A toutes mes chères amies, Aicha, Amel, Marwa, Soumia, Widad et
Nacira*

*Toute notre promotion de Master génétiques moléculaire et amélioration
des plantes.*

Tous mes enseignants.

Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Nawel

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à

Mes très chers parents, avec tout mon amour, ma tendresse et

mon estime, je n'arriverai jamais à leurs rendre ce qu'ils ont fait pour moi. Que Dieu vous protège.

A mes sœurs Samira , Imane ,Ratiba et ma petite Djinanene et mes frères Djillali ,Karim et Mohamed pour tout l'amour qu'ils m'apportent et leur soutien.

A toute la famille :LAGRAA

A toutes mes amies pour leurs encouragements

A mon encadreur monsieur Boumaaza Boualem pour ses efforts.

HOUARIA

Résumé

Les plantes médicinales et aromatiques sont des espèces dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques permettant la croissance et la reproduction dans un environnement aride et semi aride. Ils fournissent une quantité considérable de nouveaux produits utilisés dans plusieurs domaines comme la santé, la pharmacie, la parfumerie, la cosmétique, l'agriculture, l'alimentation et d'autres industries ne sont plus à démontrer.

La salinité est considérée comme l'un des principaux phénomènes abiotiques les plus importants qui affectent la productivité et le rendement des plantes dans les régions arides et semi arides. Sous ces conditions, le comportement écologique, physiologique et biochimique des plantes est perturbé. Face à ce problème, l'introduction de plantes tolérantes à la salinité est l'une des techniques les plus utilisées qui permettent d'améliorer le couvert végétal de certaines essences en zones arides, particulièrement dans les sols salés.

Au cours de la croissance, les plantes médicinales et aromatiques, comme toutes les végétaux se confrontés aux problèmes de salinité. L'étude relative à la germination est fortement impliquée dans la sélection pour l'adaptation des végétaux aux conditions salines.

Mots clés : Salinité, NaCl, germination, Plantes médicinales et aromatique.

Abstract

Medicinal and aromatic plants are species with a variety of ecological and physiological traits that allow growth and reproduction in an arid and semi-arid environment. They provide a considerable amount of new products used in several fields such as health, pharmacy, perfumery, cosmetics, agriculture, food and other industries are no longer proven. Salinity is considered one of the most important abiotic phenomena that affect plant productivity and yield in arid and semi-arid regions. Under these conditions, the ecological, physiological and biochemical behaviour of plants is disrupted against with this problem, the cration of salt-tolerant plants is one of the most widely used techniques to improve the vegetation cover of certain species in arid areas, especially in saline soils.

During growth, medicinal and aromatic plants, the same as all plants fare confronted to both salinity problems. The germination study is heavily involved in the selection for plant adaptation to saline conditions

Key words: Salinity, NaCl, germination, Medicinal and aromatic plants.

ملخص

النباتات الطبية والعطرية هي أنواع ذات سمات إيكولوجية وفسولوجية متنوعة تسمح بالنمو والتكاثر في بيئة قاحلة وشبه قاحلة. وهي توفر كمية كبيرة من المنتجات الجديدة المستخدمة في عدة مجالات مثل الصحة والصيدلة والعطور ومستحضرات التجميل والزراعة والأغذية وغيرها من الصناعات التي لم تعد مثبتة. تعتبر الملوحة واحدة من أهم الظواهر التي تؤثر على إنتاجية النبات وغلته في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وفي ظل هذه الظروف، يتعطل السلوك الإيكولوجي والفسولوجي والبيوكيميائي للنباتات. وفي مواجهة هذه المشكلة، يعد استعمال النباتات التي تتحمل الملوحة من أكثر التقنيات استخداماً لتحسين الغطاء النباتي لأنواع معينة في المناطق القاحلة، ولا سيما في التربة المالحة.

خلال النمو، النباتات الطبية والعطرية، مثل جميع النباتات تواجه مشاكل الملوحة. وتشارك دراسة الإنبات بشكل كبير في اختيار للتكيف النباتي للظروف المالحة.

الكلمات الرئيسية: الملوحة، NaCl، الإنبات، النباتات الطبية والعطرية.

Liste des abréviations

% : pourcentage
°C : Degré Celsius
ABA : Acide abscissique
ATP : L'adénosine triphosphate
Ca⁺²: calcium
cl- : chlorure
cm : Centimètre
CNIS : Centre National de l'Informatique et des Statistiques
CO₂ : Le dioxyde de carbone
CPPARM : Comité des Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales
DS : Conductivité de l'extrait à saturation
FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
g : Gramme
H⁺ : Hydrogène,
ha : Hectare
H₂CO₃ : L'acide carbonique
HE : Huile essentiel
K⁺ : Potassium
Km³ : kilomètre cube
l : Litre
m mho/cm : Millimhos par centimètre
m : mètre
m³ : mètre cube
meq : Milliéquivalent
MgSO₄ : Sulfate de magnésium
mm: Millimètre
MS : Matière Sèche
N : Azote
Na⁺ : Sodium
NaCl : Chlorure de Sodium
Na₂CO₃ : carbonate de sodium
Na₂SO₄: Sulfate De Sodium
NO₃⁻ : Nitrate
O₂ : Oxygène
OACI : Organisation de L'aviation Civile Internationale
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
P : Phosphore
PAM : Plantes Aromatiques et Médicinales
PH : Potentiel Hydrogène
PPase : Pyrophosphates
PS II : Photosystème II
S.A.U : La Surface Agricole Utilisée
UV: Rayonnement Ultraviolet
WHO: World Health Organization

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
1	Superficie affectée par la salinité dans les différentes régions du monde	4
2	illustration des stratégies « Inclusion et Exclusion »	12
3	Structure de base des flavonoïdes	21
4	Structure des tanins condensés	21
5	Exemple d'alcaloïde la morphine	22
6	Structure de noyau stéroïde	22
7	illustration sur la forme d'infusion	23
8	illustration sur la forme décoction	23
9	illustration sur la forme teinture	24
10	illustration sur la forme de sirop	25
11	illustration sur la forme des huiles médicinales	25
12	illustration sur la forme des onguents	26
13	illustration sur la forme de cataplasme	26
14	illustration sur la forme des compresses	27
15	Courbe théorique d'imbibition d'une semence	34
16	Laurier noble (<i>Laurus nobilis</i> . L)	38
17	les feuilles et les fruits de <i>Myrtus</i>	39
18	Piment (<i>Capsicum frutescens</i>)	40
19	Safran (<i>Crocus sativus</i> .L)	41

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
1	Classement de la wilaya d'Algérie touchées par la salinité	5
2	Classe de la salinité des sols	6
3	Indice de salinité de certains engrais	7
4	Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle et complémentaire dans le monde	15
5	Activités biologiques des composés polyphénoliques	20
6	Evolution de la production algérienne en plantes aromatiques	28
7	Principales plantes médicinales et aromatiques consommées en Algérie	29
8	Séchage et conservation des plantes	30
35	Teneurs de l'atmosphère en oxygène nécessaires pour obtenir 50% de la capacité de germination	33

Table des matières

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

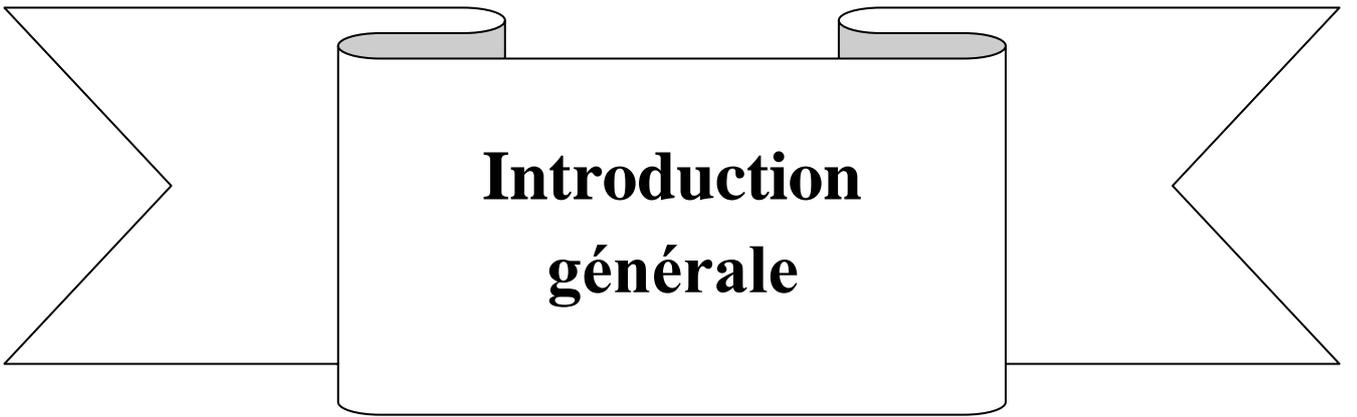
Chapitre I: Salinité

1	Stress salin.....	4
2	Salinité.....	4
3	Répartition géographique des sols salés	4
__	3.1 Dans le monde.....	4
__	3.2 En Algérie.....	5
4	Types de salinité	6
__	4.1 Salinisation naturelle ou primaire.....	6
__	4.2 Salinisation secondaire ou anthropique.....	6
5	Impacts de la salinité sur les plantes	8
__	5.1 Sur la germination.....	8
__	5.2 Sur la croissance et le développement.....	9
__	5.3 Sur la photosynthèse.....	9
__	5.4 Sur l'anatomie de la feuille.....	10
__	5.5 Sur l'assimilation des éléments minéraux.....	10
6	Stratégies d'adaptation et mécanismes de tolérance des plantes au sel	10
__	6.1 Homéostasie ionique.....	11
__	6.1.1 Compartimentation vacuolaire.....	11
__	6.1.2 Exclusion et inclusion des ions toxiques.....	11
__	6.1.3 Ajustement ionique.....	12
__	6.2 Stratégie osmotique.....	12
__	6.2.1 La proline.....	12
__	6.2.2.....	13
__	6.3 Induction Les sucres des hormones par la salinité.....	13

Chapitre II: plantes aromatiques et médicinales

<u>1</u>	L'histoire des plantes aromatiques et médicinales	15
__	2 Définition.....	16
__	2.1 Plante médicinale.....	16
__	2.2 Plante aromatique.....	16
<u>3</u>	Domaine d'utilisation des plantes médicinales	16
3.1	En alimentaire.....	17
3.2	En cosmétologie.....	17
3.3	En médecine.....	17
3.4	Phytothérapie.....	18
3.5	En agriculture.....	18
4	Activité biologique des plantes médicinales	18
4.1	Activité antibactérienne.....	19
4.2	Activité antivirale.....	19
4.3	Activité antioxydante.....	19

4.4	Activité antifongique	19
4.5	Activité insecticide	19
5	Le principe actif des plantes aromatiques et médicinales	20
5.1	Définition.....	20
5.2	Différents groupes des principes actifs.....	20
6	Les formes d'utilisation des plantes médicinales	23
7	Production des plantes médicinales et aromatiques	27
7.1	Dans le monde	27
7.2	En Algérie.....	28
8	La culture des plantes médicinales	30
8.1	La récolte et séchage des plantes médicinales.....	30
8.2	Stockage et conservation des plantes aromatiques et médicinales	31
9	Commercialisation des plantes médicinales et aromatiques	31
	chapitre III: germination des plantes	
___1	Définition de la germination	33
___2	Types de germination	33
___3	Les différentes phases de la germination	33
___3.1	La phase d'imbibition.....	33
___3.2	La phase de germination <i>stricto sensu</i> (sens strict)	33
___3.3	La phase de croissance	33
4	Conditions de la germination	34
_4.1	Conditions internes de la germination	34
_4.2	Conditions externes de la germination	34
5	Les différents obstacles de la germination	36
5.1	Les inhibiteurs tégumentaires	36
_5.1.1	L'imperméabilité à l'eau	36
_5.1.2	L'imperméabilité à l'oxygène (O ₂)	36
5.2	Dormance embryonnaire	36
6	Effet de la salinité sur la germination des graines	37
7	Tolérance de certaines plantes médicinales à la salinité	37
7.1	<i>Atriplex halimus. L</i>	37
7.2	Laurier noble (<i>Laurus nobilis.L</i>)	38
7.3	Myrte (<i>Myrtus communis. L</i>)	39
7.4	Piment (<i>Capsicum frutescens</i>)	40
7.5	Safran (<i>Crocus sativus .L</i>)	41
	Chapitre IV :Matériel et méthode	
	Matériel végétales	
	Matériel de laboratoire	44
	Chapitre VI :Résultats	
	Effet de la salinité sur la germination de <i>V. faba</i>	48
	Chapitre V :Discussion et conclusion	
	Effet de la salinité sur la cinétique et le taux de germination final	51
	Conclusion	51
	Références	
	bibliographiques	53



**Introduction
générale**

Introduction

Dans leur environnement naturel, les végétaux sont soumis à un grand nombre de contraintes de nature biotique et abiotique qui vont influencer leur croissance et leur développement (**Marouf et Raynaud, 2007**). Les écosystèmes arides et semi arides constituent environ 2/3 de la surface du globe terrestre (**Ait Belaid, 1994**). Dans ces écosystèmes la salinité des sols se manifeste comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes. Les données actuelles se résument dans le bassin méditerranéen à 16 millions d'hectares de sols salés dont 3.2 millions en Algérie (**Hamdy, 1999**).

L'effet néfaste de cette contrainte se manifeste généralement par la limite de la productivité des plantes cultivées (**Ashraf, 1999**). Dans ces sols, certaines espèces sont menacées de disparaître (**Chamard, 1993**), d'autres manifestent des mécanismes d'adaptation exprimés par des modifications physiologique, morphologique, biochimique, moléculaire et hormonale (**Grennan, 2006**).

Les plantes aromatiques et médicinales forment un créneau en plein essor au niveau mondial (**Vann, 1998**). L'Organisation Mondiale de la Santé estime que la médecine traditionnelle couvre les besoins en soins de santé primaires de 80% de la population des pays en voie de développement (**Vines, 2004**). Les plantes jouent encore un rôle très important dans les traditions médicales et dans la vie des habitants au Maghreb, mais les règles de leur utilisation manquent parfois de rigueur et ne tiennent pas compte des nouvelles exigences de la thérapeutique moderne (**Bellakhdar, 2006**).

Selon **OMS (1998)**, souvent considérées les plantes aromatiques et médicinales comme sources potentielles de revenus pour les communautés locales. Ces plantes sont en effet utilisées pour soigner diverses maladies et pour des usages culinaires, comme elles servent à parfumer l'ambiance et le corps humain et à aromatiser des plats alimentaires, comme elles ont également des utilisations rituelles.

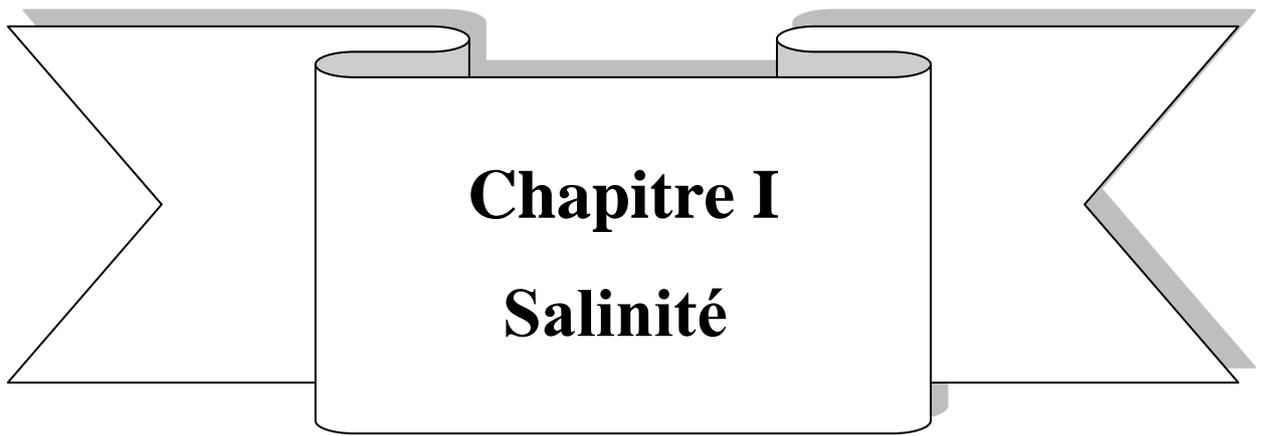
Les plantes occupant ces écosystèmes ont, à cet effet, une signification économique et écologique particulière en raison de leur grande capacité adaptative à la sécheresse et aux conditions difficiles du milieu. En effet, ces plantes ont la capacité de tolérer les fortes températures et la sécheresse sévère grâce aux teneurs très élevées des substances bioactives qu'elles synthétisent en réponse aux différents stress et perturbations et qui ont des propriétés médicinales et un fort potentiel nutraceutique. Elles constituent par conséquent une source

précieuse de nouveaux composés fonctionnels très utiles dans les aliments diététiques, comme en industries pharmaceutiques et parapharmaceutiques.

La gestion durable des plantes aromatiques et médicinales est devenue aujourd'hui une priorité impérieuse, non seulement en raison de leur valeur en tant que source potentielle de nouveaux médicaments et produits de bien-être suscitant un intérêt croissant des industries pharmaceutiques, cosmétiques et agro-alimentaires, mais aussi en raison du recours, de plus en plus important, de la population locale à ces plantes pour leurs soins de santé d'une part et la fragilisation des écosystèmes abritant ces plantes sous les effets des changements climatiques d'autre part.

Dans ce cadre s'inscrit notre travail qui vise à déterminer l'effet du stress salin sur la germination des plantes aromatiques et médicinales. Dans notre mémoire nous abordons un aperçu bibliographique qui contient trois 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
Salinité

1 Stress salin

Le terme de stress salin s'applique essentiellement à un excès des ions, mais pas exclusivement, aux ions de sodium et chlore (Na^+ et Cl^-) dans la rhizosphère et dans l'eau (Parida et Das, 2005). Le stress salin déclenche à la fois un stress osmotique et un stress ionique (Flowers, 2004). Selon Kinet et al. (1998), ils sont accompagnés souvent d'une baisse importante du potentiel hydrique. Le stress salin peut directement ou indirectement affecter le statut physiologique des plantes en changeant le métabolisme, la croissance et le développement des plantes (Garg et al., 2002).

2 Salinité

D'après Imalet (1979), la salinité peut être définie comme étant la quantité globale des sels contenus dans « la solution du sol ». La salinité constitue l'un des facteurs abiotiques les plus répandus dans les zones arides et semi arides ce qui limite fortement les rendements agricoles (Khales et Baaziz, 2006).

3 Répartition géographique des sols salés

3.1 Dans le monde

A l'échelle mondiale, il est estimé que presque 800 millions d'hectares de terres sont affectés par le sel (figure1), que ce soit par la salinité (397 millions d'ha) ou par les conditions de sodisation associées aux teneurs en sodium (434 millions ha) (Benidire et al., 2014). En effet, la salinité s'étend sur plus de 6 % de la superficie totale de la planète (Manchand et Garg, 2008), dont 3.8 % sont situés en Afrique (Eynard et al., 2006).

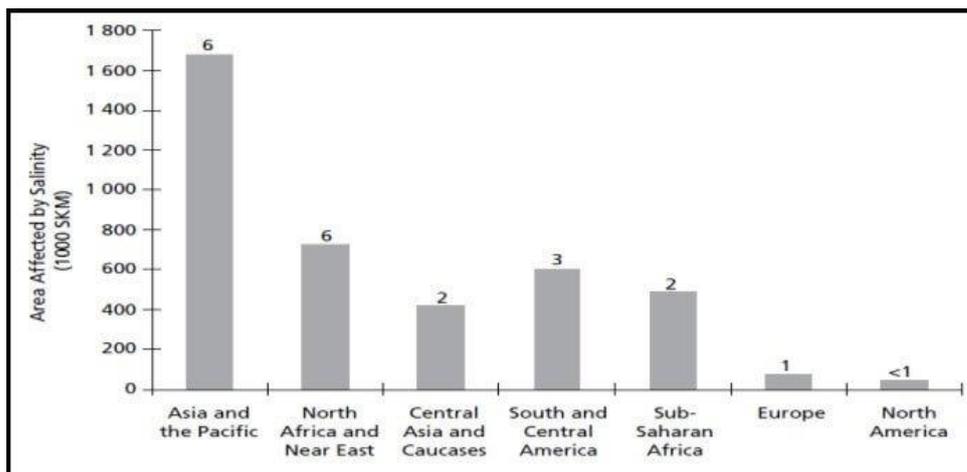


Figure 1. Superficie affectée par la salinité dans les différentes régions du monde (FAO, 2006)

Selon la **FAO (2006)**, la plupart de ces terres affectées par le sel sont situés dans les zones arides et semi-arides, en Afrique du Nord, en Asie orientale, en Asie centrale et du Sud de l'Asie. (**Legros, 2009**). Selon les estimations les plus récentes de la **FAO**, la salinisation affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente.

3.2 En Algérie

Selon **Djili (2000)**, les sols salés sont localisés au Nord qu'au Sud Algérien, et s'expriment mieux entre les isohyètes 450 mm qui semblent être la limite supérieure des sols fortement sodiques (Tableau 1). Les sols salés sont très répandus dans les régions arides, représentant environ 25% de la surface cartographie (**Halitim, 1988**) soit 3,2 millions d'hectares (**Hamdy, 1999**).

Tableau 1: Classement de la wilaya d'Algérie touchées par la salinité (**Benzellat, 2011**)

Wilayas	S.A.U (ha)	Superficie affectée par la salinité	% de S.A.U affectée par la salinité
Tamanrasset	2510	1445	57.57
Ouargla	17390	9850	56.64
Ghardaïa	7930	3284	41.41
Bechar	13250	2259	16.97
Illizi	570	60	10.53
Djelfa	67760	6250	9.22
Rélizane	241670	20000	8.28
Ain T'émouchent	18350	15000	8.14
Tébessa	231750	13000	5.61
Adrar	14990	780	5.20
Biskra	151530	7272	4.80
Khanchla	177900	4480	2.52
Mascara	328740	6475	1.97
Alger	7940	150	1.89
Mostaganem	131730	1977	1.50
Naama	4150	62	1.49
Laghouat	487740	800	1.48
Batna	85860	5100	1.05
Oran	188620	850	0.99
Chlef	183860	1490	0.79
Guelma	22150	1283	0.70
Mila	72090	100	0.45
Boumerdes	306480	192	0.27
Saida	615340	700	0.23

Les sels les plus fréquents, dans les régions arides et semi- arides, sont surtout Cl- , Na_2SO_4 , MgSO_4 et à un moindre degré de Na_2CO_3 (**Halitim, 1988**).

Généralement la salinité d'un sol est mesurée par la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée à 25°C (**Kenfaoui, 1997**). En effet un sol est considéré salé quand sa conductivité électrique devient supérieure à 4millimhos.cm-1(4 DS/m) (**Halitim., 1986**).

4 Types de salinité

Cherbuy (1991) montra que la salinisation d'un milieu, implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle, dénommée primaire, et une salinisation anthropique, généralement liée à l'irrigation que l'on appellera secondaire.

4.1 Salinisation naturelle ou primaire

C'est un phénomène naturel. Les causes peuvent être climatique (ex: steppes continentales) où géochimique (ex : Mares salées Lorrain) (**Schwartz, 2007**).

La salinité est dite naturelle ou primaire, lorsque les sels minéraux qui sont à l'origine de cette salinité proviennent de la nappe phréatique saline ou l'altération de la roche mère saline (Tableau 2), et cette altération est favorisée par des facteurs physico-chimiques (vent, gel, dégel et pluies souvent acides, chargées de H_2CO_3) (**Duchaufour et al., 1979**).

Tableau 2 : Classe de la salinité des sols (**Maillard, 2001**)

Classe	Conductivité de l'extrait de sol saturé (dS/m)
Non salins	0-2
Légèrement salins	2-4
Modérément salins	4-8
Fortement salins	8-16
Très fortement salins	>16

4.2 Salinisation secondaire ou anthropique

Le goupil (1974) a indiqué que près de 20% des terres salées ont une origine humaine ou anthropique; sont qualifiées de «secondaires» dû principalement à l'irrigation des terres avec une eau de mauvaise qualité (eau saline), un lessivage insuffisant et un drainage

défaillant. Les sols affectés par salinisation secondaire est de 20% à 50% des terres irriguées en Algérie (**Douaoui et Hartani, 2007**).

L'étude de l'interaction entre la salinité et la fertilité du sol montre que de fortes concentrations en sels, autres que le Na, affectent particulièrement la croissance et le développement des plantes via le substrat dans lequel elles se développent. C'est les sels de Na qui affectent les propriétés physiques du sol et en particulier sa stabilité structurale. Dans ce cas, le sol entre dans un processus de dégradation sous l'effet de la sodicité qui peut l'entraîner à des états de détérioration irréversible (**Garg et al., 1993**).

❖ Salinisation par les fertilisants

A cause de leurs indices de salinité très élevés, des fertilisants comme les nitrates et les engrais potassiques tel que le chlorure de potasse induisent la réduction de la perméabilité du sol et l'accumulation des sels (Tableau 3). Le terme « indice de salinité » s'applique à l'impact d'un élément en solution dans un sol par rapport au nitrate de sodium, qui est le point de référence 100. Il indique l'aptitude d'un engrais à « brûler » quand il est en contact avec la graine dans le sol, car certains éléments fertilisants placés près des graines ou au pied des plantes augmentent la pression osmotique de la solution du sol et par voie de conséquence provoquent des pertes sévères de récolte.

Tableau 03: Indice de salinité de certains engrais (**Tisdale et al., 1985**)

Engrais	Indice de salinité globale
Ammonitrates	104.7
Sulfates d'ammonium	69
Urée	75.4
Superphosphate simple	7.8
Superphosphate triple	10.1
Chlorure de potasse	116.3
Sulfate de potasse 46.1	46.1
Diammonium phosphate 29.2	29.2
Moammonium phosphate 34.2	34.2
Potassium nitrate 73.6	73.6

❖ Salinisation Par les pesticides

Selon (OACI Algérie, 2010), en ouest Algérie, 10 000 tonnes de pesticides sont épandues chaque année dans les champs. Quel que soit leur mode d'utilisation, la plupart des molécules employées atteignent le sol durant ou après le traitement, leur devenir dépend donc des caractéristiques et du fonctionnement du sol. Les pesticides peuvent ensuite être soumis à des phénomènes de transport, liés principalement à l'écoulement des eaux. Ces transports en surface (ruissellement) ou en profondeur (lixiviation) entraînent des pollutions des eaux, même si les quantités de pesticides mobilisées dans les processus de transfert ne concernent généralement qu'une faible fraction des quantités épandues.

5 Impacts de la salinité sur les plantes

L'accumulation des sels dans les sols est un grave problème environnemental menaçant les processus physiologiques de la plante et la fertilité des sols. Les teneurs élevées en sels tendent à augmenter la pression osmotique de la solution du sol, ce qui diminue la capacité de la plante à utiliser l'eau dont elle a besoin, au risque de la soumettre à une sécheresse conditionnée (Halitim, 1988).

D'après Ayers et Westcot (1988), les sels constituent aussi un obstacle physique à l'enracinement à cause de la diminution de la disponibilité en eau et de l'instabilité structurale du sol. Ils sont aussi à l'origine des déséquilibres nutritionnels observés chez les plantes. Seules les plantes tolérantes aux sels peuvent se développer. Dans certains cas, la salinité est tellement élevée que le sol devient stérile et dépourvu de toute végétation y compris de plantes halophytes. Dans ce cas, des problèmes de toxicité surviennent aussi; outre le Na et le Cl, d'autres éléments à l'état de traces tels que le bore peuvent aussi être toxiques pour les plantes.

5.1 Sur la germination

La présence excessive des sels solubles peut causer une forte pression osmotique chez les plantes et l'inhibition de la germination des graines ainsi que le développement de la plante entière en réduisant sa capacité à retenir l'eau entraînant des conséquences sur le niveau de croissance et sur l'activité métabolique (Munns, 2002; Belkhodja et Bidai, 2001).

L'effet de la salinité sur la germination des graines est varié en fonction de l'intensité du stress et la variété des plantes et cela, soit en diminuant la quantité d'eau et la vitesse de son absorption par la graine, soit par l'accroissement de la pression osmotique de l'eau

d'imbibition qui est trop élevée pour permettre la germination (**Katembe et al., 1998**), où en augmentant la pénétration d'ions qui peuvent s'accumuler dans la graine à des doses qui deviennent toxiques (**Debez et al., 2001 ; Duan et al., 2004**), considèrent quand le stress salin est levé et que la germination est remise dans des conditions normales, les graines reprennent leur activité.

5.2 Sur la croissance et le développement

Le stress salin entraîne des modifications morphologiques, mais c'est le poids de la matière végétale sèche et la longueur des tiges qui rendent compte le mieux de la tolérance ou de la sensibilité des plantes au sel (**Bekkouche, 1992**). La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (**Zhu, 2001**).

En effet, ce retard de développement permet à la plante l'accumulation de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles. Parmi les modifications morphologiques des plantes au stress salin, on cite: une faible ramification, une diminution de la longueur, du poids frais et sec des tiges et des racines sont constatés sur la tomate. Un raccourcissement des entre-nœuds et une diminution du nombre de nœuds. Une réduction du nombre de feuilles chez l'haricot (**Hamza, 1977**).

5.3 Sur la photosynthèse

La croissance des plantes, telle que la production de la biomasse, est une mesure principale de la photosynthèse nette et donc, la plupart des stress environnementaux et en particulier le stress salin diminuent la croissance et réduisent nettement le taux de la photosynthèse (**Chaves et al., 2008**). Quelques études ont montré que la salinité n'a aucun effet négatif sur le photosystème II (PSII) (**Morales et al., 1992**), alors que récemment d'autres études ont prouvé que la contrainte saline inhibe l'activité du PSII (**Ghanem et al., 2008**). Bien que la photosynthèse n'est pas toujours ralentie par la salinité mais elle est également stimulée par des basses concentrations en sels dans quelques espèces (**Kurban et al., 1999**). La salinité diminue l'assimilation de CO₂ par des réductions de surface des feuilles (**Munns et al., 2000**), conductibilité des stomates (**Parida et al., 2003**) et le bon fonctionnement de photosystèmes (**Redondogomez et al., 2008**).

5.4 Sur l'anatomie de la feuille

La salinité cause une augmentation de l'épaisseur de l'épiderme, l'épaisseur du mésophyle, la longueur des cellules palissadiques le diamètre des cellules palissadiques dans les feuilles de l'haricot, du coton et de l'atriplex (**Longstreth et Nobel, 1979 in Parida et Das, 2005**). La salinité réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles (**Delphine et al, 1998 in Parida et Das, 2005**). L'épaisseur du mésophyle et de l'épiderme ainsi que l'espace intercellulaire diminuent significativement dans les feuilles traitées avec le NaCl de la mangrove *B. parviflora* (**Parida et Das, 2005**).

5.5 Sur l'assimilation des éléments minéraux

Une concentration élevée en sels (NaCl) concurrence l'absorption des autres ions nutritifs, comme le K^+ , le Ca^{2+} , le N et le P ayant pour résultat un désordre alimentaire et éventuellement, un rendement et une qualité réduits (**Grattan et Grieve, 1999**). Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur la plante: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions (**Houala et al., 2007**). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (**Soltani, 1988**). Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (**Levigneron et al., 1995**).

6 Stratégies d'adaptation et mécanismes de tolérance des plantes au sel

Les plantes peuvent répondre aux stress de diverses façon ; elles accomplissant leur croissance durant les périodes de moindre stress ou bien ne peuvent pas le supporter auquel cas elles peuvent subir des lésions. Ou bien, subies des modifications spécifiques de leur métabolisme leur permettant d'éviter ou de tolérer les effets de stress (**ENITA, 2000**). Les plantes réagissent à ces variations de la salinité dans le biotope pour déclencher des mécanismes de résistance. Parmi ces mécanismes, l'ajustement osmotique joue un rôle primordial dans la résistance ou la tolérance de la plante à un stress (**Belfakih et al., 2013**). Celui ci est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs conduisant à une réduction du potentiel osmotique permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence (**El Midaoui et al., 2007**), principalement des composés aminés et des sucres (**Levigneron et al., 1995**).

La stratégie utilisée par les végétaux pour éviter les problèmes d'excès d'ions tout en réalisant leur équilibre osmotique est la compartimentation cellulaire, qui se traduit par une accumulation préférentielle du Na^+ dans la vacuole (Apse et al., 1999). Cependant, chez les glycophytes tolérantes, on discerne également une compartimentation à l'échelle de la plante, surtout dans les organes jeunes où la teneur en Na^+ reste faible (Senguttuvel et al., 2016 ; Dasgan et al., 2002).

6.1 Homéostasie ionique

6.1.1 Compartimentation vacuolaire

Celle-ci consiste à évacuer du cytoplasme les ions Na^+ en excès vers la vacuole afin d'éviter leur effet toxique et inhibiteur à l'encontre des processus enzymatiques (Flowers et al., 1977). Ce mécanisme de compartimentation vacuolaire est assuré par l'action d'un antiport vacuolaire sodium/proton (Na^+/H^+) dont l'énergie est fournie par les pompes à protons ATPases (H^+ -adénosine triphosphatases) et PPases (H^+ -pyrophosphatases) vacuolaires (Yamaguchi et Blumwald, 2005). Ainsi, grâce à ce processus de compartimentation de sodium au sein de la vacuole, la cellule parvient à maintenir une faible concentration de sodium dans le cytoplasme, minimisant ainsi son effet toxique; et d'autre part, l'augmentation concomitante de la concentration de sodium dans la vacuole va engendrer une forte pression osmotique qui va favoriser l'absorption d'eau et donc améliorer la turgescence des cellules (Apse et Blumwald, 2007).

6.1.2 Exclusion et inclusion des ions toxiques

6.1.2.1 Exclusion

L'autre stratégie permettant aux plantes de survivre en condition de stress salin consiste à exclure le sodium du cytoplasme vers l'extérieur de la cellule (Figure 2). Dans ce cas, les plantes limitent l'entrée des éléments salins et les rejettent dans le compartiment apoplasmique (Munns 2005). Il existe une corrélation positive entre l'exclusion des sels et la tolérance à la salinité chez plusieurs espèces (Munns et al., 2006).

La plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles; une première barrière existe au niveau de l'endoderme (couche interne de cellules de la racine). Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier de l'émergence des ramifications de la racine. D'autres

mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus (El Madidi *et al.*, 2003).

6.1.2.2 Inclusion

La stratégie inclusion caractérise le fait de favoriser le stockage de Na^+ dans les feuilles en préservant le méristème apical alors que la stratégie exclusion caractérise le fait de favoriser la recirculation de Na^+ vers les racines.

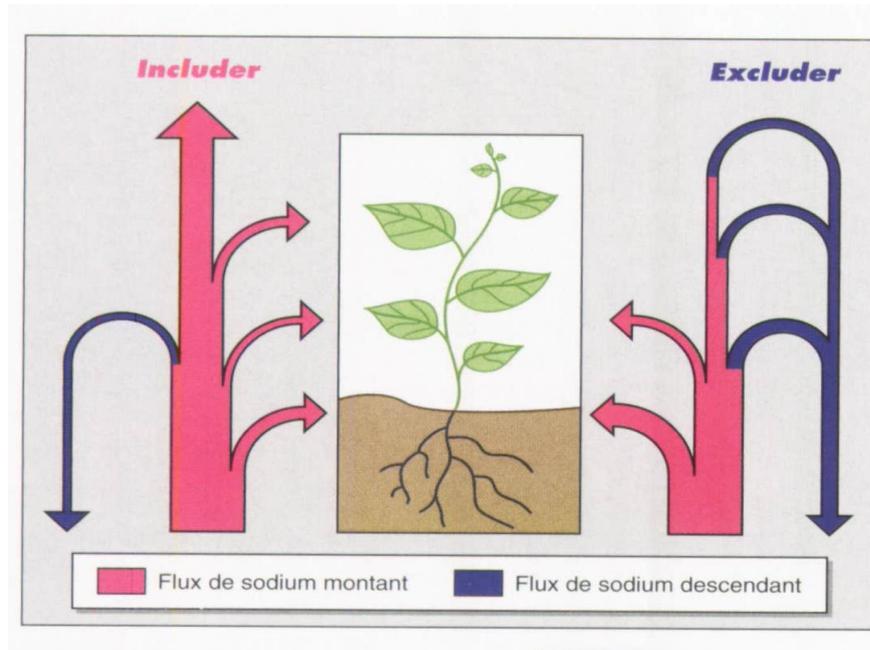


Figure 2 : illustration des stratégies « Inclusion et Exclusion » (Levigneron *et al.*, 1995)

6.1.3 Ajustement ionique

Les plantes ont développé d'autres moyens non moins efficaces tels que l'ajustement ionique afin de réduire et d'équilibrer la concentration d'ions dans le but d'ajuster la pression osmotique au niveau du cytoplasme (Shabala et Cui, 2008). Ce dernier objectif peut être assuré par une augmentation des concentrations de potassium, outre celle des composés osmotiques compatibles (Munns et Tester, 2008).

6.2 Stratégie osmotique

6.2.1 La proline

Les teneurs en proline s'accroissent rapidement chez de nombreuses mono- ou dicotylédones soumises à un stress salin (Silva Ortega *et al.*, 2007). La proline agit en tant

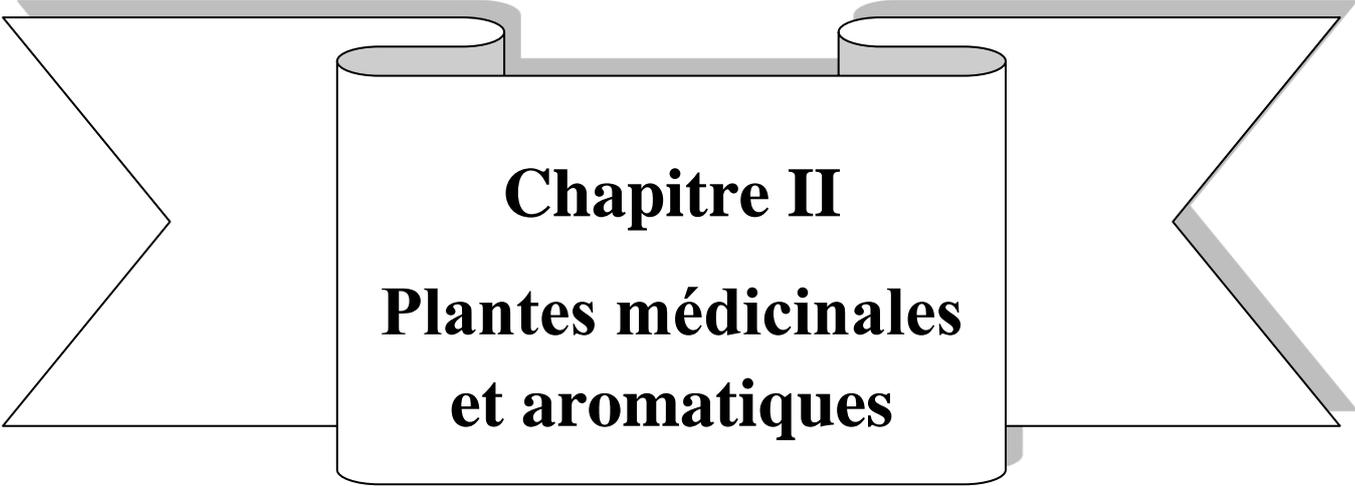
que composé soluble compatible dans l'ajustement osmotique pouvant atteindre de fortes concentrations sans exercer d'effet toxique comme le cas des ions (Silva-Ortega *et al.*, 2007). En plus du rôle osmotique attribué à la proline, celle-ci intervient dans la détoxification des formes actives d'oxygène (Kocsy *et al.*, 2005) et la stabilisation des protéines (Majumder *et al.*, 2010).

6.2.2 Les sucres

Plusieurs études physiologiques ont démontré que l'accumulation des sucres et des polyols, principalement suite à l'hydrolyse de l'amidon (Phillips *et al.*, 2002), était stimulée par un stress salin chez différentes espèces végétales (Majumder *et al.*, 2010). Les sucres pourraient agir en tant qu'osmoticum, protéger des macromolécules spécifiques (enzymes) et contribuer à la stabilité des structures membranaires (Bartels et Sunkar, 2005).

6.3 Induction des hormones par la salinité

Les niveaux hormonaux de l'ABA augmentent en cas de stress salin, jouant ainsi plusieurs rôles, il est responsable de l'activation des gènes qui jouent un rôle important dans les mécanismes de la tolérance au sel chez le riz. Il accroît le niveau du Ca^{2+} cytosolique et donc son pH, permettant ainsi de réguler l'absorption et le transport à travers les membranes, contrairement, il réduit le niveau d'éthylène et l'abscission des feuilles, probablement par la décroissance de l'accumulation des ions toxiques de Cl^- dans les feuilles. En outre, c'est un inhibiteur du NaCl dans les réactions de la photosynthèse et la croissance (Omami, 2005).



Chapitre II
Plantes médicinales
et aromatiques

1 L'histoire des plantes aromatiques et médicinales

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires (**Bouzouita et al., 2005**). Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser (**Yano et al., 2006**).

Depuis des milliers d'années, l'homme s'est employé à exploiter la nature pour ses besoins médicaux et alimentaires, et au cours du développement des anciennes civilisations l'exploitation des plantes à usage médicinale s'est développée grâce à leur savoir et à leur expérimentation effectués dans ce domaine (Tableau 4). Il a inventorié, déterminé et utilisé les plantes médicinales d'une façon plus ou moins correcte; mais avec les changements qu'a connus l'humanité au niveau technologique et médicale, le souci d'utilisation des plantes médicinale et aromatique ne présentait plus un problème concernant les doses utilisées. Mais ceci n'est pas épargné des problèmes d'intoxication que peuvent présenter certaines plantes médicinales concernant l'utilisation non codifiée.

Tableau 4 : Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle et complémentaire dans le monde (**WHO, 2002**)

Pays ou région	Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle
Afrique	80 % de la population locale pour les soins primaires
Australie	49 % d'adultes
Chine	30 % à 50 % dans les systèmes de santé. Complètement intégrée dans les systèmes de santé. 95 % des hôpitaux ont des unités de médecine traditionnelle
Inde	Largement utilisée. 2860 hôpitaux ont des unités de médecine traditionnelle
Indonésie	40 % de la population totale et 70 % de la population
Japon	72 % des médecins pratiquent la médecine traditionnelle
Thaïlande	Intégrée dans 1120 centres hospitaliers
Vietnam	Complètement intégrée dans les systèmes de santé. 30 % de la population se soigne par cette

	médecine
Pays occidentaux	<p>La médecine traditionnelle ou complémentaire n'est pas intégrée dans les systèmes de soins modernes</p> <p>* France : 75 % de la population a recours à la médecine traditionnelle au moins une fois</p> <p>* Allemagne : 77 % des cliniques pratiquent l'acupuncture</p> <p>* Etats-Unis : de 29 % à 42 % de la population utilisent la médecine complémentaire</p>

Actuellement, cette médication par les plantes connaît un regain d'intérêt notable, grâce aux études scientifiques basées sur les méthodes analytiques et les expérimentations nouvelles, que le monde médical découvre de plus en plus, le bien-fondé des prescriptions empiriques des plantes médicinales (**Lahsissene et al., 2009**).

2 Définition

2.1 Plante médicinale

On appelle plante médicinale toutes plantes renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (**Schauenberg et Paris, 2006**).

Les plantes médicinales sont des plantes dont un des organes (écorce, feuille) plante, possède des vertus curatives et parfois toxiques selon son dosage. Les plantes médicinales sont les plantes utilisées en phytothérapie pour leurs principes actifs .elles peuvent être vendues en herboristerie, en pharmacie, avec ou sans prescription selon la réglementation du pays (**Ramli, 2013**).

2.2 Plante aromatique

Neffati et Sghaier (2014) montrent que les plantes aromatiques sont des végétaux qui contiennent suffisamment de molécules aromatiques dans un ou plusieurs organes producteurs: feuilles, fleurs, tiges, fruits, écorces, racines etc.

3 Domaine d'utilisation des plantes médicinales

Selon **Berrghioua et Cheriti (2019)**, les plantes médicinales et leur utilisation diverses peuvent jouer un rôle important dans l'économie surtout dans les pays en voie de développement qui peuvent à un certain degré remplacer quelques importations des pays développés, d'où la nécessité d'une meilleure prise en charge de ce patrimoine national (étude, culture, protection...).

3.1 En alimentaire

Les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles sont utilisées dans la conservation des denrées alimentaires. Parmi le groupe diversifié des constituants chimiques des HE (Hammer et al., 1999),

3.2 En cosmétologie

Les huiles essentielles sont utilisées dans le domaine de la cosmétique, afin de donner une odeur agréable au produit, masquage de l'odeur des principes actifs, meilleure régularité dans l'utilisation du produit du fait de la sensation agréable apportée, mais aussi comme conservateurs, du fait des propriétés antimicrobiennes fréquemment rencontrées (Lang Buchbauer, 2012). Des produits de beauté, parfums et produits d'hygiène...etc (Bitam, 2012).

3.3 En médecine

Dans les cas extrêmes, l'action de la médecine moderne soulage les patients de manière indéniable et sauve de nombreuses vies. Un article paru dans la presse en 1993, décrivant la situation catastrophique dans laquelle se trouvait un hôpital de Sarajevo, la capitale bosniaque assiégée, signalait que les médecins, totalement dépourvus de médicaments, étaient contraints d'utiliser une plante très répandue en Europe, la valériane (*Valeriana officinalis*), comme analgésique et anesthésiant pour soigner les blessés. Cette plante, efficace pour soulager l'anxiété et la tension nerveuse, possède des principes actifs à effets sédatifs, dont le mécanisme d'action n'est pas encore connu. Les médicaments chimiques peuvent enrayer les infections bien plus que bien d'autres traitements. De même, les techniques chirurgicales modernes (chirurgie plastique, microchirurgie, réanimation, etc.) augmentent les chances de vaincre ou de soigner des maladies et des blessures graves (Larousse des plantes médicinales 2001).

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. C'est pourquoi on utilise à nouveau l'absinthe chinoise (*Artemisia annua*) et surtout son principe actif pour soigner la malaria lorsque les protozoaires responsables de la maladie résistent aux médicaments (Larousse des plantes médicinales 2001).

3.4 Phytothérapie

L'efficacité de la phytothérapie est prouvée et ses bienfaits incontestables pour la santé a permis à la médecine naturelle d'entrer dans nos habitudes quotidiennes (**Bene et al., 2016**). De nos jours, le recours à la médecine par les plantes connaît un regain d'intérêt dans les pays occidentaux, particulièrement pour traiter les déséquilibres entraînés par la vie moderne, qu'il s'agisse du stress ou des problèmes de poids (**Adomou et al., 2012; Bene et al., 2016**).

De nos jours, la phytothérapie est basée sur les avancées scientifiques et les recherches des extraits actifs des plantes. Une fois identifiés ces derniers sont standardisés. Cette pratique conduit aux phytomédicaments et selon la réglementation en vigueur dans le pays, la circulation de ces derniers est soumise à l'autorisation de mise sur le marché. On parle alors de pharmacognosie ou de biologie pharmaceutique (**Monnier, 2002**).

3.5 En agriculture

Dans les pays industrialisés, on s'intéresse aux PAM comme cultures de substitution à une agriculture moderne intensive souffrant de la surproduction à l'échelle mondiale (céréales par exemple). Ce type d'agriculture est souvent considéré comme une culture bien adaptée à des régions défavorisées (régions montagneuses par exemple). Dans les pays en voie de développement, la culture des PAM est perçue comme un moyen de diversification de l'activité agricole. Elle est aussi considérée comme une activité fortement intéressante pour les régions défavorisées grâce aux opportunités d'emplois qu'elle offre (**El Meskaoui et al., 2008**).

4 Activité biologique des plantes médicinales

En effet, en 2002, l'OMS estime que, pour se soigner, 80% de la population africaine recourt toujours à la médecine traditionnelle pour laquelle la majeure partie des thérapies implique l'exploitation des principes actifs des plantes médicinales. Ces espèces végétales d'aussi grande importance pour la santé des populations méritent d'être étudiées scientifiquement pour leur meilleure utilisation. Ce d'autant plus que la flore d'Algérie est riche et variée, mais demeure très peu exploitée scientifiquement. Par ailleurs, beaucoup de plantes sont très connues pour leurs grandes potentialités métaboliques de substances dites secondaires. Ces composés sont synthétisés dans les différentes parties de la plante (racines, tige, feuilles...). Quelles que soient les parties et les formes sous lesquelles elles sont métabolisées, ces substances sont extrêmement complexes du point de vue structure et composition chimique. Toutefois, leur métabolisme produit des milliers de constituants

différents, dont quelques-uns seulement sont responsables de l'effet thérapeutique (**Hogan et Kolter, 2002**).

Par ailleurs, les plantes possèdent un système de défense naturelle très efficace, basé sur la biodiversité de leurs métabolites secondaires. Cette diversité, des groupes structuraux et fonctionnels, permet de se protéger efficacement contre de nombreux pathogènes tels que les bactéries, les champignons et les virus. Les plantes synthétisent, de manière constitutive ou induite, une multitude de molécules antimicrobiennes (**Gibbons et Coll, 2008**).

4.1 Activité antibactérienne

Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols, les terpènes ou terpénoïdes ont aussi des effets contre les bactéries et différents autres germes causant des problèmes dans le domaine médicale et agroalimentaire. Cependant le mécanisme de l'action de ces terpènes n'est pas entièrement compris et qu'il peut être s'agit de la rupture de la membrane par les composés lipophiles (**Cowan, 1999**).

4.2 Activité antivirale

Les huiles essentielles riches en phénols ont montré une activité antivirale contre certains virus notamment *l'Herpes simplex* (**Girard, 2010**).

4.3 Activité antioxydante

Le pouvoir antioxydant de ces huiles essentielles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les poly phénols qui sont responsables de ce pouvoir (**Richard et Peyron, 1992**).

4.4 Activité antifongique

Dans le domaine phytosanitaire et agro-alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (**Lis-Balchin, 2002**). Les huiles essentielles des deux espèces *Thymus bleicherianus* et *Thymus capitatus*, ont montré *in vitro*, une forte activité antifongique contre tous les champignons de pourriture du bois d'œuvre testés. Ce grand pouvoir bioactif observé chez les deux huiles essentielles est attribué principalement à leurs teneurs élevées en phénols terpéniques (carvacrol et thymol) (**El Ajjouri, 2008**).

4.5 Activité insecticide

L'évaluation scientifique des effets insecticides des huiles essentielles vis-à-vis des insectes a montré qu'elles ont un large spectre d'action contre les insectes (**Quezel et Santa,**

1962). D'après **Is man (2000)**, l'effet insecticide des huiles essentielles par contact, par ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les prédateurs des denrées entreposées.

5 Le principe actif des plantes aromatiques et médicinales

5.1 Définition

Le principe actif c'est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animale, elle est issue de plantes fraîches ou des séchées, nous pouvons citer comme des parties utilisées: les racines, écorces, sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines (**Benghano, 2012**). Cette molécule contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisé pour la fabrication des médicaments (**Pelt, 1980**). Ces composés sont des composés phénoliques, des terpènes et stéroïdes et des composés azotés dont les alcaloïdes.

5.2 Différents groupes des principes actifs

5.2.1 Polyphénols

Les polyphénols ou composés phénoliques forment une grande classe de produits chimiques qui on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficielles, ils subdivisent en sous classe principales; les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins... (**Sarni-manchado et Cheynier, 2006**). Elles ont un rôle principale à la vie de plante, à la défense contre les pathogènes; principalement les moisissures et les bactéries phytopathogènes et la protection contre les rayonnements UV; sachant que tous les composés phénoliques absorbent les rayonnements solaires (**Sarni-manchado et Cheynier, 2006**) (Tableau 5).

Tableau 5 : Activités biologiques des composés polyphénoliques (**Bahorun, 1997**)

poly phénols	activités
Acides phénols (cinnamique et benzoïques)	Antibactériennes, antifongiques et antioxydantes
Coumarines	Protectrices vasculaires et antioedemateuse
Flavonoïdes	Antitumorales et anticarcinogènes anti-inflammatoires hypotenseurs et diurétiques antioxydantes
Anthocyanes	Protectrices capillaro-vineux
Proanthocynadines	Effets stabilisants sur le collagène anti

	oxydant antitumoral antifongique anti-inflammatoire
Tanins galliques et catechiques	Anti-oxydantes

5.2.2 Acides phénoliques

Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (médicament d'aspirine dérivée de l'acide salicylique) (**Larousse des plantes médicinales 2001**).

5.2.3 Flavonoïdes

Ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plante à côté des chlorophylles et caroténoïdes, les flavonoïdes sont généralement des antibactériennes (**Wichtl et Anton, 2009**) (Figure 3).

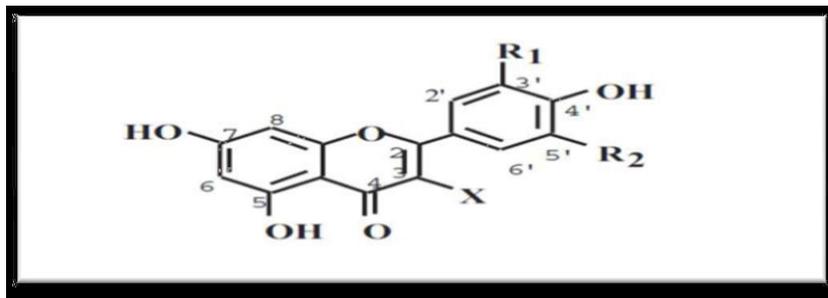


Figure 3: Structure de base des flavonoïdes (**Lugasi et al., 2003**).

5.2.4 Tanins

Tanin est un terme provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux (**Hopkins, 2003**) (Figure 4). Les plantes riches en tanins sont utilisées pour retendre les tissus souples et pour réparer les tissus endommagés par un eczéma ou une brûlure, elles rendent les selles plus liquides, facilitant ainsi le transit intestinal (**Larousse des plantes médicinales 2001**).

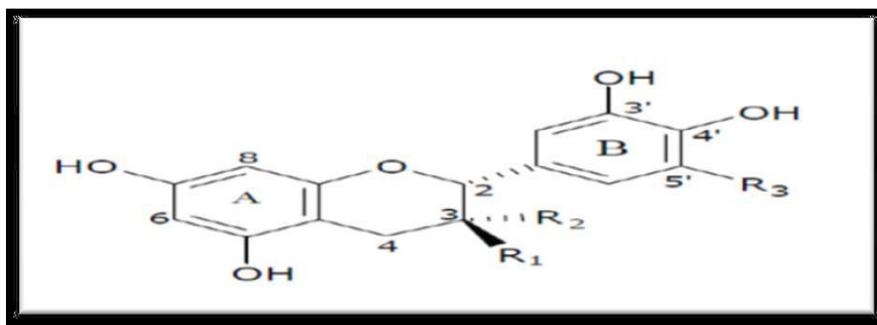


Figure 4: Structure des tanins condensés (**Sarni et cheynier, 2006**).

5.2.5 Lignines

Composés qui s'accumulent au niveau des parois cellulaires au niveau de sève brute qu'ils permettent la rigidité des fibres, (**Sarni-manchado et Cheynier, 2006**).

5.2.6 Alcaloïdes

Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, de caractère alcalin et de structure complexe (noyau hétérocyclique), on les trouve dans plusieurs familles des plantes, la plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques (**Wichtl et Anton, 2009**) (Figure 5).

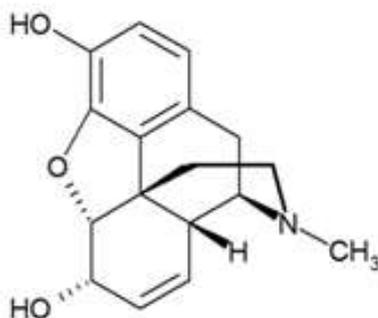


Figure 5 : Exemple d'alcaloïde la morphine (**Osbourn et Lanzotti, 2009**).

5.2.7 Terpènes et stéroïdes

Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels près de 15000 de molécules différentes et de caractère généralement lipophiles (**Wichtl et Anton, 2009**) (Figure 6). Ces molécules présentent en forme des huiles essentielles; parfums et goût des plants, pigments (carotène), hormones (acide abscissique), des stérols (**Hopkins, 2003**).

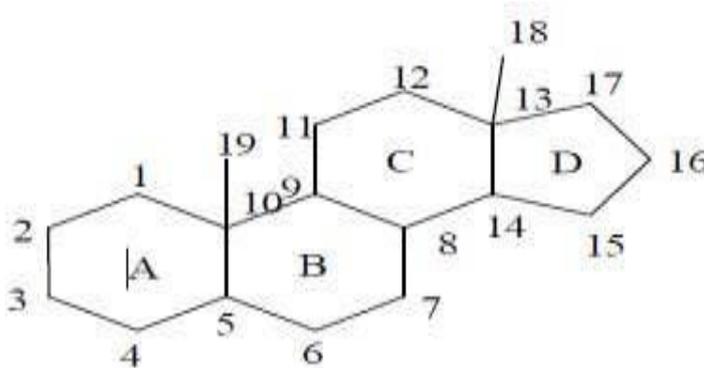


Figure 6 : Structure de noyau stéroïde (**Ling et Jones, 1995**)

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

5.2.8 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 (**Hopkins, 2003**).

5.2.9 Huiles essentielles

Ce sont des molécules à noyau aromatique et caractère volatil offrant à la plante une odeur caractéristique et on les trouve dans les organes sécréteurs (**Larousse des plantes médicinales 2001**).

6 Les formes d'utilisation des plantes médicinales

6.1 Les infusions

L'infusion est la façon la plus simple, les feuilles et les fleurs pour obtenir des remèdes ou des boissons fortifiantes ou calmantes (Figure 7). On la prépare exactement comme le thé, à partir d'une seule plante ou d'un mélange de plusieurs, et on la boit chaude ou froide (**Larousse des plantes médicinales 2001**).



Figure 7 : illustration sur la forme d'infusion (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

6.2 Les décoctions

Pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges et des baies, il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergique qu'aux feuilles ou aux fleurs. Une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux (Figure 8). On peut la consommer chaude ou froide (**Larousse des plantes médicinales 2001**).



Figure 8: illustration sur la forme décoction (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

6.3 Les teintures

Pour obtenir une teinture, il suffit de laisser macérer une plante dans de l'alcool: les substances actives se dissolvant ainsi facilement, les teintures sont plus efficaces que les infusions ou les décoctions (Figure 9). D'un emploi simple, elles se conservent pendant deux ans. Bien qu'elles soient essentiellement prescrites en Europe, aux Etats-Unis et en Australie, les teintures sont des préparations médicinales traditionnelles (**Larousse des plantes médicinales 2001**).



Figure 9 : illustration sur la forme teinture (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

6.4 Gélules et poudres

Généralement administrées en gélules, les poudres peuvent aussi être saupoudrées sur les aliments ou diluées. On les applique sur la peau, comme du talc, ou, mélangées avec des teintures, en cataplasme.

6.5 Les sirops

Le miel et le sucre non raffinée sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops et des cordiaux. Ils ont en outre des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge (Figure 10). La saveur sucrée des sirops permet de masquer le mauvais goût de certaines plantes, de manière à ce que les enfants les absorbent plus volontiers (**Larousse des plantes médicinales 2001**).

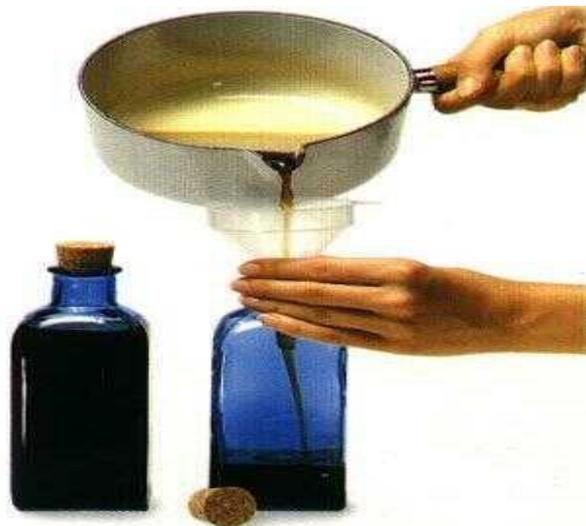


Figure 10 : illustration sur la forme de sirop (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

6.6 Les huiles médicinales

L'infusion d'une plante dans de l'huile permet d'extraire les principes actifs solubles dans l'huile. Les huiles médicinales élaborées à chaud sont portées à faible ébullition, tandis que celles élaborées à froid sont chauffées naturellement par le soleil. Les huiles médicinales ne doivent pas être confondues avec les huiles essentielles, constituants naturels des plantes qui ont des propriétés médicinales propres et un arôme distinct (Figure 11). Ces dernières peuvent être ajoutées aux huiles médicinales pour renforcer leur efficacité thérapeutique (**Larousse des plantes médicinales 2001**).



Figure 11 : illustration sur la forme des huiles médicinales (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

6.7 Les onguents

Les onguents sont des préparations d'aspect crémeux, réalisées à base d'huile ou de tout autre corps gras, dans laquelle les principes actifs des plantes sont dissous. Ils comprennent des constituants médicinaux actifs, tels que les huiles essentielles. On les applique sur les plaies pour empêcher l'inflammation (Figure 12). Les onguents sont efficaces contre les hémorroïdes, les gerçures des lèvres ou l'érythème fessier du nourrisson (**Larousse des plantes médicinales 2001**).



Figure 12 : illustration sur la forme des onguents (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

6.8 Les cataplasmes

Préparation des plantes appliquées sur la peau, les cataplasmes calment les douleurs musculaires et les névralgies, soulagent entorses et fractures et permettent d'extraire le pus des plaies infectées, des ulcères et des furoncles (**Larousse des plantes médicinales 2001**) (Figure 13).



Figure 13 : illustration sur la forme de cataplasme (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

6.9 Lotions et compresses

Les lotions sont des préparations à base d'eau et de plantes infusions, décoctions ou teintures diluées dont on tamponne l'épiderme aux endroits irrités ou enflammés. Les compresses sont des linges imbibés de lotion que l'on applique sur la peau (Figure 14). Lotions et compresses contribuent à soulager les gonflements, les contusions et les douleurs, à calmer inflammations et maux de tête, et à faire tomber la fièvre (**Larousse des plantes médicinales 2001**).



Figure 14: illustration sur la forme des compresses (**Larousse des plantes médicinales 2001**)

7 Production des plantes médicinales et aromatiques

7.1 Dans le monde

La quantité totale de plantes aromatiques et médicinales utilisées par les industries pharmaceutiques, cosmétiques, chimiques et agroalimentaires est très difficile à estimer (**Schippmann et al., 2002; Leaman, 2009**). Au niveau mondial, plus de 35 000 seraient utilisées par les industries pharmaceutiques, chimiques ou cosmétiques selon les professionnels (**CPPARM, 2012**). 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 et Carsten, 2007**).

Les plantes médicinales jouent un rôle important dans la santé (vie sanitaire) des populations rurales et urbaines de l'Afrique au Sud du Sahara. **Staugard, 1985 ;Gelfand et al., 1985;Cunningham (1988, 1991)** ont montré l'importance de la médecine traditionnelle dans la vie des populations rurales et urbaines du Botswana, du Zimbabwe et de l'Afrique du Sud. Selon **Falconer (1994)**, les plantes médicinales sont très utilisées dans le Sud du Ghana et constituent les principaux médicaments pour les populations rurales et urbaines.

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

7.2 En Algérie

En 2011, environ 33 m³ des plantes aromatiques de différentes espèces (romarin, myrte, etc.) ont été extraites en Algérie, alors que la production pour l'année 2010 était de 735.5 m³ et pour l'année 2009 de 23 m³ (Tableau 6). Ces chiffres en apparence assez faibles au regard du potentiel de l'Algérie semblent être confirmés par des données concernant les importations et exportations algériennes (**Hélène et al., 2016**).

Tableau 6 : Evolution de la production algérienne en plantes aromatiques (**Ministère de l'Agriculture, 2015**)

Période	Quantité en m ³
2007	1000.0
2008	2.0
2009	23.0
2010	753.5
2011	33.0

Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est le plus grand pays 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 (**Sahi, 2016**). 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) (Tableau 7). Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoise blanche pour lutter contre les indigestions (Mokkadem, 2004).

Tableau 7 : Principales plantes médicinales et aromatiques consommées en Algérie (Sahi , 2016)

Espèces	Noms scientifiques	Partie utilisées
Fenugrec	<i>Trigonella foenum graecum.</i>	Graines
Verveine	<i>Verbena citriodora</i>	Feuilles
Sablina	<i>Arenaria rubra .</i>	Plante entière
Coriandre	<i>Coriandrum Sativum.</i>	Graines
Queue de cerise	<i>Prunus cerasus .</i>	Queues
Armoise blanche	<i>Artemesia herba alba .asso</i>	Sommités fleuries
Marrube blanc	<i>Marrubium vulgare .</i>	Sommités fleuries
Globulaire	<i>Globularia alypum.</i>	Sommités fleuries
Menthe verte	<i>Mentha veridis .</i>	Feuilles
Origan	<i>Majorana hortentis Moeneli</i>	Sommités fleuries
Nigelle	<i>Nigella sativa .</i>	Graines
Petite centaurée	<i>Erithrea centaurium .</i>	Sommités fleuries
Cumin	<i>Cuminum Cyminum</i>	Graines
Réglisse	<i>Glycyrrhiza globra.</i>	Racines
Romarin	<i>Romarinus officinalis .</i>	Sommités fleuries
Tyum	<i>Thymus sp</i>	Sommités fleuries
Bigaradier <i>Citrus</i>	<i>Bigaradia duham</i>	Feuilles et fleurs
Séné	<i>Cassia abovata.coll</i>	feuilles
Sauge	<i>Salvia officinalis</i>	Sommités fleuries
Lavan de	<i>Lavandula officinalis</i>	fleurs
Noyer	<i>Juglans regia</i>	Feuilles et écorce
Myrte	<i>Myrtus communis .</i>	Feuilles et fruits
Alaterne	<i>Rhammus alaternus.</i>	Feuilles
Menthe pouliot	<i>Menta pulegium.</i>	Sommités fleuries
Tym serpolet	<i>Tyymus serpillum .</i>	Sommités fleuries
Aubépine	<i>Carataegus monogyna Jacq</i>	Fleurs
Camomille	<i>Matricaria camomilla.</i>	Fleurs
Anis vet	<i>Pimpinella anisum.</i>	Graines
Ortie	<i>Urtica urens</i>	Sommités fleuries
Frêne	<i>Faxinus exelsior</i>	Feuilles
Lentisque	<i>Pistacia sp</i>	Feuilles
Basilic	<i>Ocinum basilicum.</i>	Sommités fleuries
Pétale de rose	<i>Rosa canina .</i>	Pétales et fruit
Fenouil	<i>Foeniculum vulgare</i>	Graines

La richesse de la flore algérienne est donc incontestable, elle recèle un grand nombre des espèces classées en fonction de leur degré de rareté: 289 espèces assez rares, 647 espèces rares, 640 espèces très rares, 35 espèces rarissimes et 168 espèces endémiques (FAO, 2012).

Ces plantes sont certes abondantes, mais dispersées géographiquement et ont des potentialités de rendement faible, leur contrôle est difficile, leur exploitation ne suffit pas à couvrir les besoins nationaux de la médecine, la pharmacie et herboristerie (Sahi, 2016).

8 La culture des plantes médicinales

8.1 La récolte et séchage des plantes médicinales

La plante entière est souvent récoltée car les principes actifs se trouvent dans toutes les parties. Suivant les cas, on récoltera avant la floraison ou en pleine époque des fleurs. On évitera d'arracher les racines en coupant la tige à quelques centimètres du pied. Récolter les plantes par temps sec, plutôt par une matinée bien ensoleillée (Laghouiter, 2011).

Le séchage est une étape importante dont la qualité du produit est conservée. Cette opération, qui permet d'éliminer l'humidité des végétaux, doit être effectuée immédiatement après la cueillette. Les plantes cueillies doivent être étalées dans une pièce bien aérée, sur des toiles de jute ou de coton, les différentes espèces étant bien séparées (Tableau 8). Si les plantes sont salies par la terre, il sera nécessaire de les nettoyer, de les laver et de les sécher soigneusement. Cela est particulièrement vrai pour les racines, il est conseillé de couper ces dernières en petits morceaux pour en accélérer le séchage (Benkaddouri, 2011).

Tableau 8 : Séchage et conservation des plantes (Valnet, 2001)

Partie de la plante	Séchage	Conservation
Racines	A l'air sec	A l'abri de l'humidité
Racines charnues	A l'étuve	
Racines mucilagineuses	Au four	
Racines vivaces	Au soleil ou à l'étuve	
Racines des plantes annuelles et bisannuelles		
Ecorce des plantes Annuelles et bisannuelles	Au soleil ou à l'étuve	
Ecorces d'arbre		
Ecorces d'arbrisseau		
Ecorces de résineux		
Bois		
Fleurs	A l'ombre et à atmosphère sec	
Feuilles		
Semences		
Tiges	Au soleil ou dans une serre à 30-35°C	
Feuilles épaisses		

8.2 Stockage et conservation des plantes aromatiques et médicinales

Une fois que les plantes seront séchées, passer immédiatement à la phase de conservation, afin d'éviter que la poussière ne s'accumule inutilement. A cette fin, procurer des sachets de papier, des boites en fer blanc, des sacs en plastique (sauf pour les espèces contenant des huiles étherées) et des bocaux en verre (**Benkaddouri, 2011**).

Pour conserver les plantes, les débarrasser des parties mortes puis les faire sécher dans un lieu aéré (les racines séchées à l'air et conservées à l'abri de l'humidité), fleurs, feuilles et semences doivent être des séchées étendues sur des claies ou suspendues en petits paquets isolés. Les conserver dans des boites en métal par exemple (**Beloued, 2009**).

Le but de la conservation est la protection des plantes contre le soleil, l'humidité, les odeurs pénétrantes, les gazes, la poussière, les moisissures, les insectes, et les autres facteurs de dégradation (**Belguitar, 2015**).

9 Commercialisation des plantes médicinales et aromatiques

Les plantes médicinales sont très importantes dans le commerce mondial. Selon **Iqbal(1993)**, le commerce mondial des plantes médicinales est estimé à 853 000 dollars en moyenne durant la période 1987-1991. Il est aussi estimé qu'entre 35 000 et 70 000 essences ou plantes ont été utilisées dans le monde à des fins médicinales (**Iqbal, 1993**). En Chine, 5 000 à 35 000 essences sont utilisées dans la médecine traditionnelle (**Iqbal, 1993**).

Selon **Sahi (2016)**, Les produits issus des plantes à parfum, aromatiques et médicinaux font l'objet d'un commerce important au niveau mondial. Les importations suivies de réexportations, avec ou sans transformation, sont fréquentes. L'Algérie comme pour tous secteurs hors hydrocarbure participe massivement à ce marché à travers une activité d'importation des plus conséquentes, alors que l'activité d'exportation est peu présente.

Le bilan du Centre National de l'Informatique et Statistique (CNIS), affilié aux douanes algériennes, pour l'année 2014, fait état d'une hausse de 17% en volume et plus de 73% en valeur des importations en plantes aromatiques et médicinales par rapport à l'année 2013. L'Algérie a importé pour 1 197 milliers d'euros à la fin de l'année 2014 contre 694 milliers d'euros à la même période de comparaison de l'année d'avant. En volume, cette facture correspond à des importations qui ont atteint 534 tonnes contre 456 tonnes à la même période de l'année précédente (**Sahi, 2016**).



Chapitre III
Germination des
plantes

1 Définition de la germination

La germination est l'ensemble des phénomènes par lesquels la plantule, en vie ralentie dans la graine mure, commence une vie active et se développe grâce aux réserves contenues dans cette dernière (Mazoyer, 2002). Selon Bill, (2007), la germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, elle débute lorsque la graine commence à absorber de l'eau et elle se traduit par la sortie de la radicule (Roget, 2007). Ce passage met en jeu des mécanismes physiologiques complexes qui sont assez bien identifiés aujourd'hui (Crosaz, 1995).

2 Types de germination

On distingue deux types de germination :

Selon Ammari (2011), la germination épigée caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un croisement rapide de la tige. Le premier entre-nœud donne l'épicotyle et les premières feuilles, au dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales. Tandis que chez les plantes à germination hypogée, les cotylédons restent dans le sol.

3 Les différentes phases de la germination

Il comprend trois principales phases successives (Figure 15):

3.1 La phase d'imbibition

C'est la phase d'imbibition de la graine qui, se traduit par une augmentation régulière et importante de l'activité respiratoire (Mazaliak, 1982).

3.2 La phase de germination *stricto sensu* (sens strict)

Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau, l'hydratation des tissus et des enzymes est totale, la consommation en oxygène est stable. De plus les synthèses protéiques sont facilitées car les graines renferment toute la machinerie nécessaire (Rajjou et al., 2004).

3.3 La phase de croissance

Dans cette phase on constate la reprise de l'absorption de l'eau. Il y a croissance de l'embryon, début de la dégradation des réserves accumulées dans les cotylédons ou l'albumen (Nathalie, 2006).

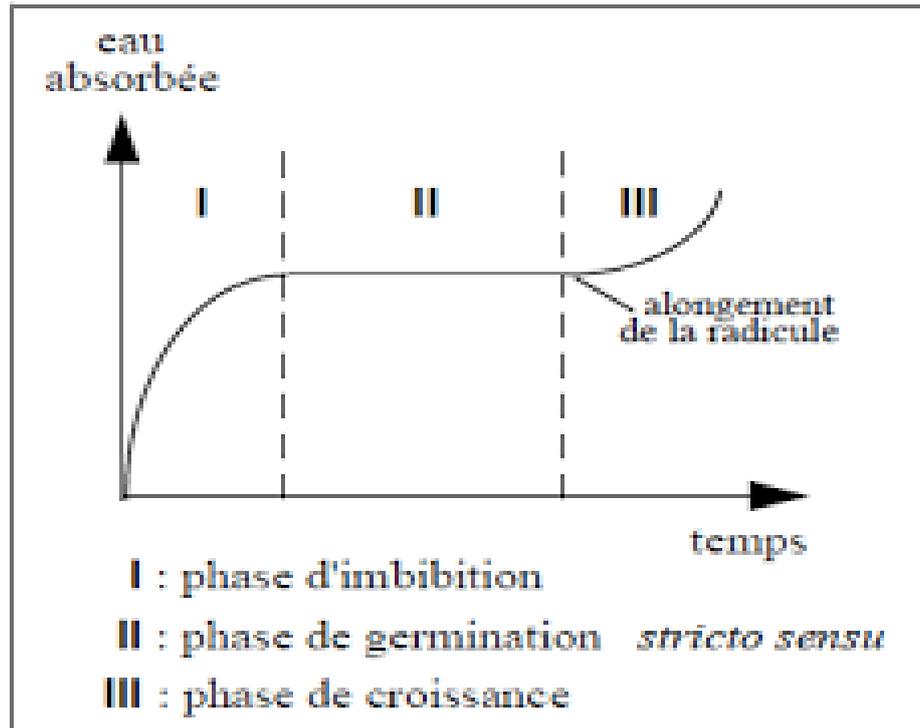


Figure 15: Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1982)

4 Conditions de la germination

La germination des graines est soumise à une régulation très précise dont la complexité provient à la fois de l'action des différents facteurs du milieu extérieur et des caractéristiques propres aux graines elles-mêmes (Côme, 1993).

4.1 Conditions internes de la germination

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygène pour leur croissance et qu'elles ne germent pas plusieurs causes sont à envisager: la dormance de l'embryon ou les inhibitions de fermentation. Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même, elle doit être vivante, mûre, apte à germer (non dormante) et saine (Jeam et al, 1998).

4.2 Conditions externes de la germination

En plus des facteurs internes, la germination de la graine est sous l'influence de certains facteurs externes, comme la disponibilité en eau, la température, le taux d'oxygène dissous et la lumière.

4.2.1 L'eau

L'eau est le facteur le plus indispensable pour la germination. **Nathalie (2006)** a montré que la quantité d'eau nécessaire à l'hydratation des tissus est de 50% à 250% du poids sec de la graine. Selon **Chaussat et Ledeuunff (1975)**, la germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et le gonflement de leurs cellules, donc leur division.

4.2.2 L'oxygène

D'après **Soltner (2007)**, la germination exige obligatoirement de l'oxygène. Une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination (Tableau 9).

Tableau 9 : Teneurs de l'atmosphère en oxygène nécessaires pour obtenir 50% de la capacité de germination selon **Nathalie (2006)**

Oxygène	Espèce
0,5-3	Avoine, blé, maïs, orge, pois, riz, sorgho
3-5	Betterave, colza, melon, poireau, tomate
5-8	Chou, laitue, navet, radis, soja, tournesol
8-10	Carotte, cyclamen, primevère

4.2.3 La température

La température a deux actions :

Soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimique, c'est la raison pour la quelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (**Mazliak, 1982**), soit indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (**Chaussat et al., 1975**).

4.2.4 La lumière

La lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (**Anzala, 2006**). Les espèces indifférentes à la photosensibilité sont rares (**Heller et al., 1990**).

5 Les différents obstacles de la germination

Se sont tous les phénomènes qui empêchant la germination d'un embryon non dormant (ce qui donne naissance à la nouvelle plante et constitue la partie vivante; la partie active de la semence) placé dans les conditions convenables (**Mazliak, 1982**). L'inaptitude à la germination de certaine graine peut être d'origine tégumentaire, embryonnaire ou due à des substances chimiques associées aux graines, ou dormance complexe (**Bensaid, 1985**).

5.1 Les inhibiteurs tégumentaires

Les enveloppes séminales qui entourent l'embryon constituent des obstacles plus ou moins efficaces au passage de l'eau ou de l'oxygène et leur action sur la germination peut être très importante (**Crosaz, 1995**). Les dormances tégumentaires peuvent provenir : d'une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des « graines dures » (**Soltner, 2001**).

5.1.1 L'imperméabilité à l'eau

Il existe des semences qui ne peuvent pas germer parce que leurs enveloppes ne laissent absolument pas passer l'eau. En milieu humide, ces semences ne gonflent pas, restent sèches et résistent à l'écrasement. C'est pourquoi elles sont appelées semences dures. Les espèces à semences dures sont couramment rencontrées chez les légumineuses (Césalpiniées, Mimosacées et Papilionacées) (**Crosaz, 1995**).

5.1.2 L'imperméabilité à l'oxygène (O₂)

L'imperméabilité des enveloppes séminales à l'oxygène est variable suivant les espèces. C'est en effet la structure anatomique des enveloppes qui détermine leur perméabilité à l'oxygène. Pour les semences non imbibées, il existe selon **Côme (1982)** deux sortes de structures qui ne permettent pas le passage de l'oxygène:

- Une structure non poreuse, où les cellules qui constituent l'enveloppe sont toutes jointives.

-Une structure poreuse, mais recouverte d'une couche superficielle imperméable (du mucilage par exemple).

5.2 Dormance embryonnaire

Crosaz (1995) a montré qu'il existe deux types de dormance embryonnaire: la dormance embryonnaire primaire, qui s'installe au cours du développement de la semence et la dormance embryonnaire secondaire, qui correspond à la perte de l'aptitude à germer lorsque

l'embryon, à l'état imbibé, est placé dans des conditions incompatibles avec sa germination (températures trop élevées, manque d'oxygène, présence de lumière ...etc).

6 Effet de la salinité sur la germination des graines

La salinité, la température et la lumière sont les principaux facteurs qui limitent le développement des plantes dans les régions irriguées arides ou semi-arides, par leur influence sur l'absorption de l'eau et de certain ions, toxiques ou non à la plante (**Guerrier, 1981**). La caractérisation physiologique de la tolérance des végétaux à la salinité résulte de processus qui permettent au végétal d'absorber l'eau et les sels minéraux à partir de substrats à faible potentiels hydriques, mais aussi de vivre en acceptant la présence importante de sodium dans des tissus ; les halophytes qui accumulent le plus de sodium (**Elzam et Epstein, 1969**) se signale ainsi par une forte capacité d'élaboration de composés organiques (**Briens et Larther, 1982**), ces deux facteurs permettant le maintien d'une pression osmotique interne qui favorise les échanges d'eau entre les compartiments externe et cellulaire.

La germination des graines est une étape importante et vulnérable pour le cycle de développement des angiospermes terrestres et de déterminer l'établissement du semi et la croissance des plantes. Malgré l'importance de la germination des graines sous stress salin (**Zhang et al., 2014**), le mécanisme de la tolérance à la salinité chez les graines est relativement mal compris, en particulier en comparaison avec la quantité d'information actuellement disponible sur la physiologie et la biochimie des végétaux de la tolérance à la salinité (**Parihar et al., 2015**).

7 Tolérance de certaines plantes médicinales à la salinité

7.1 *Atriplex halimus. L*

Le genre *Atriplex* de la famille des chénopodiacées, appartient aux halophytes de grande importance écologique et économique, en considérant sa tolérance aux sels, son adaptation aux conditions d'aridité et son intérêt pastoral, a particulièrement retenu l'attention des services de mise en valeur agricole. Les espèces d'*Atriplex* sont géographiquement omniprésentes au monde et se développent naturellement dans des habitats salins

Les espèces d'*Atriplex* se développent naturellement dans des sols salins; néanmoins, au cours de leur développement, diverses espèces expriment des niveaux différents de tolérance à la salinité. Ainsi, une étude comparative d'espèces d'*Atriplex* vis à vis de leur comportement à la salinité du sol est indispensable pour l'étiquetage des espèces tolérantes (**Bouda et Haddioui, 2011**).

Selon les études de **Bouda et Haddioui, (2011)** qui fournit des informations pouvant aider à déterminer les espèces d'Atriplex qui ont une haute tolérance au stress salin. Leurs résultats montrent clairement que les graines des espèces d'Atriplex germent mieux en absence du sel ou dans un milieu enrichi de NaCl à faible concentration (5g/l).

Les résultats préliminaires montrent que la germination est complètement inhibée à 20 g/l de NaCl pour toutes les espèces. Ainsi, trois doses de NaCl ont été utilisées : 5, 10 et 15 g/l. La germination est évaluée par le taux cumulé de graines germées durant une période de 30 jours. En outre la longueur, le poids frais et sec ont été mesurés sur des plantules âgées de 30 jours. La germination est maximale dans l'eau distillée et diminue avec l'augmentation de la concentration en sel du milieu. L'augmentation de la concentration en sel ne retarde pas la germination bien qu'elle diminue le taux de germination et réduit le pourcentage final de germination. La réponse des graines des Atriplex au stress salin varie dans le temps avec la concentration en sel. L'effet de NaCl sur la germination varie aussi avec l'espèce, vu que le pourcentage de germination final et la croissance des plantules diffèrent significativement entre les espèces étudiées. *Atriplexhalimus* d'origine marocaine et *Atriplex nummularia* se sont révélés les plus tolérants à la salinité.

7.2 Laurier noble (*Laurus nobilis*.L)

Le laurier sauce ou laurier noble (*Laurus nobilis* L.) est une espèce à usages multiples, originaire du pourtour méditerranéen, connue depuis l'antiquité pour ses différentes vertus aromatiques, médicinales et ornementales. C'est une espèce très rare dans son habitat naturel (**Maatallah et al., 2015**) (Figure 16).



Figure 16 : Laurier noble (*Laurus nobilis*. L) (Lobstein et al., 2017)

D'après les travaux de **Maatallah et al., (2015)**, au stade juvénile, *Laurus nobilis* est une espèce très sensible à la salinité. La présence de NaCl dans le milieu de culture entraîne une réduction importante de la croissance des plantes. Les feuilles développent des nécroses dues probablement à un défaut de compartimentation vacuolaire de Na^+ et à l'accumulation pariétale de ce cation. L'accumulation de Na^+ et Cl^- dans les feuilles n'affecte pas la nutrition potassique de ces organes, et la sélectivité en faveur de K^+ est maintenue. *Laurus nobilis* se présente ainsi comme une espèce de type « *includer* » très sensible au sel. Elle se comporte jusqu'à la concentration 30 mm, comme une plante capable de limiter l'accumulation des ions toxiques dans ces organes aériens. Au-delà 30 mm, il semble que les mécanismes régulateurs de la charge ionique foliaire sont débordés.

7.3 Myrte (*Myrtus communis*. L)

Le myrte commun (*Myrtus communis*. L) est une espèce aromatique originaire du bassin méditerranéen qui croit de façon spontanée dans les bois, les garrigues et les maquis. Cet arbuste forme généralement un sous-bois accompagnateur du chêne liège (Figure 17). La distillation de ses sommités florales permet d'obtenir des huiles très recherchées par les industries pharmaceutiques, cosmétiques et la parfumerie (**Hamrouni et al., 2010**).



Figure 17 : les feuilles et les fruits de *Myrtus* ((Migliore, 2011)

L'étude de **Hamrouni et al (2010)** fait pour l'objet d'évaluer la tolérance et le comportement de différents écotypes de myrte face à la salinité aux stades germinatif et plantule. A cet égard, six écotypes de myrte (Tebaba, Jbel Abderahmane, Diar Ferjan, Ain Bacouche, Ain Dhebla et Ouchetata) ont été utilisés au cours d'essais de germination et de culture au stade plantule. L'effet de la salinité sur la germination est variable selon l'écotype et la concentration de NaCl appliquée. Une diminution progressive du taux de germination du myrte est constatée lorsque la salinité augmente. Les écotypes Ouchetata et Diar Ferjan germent mieux en présence de sel que l'écotype Jbel Abderahmane.

7.4 Piment (*Capsicum frutescens*)

Le Piment est un légume cultivé partout dans le monde et dont l'importance dans l'alimentation humaine est capital (**Wahyuni et al., 2013**). Le piment du genre *Capsicum* compte plus de 25 espèces dont seulement cinq (*C. annum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. et *C. pubescens* garder.) sont les plus cultivées (**Costa et al., 2009**). (Figure 18). Le piment possède des propriétés antioxydantes, anti-mutagenèse, hypocholestérolémiante et propriétés immunosuppressives; il inhibe également la croissance bactérienne et l'agglomération des plaquettes. D'autres travaux indiquent que le piment est l'une des épices qui génèrent d'énormes revenus pour les producteurs et contribue à la réduction de la pauvreté et l'amélioration de statut social des femmes (**Oboh et al., 2010**). Cela dit, le piment reste dans de nombreux pays une culture marginale qui est rarement une priorité nationale en termes de développement agricole (**FAO, 2010**). De plus, sa culture est

encore très traditionnelle et fait face à de nombreux stress biotiques (ravageurs, maladies) et abiotiques (sécheresse, salinité) qui causent de graves pertes de rendement (**Zhuang et al., 2012**). Dans les pays en développement et en particulier dans les régions semi-arides et arides comme la Tunisie, la salinité est le principal facteur qui réduit le rendement et ses composantes.



Figure 18: Piment (*Capsicum frutescens*) (**T.K.Lim, 2012**)

Mani et Hannachi, (2015) font un travail sur 5 variétés de piment de Cayenne : Tébourba, Souk Jedid, Somâa, Korba et Awled Haffouz, cultivées en pots durant 3 mois et arrosées d'eau chargée en NaCl (0, 2, 4, 6, 8, 10 et 12 g/l). Les résultats obtenus ont montré que l'augmentation du stress salin affecte la croissance de la plante chez toutes les variétés en diminuant la longueur des racines, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles, la surface foliaire et la production de biomasse (matières fraîches et sèches des racines). En effet, plus l'eau est chargée en sel (12 g/l), plus la synthèse des chlorophylles a et b est diminuée. Outre, l'analyse minérale a montré que les racines s'enrichissent en ions Na^+ et s'appauvrissent simultanément en ions Ca^{2+} et K^+ . Il ressort de ces résultats que la variété Korba est la plus tolérante au stress salin (à 12 g /l, $\text{Na}^+ = 4.13 \text{ meq/g MS}$, $\text{K}^+ 0.33 \text{ meq/g MS}$, $\text{Ca}^{2+} = 0.55 \text{ meq/g MS}$).

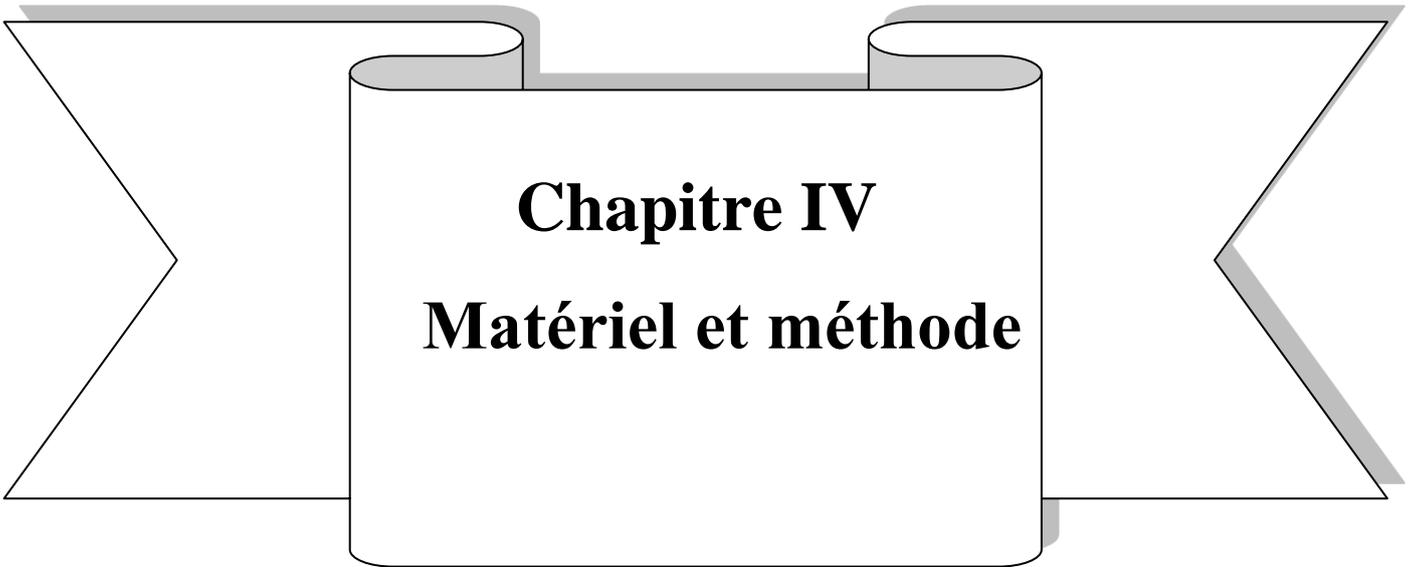
7.5 Safran (*Crocus sativus* .L)

Le safran est une plante rustique grâce à sa morphologie et sa physiologie pouvant supporter des conditions climatiques très sévères (**Sepaskhah et Yarami, 2009**). Le safran est l'épice la plus chère du monde.



Figure 19 : Safran (*Crocus sativus.L*) (Anne Jeanblanc, 2018)

Appl et Biosci, (2017) font un travail sur l'étude de l'effet de deux stress abiotiques (hydrique et salin) sur les paramètres morphologiques et le cycle végétatif de safran (*Crocus sativus L.*). Une expérience a été réalisée sur une safranière de 4 ans plantée en plein champ. Le traitement expérimental inclut quatre concentrations de NaCl (0 ; 1 ; 3 et 5 g/l) et trois régimes hydriques (100% ; 60% et 40%). La comparaison des différents résultats obtenus montre que l'augmentation des niveaux du stress a influencé légèrement les différents paramètres de croissance du safran qui s'est traduite par une diminution du nombre, de la longueur et la surface des feuilles. La diminution de ces paramètres a provoqué la diminution de biomasse sèche de la partie aérienne. L'effet du stress sur les plantes de safran s'est manifesté par un raccourcissement du cycle végétatif qui semble être un mécanisme d'évitement adopté par le safran pour échapper aux contraintes abiotiques.

A decorative banner with a central rectangular box. The banner has a white background with a grey shadow effect. The central box is white with a black border and rounded corners. The text inside the box is in a bold, black, serif font.

Chapitre IV
Matériel et méthode

Matériels et Méthodes

Matériels

Matériel végétales

Graine de vicia faba : à fin d'évaluer l'effet de la salinité sur le processus de germination de vicia faba, *Benidire et al* ont utilisé des graines appartenant à 6 variétés dont trois d'origine marocaine (Aguadulce, Defes et Alfia 5) et trois variétés d'origine étrangère commercialisées au Maroc : Reina Mora, Luz De Otno et VITA.



Figure 20 : Graines des variétés testées de V. faba

Matériel de laboratoire

Verreries : verres de montre, boites de Pétri.

Appareil : étuve.

Papier filtre

Produits : hypochlorite de sodium, eau distillé, Na cl.

Mode opératoire

Benidire et al ont suivi le protocole expérimental suivant :

➤ Désinfecter les graines de six variétés (4graines de chaque variété) par un lavage avec l'hypochlorite de sodium (4°) pendant 5min.

- Rincage avec l'eau distillé (pour éliminer l'eau de javel)
- Placer les graines dans l'eau distillée pendant une nuit (pour faciliter et homogénéiser leur germination).
- Les graines ont été mises à germer dans une boîte de Pétri contenant du papier filtre imbibé avec 2 ml d'eau distillée stérile additionnés de différentes concentrations en Na Cl (0, 50, 75, 100, 150 et 200 mM).
- Incubation à l'obscurité dans l'étuve à $25\pm 1^\circ\text{C}$.
- Chaque traitement a été répliqué 10 fois (40 graines par traitement) et suivi tous les 24h pendant 4 jours.

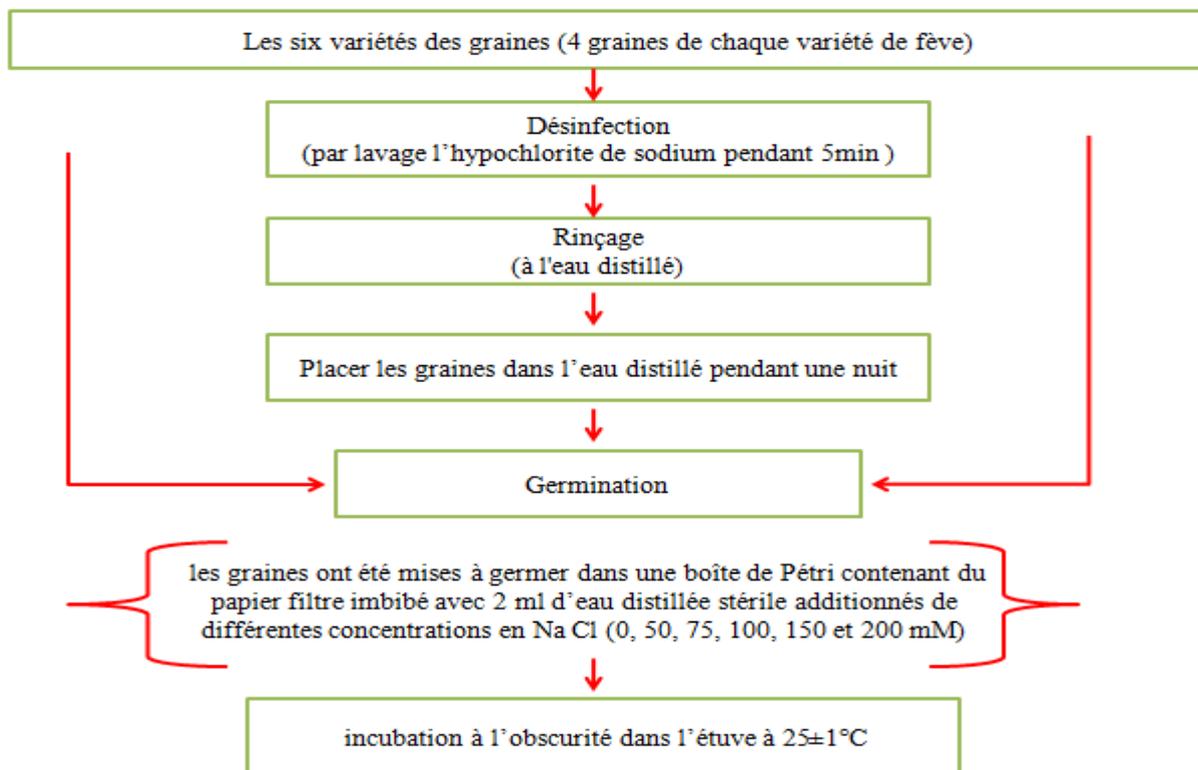


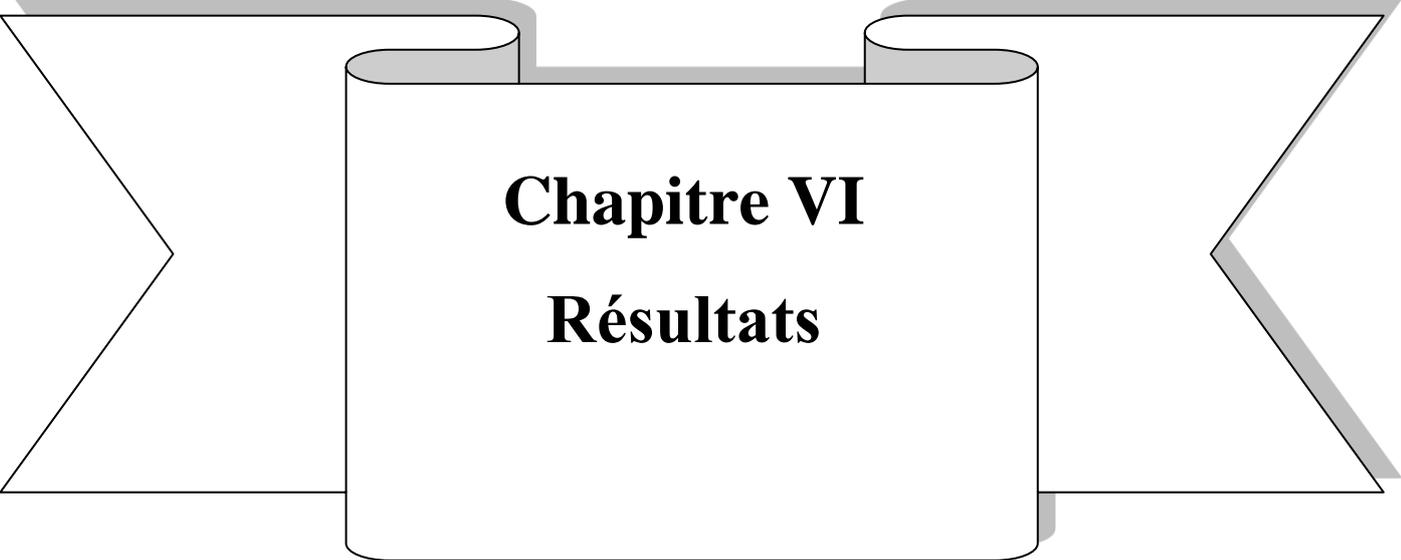
Figure 21: les étapes du protocole expérimental

Durant cette expérimentation, *Benidire et al* ont étudié les paramètres suivants:

Taux de germination final : est exprimé par le rapport du nombre de graines germées sur le nombre total de graines.

Cinétique de la germination : il s'agit de calculer chaque jour la vitesse de germination sous les différentes concentrations de salinité. Elle est exprimée par le nombre de graines germées à 24, 48, 72 et 96 h après le début de l'expérience. C'est un paramètre qui permet de mieux appréhender la signification écologique du comportement germinatif des variétés étudiées ainsi que l'ensemble des événements qui commencent par l'étape

d'absorption de l'eau par la graine et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule.

A decorative banner with a central rectangular box. The banner has a ribbon-like shape with pointed ends. The central box has rounded corners and a slight shadow effect. The text is centered within the box.

Chapitre VI
Résultats

Résultats

Effet de la salinité sur la germination de V. faba

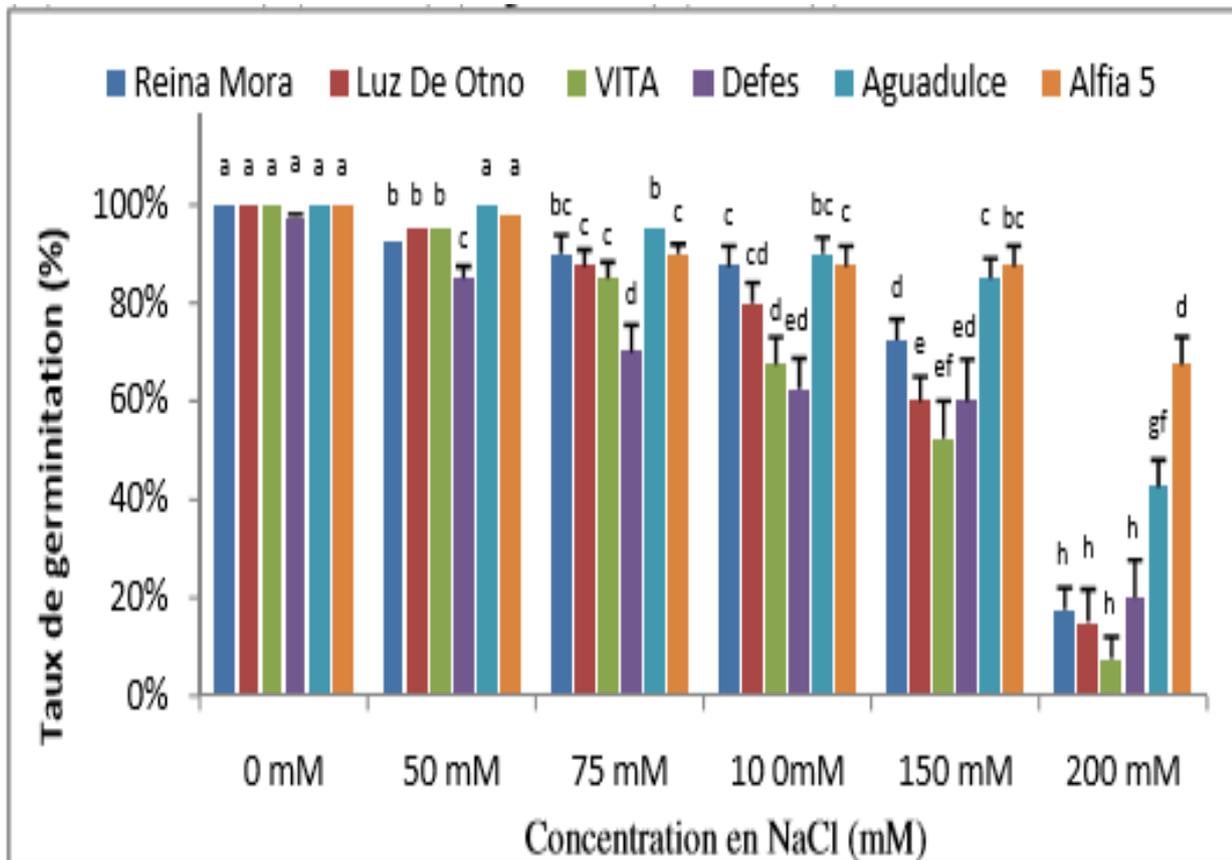


Figure 22: Taux de germination final chez les graines des six variétés de fève soumises à différentes concentrations en NaCl

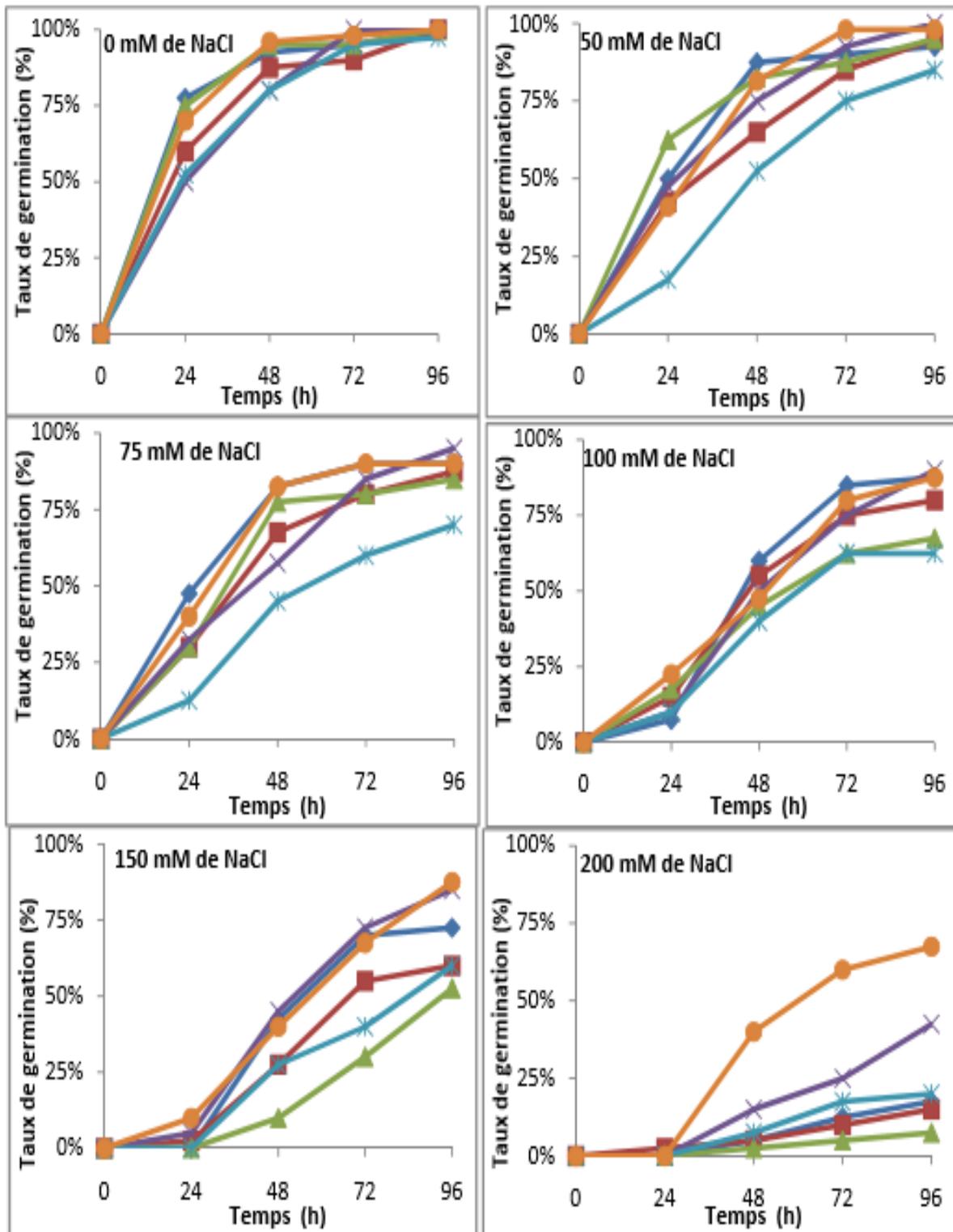
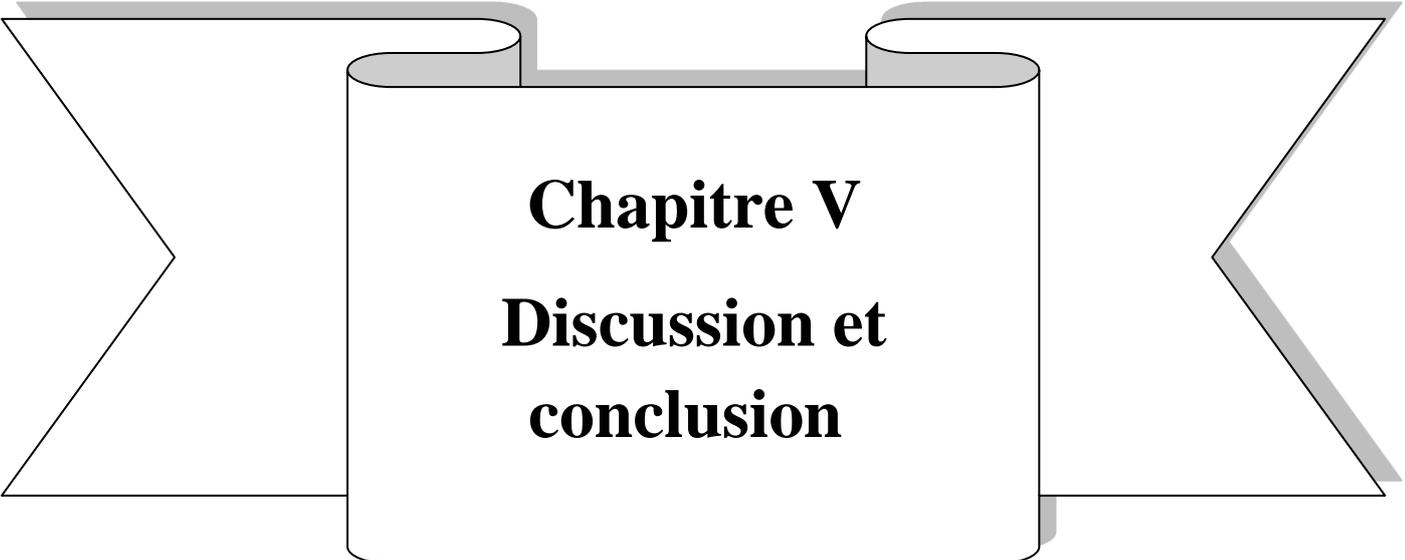


Figure : Cinétique de la germination des six variétés de fève étudiées en présence de différentes concentrations en NaCl.

A decorative banner with a central white box containing text. The banner has a grey shadow and a white fill. The central box is white with a black border and rounded corners. The text inside the box is in a bold, black, serif font.

Chapitre V
Discussion et
conclusion

Discussion et conclusion

Effet de la salinité sur la cinétique et le taux de germination final

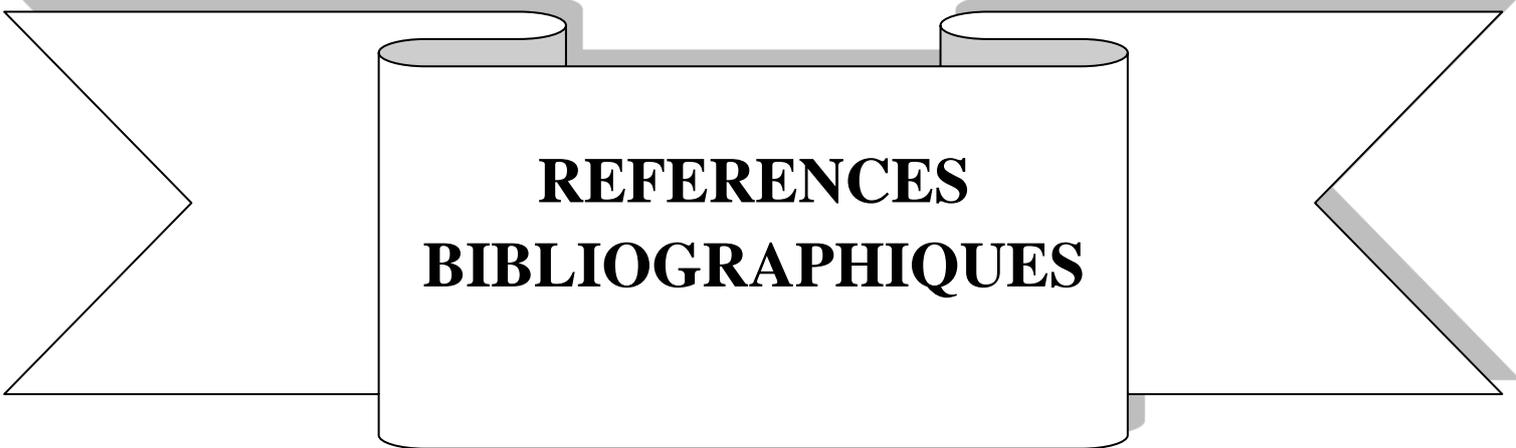
Les résultats obtenus montrent que les taux de germination des graines diminuent au fur et à mesure que la dose de NaCl augmente. Il existe un ralentissement du processus de germination en fonction de l'augmentation de la salinité. La germination des graines est aussi précédée par un long temps de latence à partir de 100 mM en NaCl. Ce temps est plus long pour les concentrations de 150 mM et 200 mM en NaCl. A la concentration de 200 mM, la cinétique de germination des variétés étudiées devient plus lente et le taux de germination final est plus faible sauf chez les deux variétés Alfia 5 et Aguadulce chez lesquelles la capacité germinative reste notable et plus élevée par rapport aux autres variétés testées.

Globalement l'ensemble des graines testées ont germé avec un taux supérieur à 70 % pour les doses de 50 et 75 mM en NaCl pour toutes les variétés testées. Cependant à partir de la concentration de 100 mM, ce taux est inférieur à 67.5 % pour les variétés VITA et Defes, alors que pour les variétés Alfia 5, Aguadulce, Luz de Otno et Reina Mora, le taux de germination dépasse encore 70 %. Bien que le taux final de germination soit retardé sous l'effet stressant de la salinité, il dépasse 95 % chez toutes les variétés, excepté chez Defes, aux concentrations de 0 et 50 mM en NaCl. Toutefois, nous notons une réduction de pourcentage final de germination respectivement de 10 %, 13 %, 13 % et 20 % chez les variétés Aguadulce, Alfia 5, Reina Mora et Luz De Otno à une concentration de 100 mM de NaCl.

Tandis que cette réduction est de 33 % et 38 % respectivement chez VITA et Defes.

La concentration de 200 mM fait diminuer considérablement la capacité germinative des variétés étudiées. Le taux de germination final est de 7.5 %, 15 %, 17.5 % et 20 % respectivement pour VITA, Luz De Otno, Reina Mora et Defes. Alors qu'il est plus élevé chez Aguadulce et Alfia 5 qui présentent des taux de germination significativement plus élevés ($p < 0.05$) respectivement de 42.5 % et 67.5 %). Ces résultats viennent confirmer les effets relevés, à travers des études antérieures, exercés par la salinité sur le processus de germination chez plusieurs espèces de légumineuses. Okçu et al ont démontré que l'application de différents niveaux de NaCl induit une réduction significative du taux de germination final chez les cultivars de petit pois. Des résultats comparables ont été observés chez différentes variétés de haricot, de pois chiche, de lentille et d'autres légumineuses fourragères.

L'effet de NaCl sur le comportement germinatif de fève se traduit par une augmentation du temps de latence et une diminution de la vitesse et du taux de germination. Ceci corrobore les résultats de l'étude d'Amouri et Fyad Lameche portée sur six écotypes d'espèces annuelles de *Medicago* et qui ont noté un ralentissement du processus de germination en fonction du stress salin et de l'écotype de chaque espèce. L'étude de la cinétique de germination montre qu'une concentration croissante en sel engendre un retard de la germination. D'après Ben Miled et al, ce retard peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne. Alors que Ghrib et al ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.



**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références Bibliographiques

- Abdelmalek EL Meskaoui, Dalila Bousta, Abdelkader dahchour, Hassane Greche, El Houssaine Harki, Abdellah Farah & Abdeslam Ennabili.2008. Plantes Médicinales et Aromatiques Marocaines: Opportunités Et Défis. Institut National des Plantes Médicinales et Aromatiques, Mezraoua-Taouate, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Fès, Maroc. *Revue AFN Maroc*. N ° : 2-3.
- Abderrahim Benkaddouri .2011 . Etude des huiles essentielles de *l'Opuntia ficus-indica* Région de Mascara : mémoire de Magister .Université d'Oran.
- Adomou A C, Yedomonhan H, Djossa B, Legba S I, Oumorou M, Akoegninou A. 2012. Étude Ethnobotanique des plantes médicinales vendues dans le marché d'Abomey-Calavi au Bénin : *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 6 (2): 745-772.
- Ait Belaid M.1994.Les systèmes d'information pour l'environnement : Développement et formation. *Géo observateur*. 5 (1994) 61-9.
- Ammari S.2011. Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire : P46.
- Anne Jeanblanc.2018.Safran, astragale, rhodiola et bacopa : les nouvelles stars de la mémoire. www.lepoint.fr.
- Annelise Lobstein, Françoise Couic-Marinier, Camille Briot. 2017. Huile essentielle de Laurier noble : N° 571, Publié par Elsevier Masson SAS. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpha.2017.09.035>.
- ANZALA F.J.2006 .Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea mays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides amines issue de l'aspartate et recherche de QTLs. Thèse de Doctorat, Université d'Angers.148p.
- Apse, M.P, and Blumwald, E. 2007. Na⁺ transport in plants: *FEBS Lett*. 581(12): 2247–2254. doi:10.1016/j.febslet.2007.04.014. PMID: 17459382.
- Apse, M.P,Aharon, G.S, Snedden, W.A, and Blumwald, E.1999. Salt tolerance conferred by over expression of a vacuolar Na⁺/H⁺ antiport in *Arabidopsis*. *Science*, 1999. 285(5431) p : 1256-1258. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10455050>.
- Ashraf M. (1999). Breeding for salinity tolerance proteins in plants *Crit: Rev,Plant Sci*. 13: 17-42.
- Ayers R.S et Westcot D.W. 1988. La qualité de l'eau en agriculture : Bul, FAO d'Irrig Et de Drain. 29 Rev. 1, Rome .180 p.
- Bahorun T.1997.substances naturelles actives : la flore mauricienne une source d'approvisionnement potentielle.université de Maurice.AMAS . Food and Agricultural reaserch council, reudit, Mauritius.p83
- Bartels, D,and Sunkar, R. 2005. Drought and salt tolerance in plants: *Crit, Rev, Plant Sci*. 24(1): 23–58. doi:10.1080/07352680590910410.
- BEKKOUCHE H.1992 .Etude de la germination de quelques lignées de poids chiche, soumises à la salinité. Croissance et anatomie des tiges et des racines :Mémoire D.E.S, Bio Vég. Université d'Oran.
- Belguitar, M. 2015. Les plantes médicinales de la région de Ksar Chellala, Tiaret : Mem ,Master. Université de Tiaret. 60p.
- BELKHODJA M, BIDAI Y.2001.Réponse des graines d'*Atriplex halimus L.* à la salinité au stade de la germination : Laboratoire de physiologie végétale, Faculté des sciences, Université Senia, 31 Oran, Algérie.
- Bellakhdar J.2006. Plantes médicinales au Maghreb et soins de base Précis de phytothérapie moderne : Editions Le Fennec, Casablanca (Maroc). www.pharmacies.ma.
- Beloued, A. 2009. Plantes médicinales d'Algérie : 5éme édition. Office des publications universitaires. 284p.

- Béné K, Camara D, Fofie N B Y, Kanga Y, Yapi A B, Yapo Y C, Ambe S A, Zirihi G N. 2016. Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua, District du Zanzan (Côte d'Ivoire) : *Journal of Animal & Plant Sciences*. 27(2): 4230-4250. <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
- Benghanou M.2012. La phytothérapie entre la confiance et méfiance : Mémoire professionnel infirmier de la sante publique, institut de formation paramédical CHE.
- Benidire L, Daoui K, Fatemi Z.A,Achouak W,Bouarab L, Oufdou K. 2014. *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (3) (2015) 840-851. Laboratory of Biology and Biotechnology of Microorganisms, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, PO Box 2390, Marrakech, Morocco. ISSN : 2028-2508.
- Bensaid S.1985. Contribution á la connaissance des espèces, germination et croissance d'Acacia radians : thèse de Magister, I.N.A, El Harrach.70p.
- Benzellat B.2011.mémoire Contribution à l'amélioration des rendements des plantes cultivées en sols salés : UNIVERSITE ABOUBEKER BELKAID- TLEMCEN.
- BerregiouaA,Cheriti A.2019.ZILLA MACROPTERA :investigations photochimiques et antibactérienne Chimie organique. Editions universitaires européennes. .
- BI~IEI~s,M.,LAnkIER, F: Osmoregulation in halophytie higher plants: a comparative study of soluble carbohydrates, polyols, betaine and free proline: *Plant Cell Environ.* 5 : 287--292,1982.
- BIILT .2007. La biologie de A à Z : 1100 définitions. Ed. Dunod, Paris, pp : 123.
- Bitam R. 2012.Inventaire des ressources médicinales et aromatiques dans la région de Djerma-Batna par la méthode systématique : Université, El Hadj Lakhdar Batna.
- BOUDA Said et HADDIOUI Abdelmajid.2011.Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex* : *Revue « Nature & Technologie »*. N° 05/Juin 2011. Pages 72 à 79.
- Bouzouita N, Kachouri F, Ben Hamdi M, Chaabouni M.M, Ben Aissa R, Zgoulli S,Thonart P,Carlier A,Marlier M & Lognay G.C.2005. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* : *J. Essent,Oil Res.*Vol. 17, 584-585.
- Chamard P.1993.Environment et développement. Références particulières aux états sahéliens membres du CCILS : *Rev. Sécheresse*, 4, p.172328.
- CHAUSSAT R et LEDEUNFF Y. 1975.la germination des semences : Ed.Bordars, Paris. 232p.
- Chaves *et al.*2008. Photosynthesis under Drought and Salt Stress: Regulation Mechanisms from Whole Plant to Cell *Ann. Bot.*, 28, mcn125v1.
- Cherbuy B.1991.Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique : Cemagref, 170p.
- Côme D .1982.Influence de la réfrigération et de la congélation sur la qualité et l'aptitude à la germination des graines : *Revue International du Froid*, 6: 333-336.
- Côme D .1993.Rôle des facteurs du milieu dans la germination et la survie des semences : Actes finaux du symposium du groupe de travail IUFRO P.2.04.00, «Problèmes des semences forestières notamment en Afrique», Ouagadougou (Burkina Faso) du 23 au 28 novembre 1992. pp. 131-142.
- Come D.1982 .Physiologie Végétale II, Collection Méthodes : Herman, Paris. Pp 129-225.
- Costa,R. Lopes,M.T.J. Lopes, A.F.de Figueiedo, W.S.Barros, S.R.M.Alves. 2009. Cross compatibility of domesticated hot pepper and cultivated sweet pepper:*Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 9: 37-44.
- Cowan. M.M.1999.Plants Product as Antimicrobial Agents: Clinicat Microbiology.
- Crosaz Y .1995. Lutte contre l'érosion des terres noires en montagne méditerranéenne Connaissance du matériel végétale herbacée et quantification de son impact sur l'érosion : Thèse de doctorat en écologie, Université du droit, d'économie et des sciences, Marseille, France. 197p.

- Cunningham A.B.1991. Development of a conservation policy on commercially exploited medicinal plants: a case study from southern Africa In Conservation of Medicinal Plants, O. Akerele, V. Heywood et Synge, Cambridge University Press.
- Dasgan, H.Y, Aktas, H, Abak, K and Cakmak, I.2002.Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses: Plant Science, 2002. 163(4): p. 695-703. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945202000912>.
- Debez A, ChaibI W, Bouzid S.2001. Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus L* : Cah Agric ; 10 : 135-8.
- Delphine et al, 1998 in Parida et Das. 2005. *B. parviflora* (Parida et Das, 2005). In Parida A.K., Das A.B., (2005). Salt tolerance and salinity effect on plants: review. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 60, 349 p.
- Djili K.2000. Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie : Création d'une banque de données informatises et l'utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et la vectorisations des données pédologique. Thèse doc. INA. Alger. 384p.
- Douaoui A et Hartani T. 2007. Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la Dégradation des sols de la plaine du Bas-Chélif : Actes de l'atelier régional SIRMA. 4-7 juin 2007. Nabeul, Tunisie.
- Duchauffour P. 1979.Pédologie tome 2: Constituant et propriétés du sol. Ed, Masson, Paris. 459p.
- EL AJJOURI M., 2008. Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) : Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'oeuvre. Biotechnol, Agron, Soc, Environ. 2008 12(4), 345-351.
- El Madidi S, El Baroudi B, Bani Aameur F. 2003.Variation de la tolérance à la salinité chez l'orge pendant la germination et la croissance des plantes : Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires.vol 23,No 2.P : 2.
- El Midaoui et al.2007. Reponse of sunflower (*Helianthus annuus*) to nitrogen and potassium deficiency: Helia. 22, p.139-148.
- Elzam, O. E, Epstein, E. Salt relations of two grass species differing in salt tolerance: 2 Kinetics of the absorption of K, Na and Cl by their excised roots. Agrochimica .13 : 196-206,1969.
- Enita (Ecole Nationale d'Ingénieurs de Travaux Agricoles) de Bordeaux .2000. Agronomie aux nouvelles orientations : Edition, Synthèse agricole.339p.
- Eynard A, Lala R, Keith D.W. 2006. In Encyclopedia of Soil Science: (CRC Press) Chapter: 323 (2006) 1538.
- Falconer, Julia. 1994. Non timber forest products in Southern Ghana. Main Report.
- FAO.2006.Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et Stratégies de réhabilitation : Organisée et coordonnée par Programme International pour la Technologie et la Recherche en Irrigation et Drainage, du 6 février au 6 Mars 2006. 12p.
- Flowers TJ.2004 .Improving salt tolerance: Journal of Experimental Botany. 55: p 307–319.
- Flowers, T.J, Troke, P.F and Yeo, A.R. 1977. The mechanisms of salt tolerance in halophytes: Annu. Rev. Plant Physiol. 28(1): 89– 121. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.000513.
- Garg AK, Kim JK, Owens TG, Ranwala AP, Choi YD , Kochian LV, Wu RJ. 2002. Trehalose accumulation in rice plants confers high tolerance levels to different abiotic stresses: Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. 99: 15898- 15903.
- Garg B. K, Vyas, S. P, Kathju S, Lahirin A. N, Mali P. C. and Sharma P. C.1993 .Salinity-fertility interaction on growth, mineral composition and nitrogen metabolism of Indian Mustard: J. Plant Nut 16(9): 1637-1650.
- Gelfand M, Mavi S, Drummond RB, Ndemera B.1985.The traditional medical practitioner in Zimbabwe: Mambo press, Harare.

- Ghanem *et al.* 2008. Hormonal changes during salinity induced leaf senescence in tomato (*Solanum lycopersicum* L.: J, Exp, Bot. 59: p 3039 - 3050.
- Gibbons S. 2008. Phytochemicals for bacterial resistance-strengths, weaknesses and opportunities: *Planta Medica*. Vol. 74, Issue: 6, pp :594-602.
- Girard G. 2010. Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco-dentaires d'hier aujourd'hui, France : Université Henri Poincaré Nancy 1.
- Grattan, S.R. & Grieve, C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops : *Sci, Hort.* 78, 127-157.
- Grennan A.K. 2006. High impact abiotic stress in rice. An "omic" approach: *Plant Physiol.* April 2006, Vol. 140, pp. 1139-1141.
- Guerrier G .1981. influence de différentes salinités (sels de sodium et sels de chlorure) sur la germination de *RHAPHANUS SATIVUS* : Laboratoire de physiologies végétale, département de biologie , facultés des sciences , université Mohamed V, BP 1014 RABAT , MAROC. *Plant and soil* 61, 457-469 (1981).
- Halitim A. 1986. Projet du programme de recherche sur l'utilisation du rejet de l'industrie phosphatière en agriculture : *Polycopies*, 35p.
- Halitim A. 1988. *Arid soils in Algeria*: Ed, OPU, Alger (in French).
- Hamdy A. 1999. Saline irrigation and management for a sustainable use In *Advanced Short Course on Saline Irrigation Proceeding*: Agadir. 152-227.
- Hammer KA, CARSON CF et RILEY TV. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plants extracts: *Journal of applied microbiology*. 86, 985-990..
- Hamrouni Lamia, Hanana Mohsen et Khouja Mohamed Larbi. 2010. Evaluation de la tolérance à la salinité du myrte (*Myrtus communis*) aux stades germinatif et Plantule : Publié par les Presses scientifiques du CNRC. *Botanique*. 88 : 893-900.
- Hamza M. 1977. Action de différents d'apports de chlorures de sodium sur les physiologies de deux légumineuses (*Phaseolus vulgaris*, sensible) sensible et (*Hedysarum curnosum*) Tolérante relation hydrique et ionique. thèse doctorat, Univ, Paris.
- Haouala F, Ferjani H et Ben El Hadj S. 2007. Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca²⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent : *Biotechnol, Agron, Soc, Environ* 11 (3), 235- 244.
- Hélène *et al.* 2016. Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances de marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie. Première partie. *OPTION méditerranéennes. Serie B : études des recherches 2016-Numéro 73. CIHEAM / FranceAgriMer*, 2016.
- 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.
- Heller R, Esnault S et Lance C. 1990. *Physiologie Végétale* : Masson Paris. P 16.
- Hogan D, Kolter R .2002. Why are bacteria refractory to antimicrobials: Current opinion in *Microbiology* 5: 272-4.
- Hopkins W. G. 2003. *Physiologie végétal* : 2ème édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris. 514.
- Imalet R. 1979. influence de différentes concentrations de sels (NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄) des eaux d'irrigation de l'agriculture sur le rendement du haricot : Thèse ING, INA, EL Harrach. 43p.
- IQBAL. 1993. International trade in non-wood forest products: An overview. *FAO Working paper*, Rome, November.

- Is man M.B. 2000.plant essential Oils for pest and disease management: Corp.protection .N°19, pp : 603-608.J. Appl. Biosci. 2017 .Réponses morpho-phénologiques du safran (*Crocus sativus* L.) à deux stress abiotiques (hydrique et salin).
- Jeam P, Catmrine T et Giues L.1998 .Biologie des plantes cultivées : Ed L'arpers, Paris. 150p.
- Katembe WJ, Ungar IA, Mitchell JP.1998 .Effect of Salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* species Chenopodiaceae: *Ann Bot* .82:165.
- Kenfaoui A. 1997.La salinité des eaux d'irrigation : Synthèse bibliographique réalisé par les élèves ingénieurs de l'école nationale du génie rural des eaux et des forêts de Montpellier.
- Khales A et Baaziz M.2006 .Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia Ficus indica* L en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin : Congrès international de Biochimie,Agadir. pp. 133-136. <http://www.jmaterenvironsci.com>.
- Kinet J.M, Benrebiha F, Bouzid S, Iahacar S, Dutuit P.1998. Le réseau *Atriplex* : Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi arides. Cahiers d'études et de recherches francophones, Agricultures.7, (6), 505, Réseaux transnationaux d'amélioration des plantes utilisant les biotechnologies.
- Kocsy, G,Laurie, R, Szalai, G,Szilagy, V, Simon-Sarkadi, L, Galiba, Gand 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.
- Kurban *et al.*1999.Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi*: *Soil Sci. Plant Nutrition*. 45: p 851–862.
- Laghouiter Oum Kelthoum.2011.Etude des activités biologiques des huiles essentielles de *menthe* de la région de Ghardaïa :mémoire de Magister , université Amar Telidji- Laghouat.
- Lahsissene H, Kahouadji A, Tijane Met Hseini S.2009. Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc occidental) : *Lejeunia*. 186, 1- 2.
- Lang G, Buchbauer G.2012. A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals: A review, *Flavour and Fragrance Journal* 27, 13–39.
- Larousse .2001.encyclopédie des PLANTES MEDICINALES : IDENTIFICATION, preparation,soin.VUEF pour la présente édition.
- Le Goupil J.C. 1974 .Agronomie Tropicale : Série 3 , Séminaire "développement rural.
- Leaman D.J.2009.Soulager la pression : Planète conservation, avril. Vol. 39, n. 1, p. 8-10.
- Legros J.P. 2009.La salinisation des terres dans le monde : Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 2009, <http://academie.biu-montpellier.fr/>. Conférence n°4069, Bull. n°40, p.257-269.
- Levigneron, A, Lopez, F, Vansuyt, G, Berthomieu, P, Fourcroy, P and Casse-Delbart, F. Les plantes face au stress salin : *Cahiers Agricultures*, 1995. 4(4): p. 263-273. Available on: <http://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-.agricultures/article/view/29899>.
- Ling W. H, Jones P. J. H.1995. Dietary phytosterols of metabolism benefits and side effects: Review life science. 57: 195-206.
- Lis-Balchin M.2002.Lavender, the genus *Lavandula*. Taylor and Francis, London.p: 37, 40, 50, 155-200.
- Longstreth D.J et Nobel P.S.1979. Salinity effects on leaf anatomy: consequences for photosynthesis. *J. Plant Physiol*, 63 (4): 700-703.
- Lugasi A, Hovari J, Sagi K, Biro L. 2003. The role of antioxydant phytonutrients in the prevention of diseases: *J.Acta. biologica.szegediensis* . 47(1-4) :119-125.

- Maatallah Samira, Khaldi Abdelhamidet AlbouchiAli .2015. Tolérance à la salinité et transports d'ions chez le laurier noble (*Laurus nobilis* L.): Annales de l'INRGREF (2015), 20, 51-65. ISSN 1737-0515.
- Maillrad J. 2001.Le point sur l'irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne : Risques et recommandations. Handicap International Novembre 2001. 34p.
- 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 de A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee. p. 349–370.
- Manchanda G,Garg N.2008.Acta Physiol : Plant 30 (2008) 595.
- Mani F Et Hannachi C .2015. Effet du stress salin sur le comportement physiologique du piment de Cayenne (*Capsicum frutescens*) : Institut Supérieur Agronomique Chott Mariem, Laboratoire des Sciences Horticoles et de Culture in Vitro, Chott Mariem, Sousse, 4042, Tunisia. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 18(1), 639-647. ISSN 2286-5314.
- Marouf A et Raynaud J.2007.La botanique de A à Z : 1662 définition. Ed Dunod : 286.
- Mazliak P. 1982. Croissance et développement : Physiologie végétale II.Hermann ed., Paris, Collection Méthodes. 465p.
- Mazoyer M. 2002. Larousse agricole : Edit, Paris. P320-321,673.
- Migliore J. 2011. Empreintes des changements environnementaux sur la phylogéographie du genre Myrtus en méditerranée et au Sahara : Thèse de Doctorat. Université Paul Cézanne Aix-Marseille III. Faculté des Sciences et Techniques, Discipline Biologie des populations et Ecologie.
- Millogo H, Guisson I. P, Nacoulma O et Traore A. S. 2005. Savoir traditionnel et médicaments traditionnels améliorés : Colloque du 9 décembre. Centre européen de santé humanitaire –Lyon.
- Mokkedem O. 2004. Les plantes médicinales et aromatiques en Algérie : situation et perspectives. In : *Actes du séminaire international sur le développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans le bassin méditerranéen, Djerba, 1-3 juin 2004*. IRA-ICARDA, ARS-USDA. p. 28-36.
- Monnier C. *Les plantes médicinales - vertus et traditions* : Ed. Privat, 2002.
- Morales et al.1992. Effects of combined NaCl and CaCl₂ salinity on photosynthetic parameters of barley grown in nutrient solution. *Physiol. Plant*; 86: p 419-426.
- Munns R, Guo J, Passioura JB, Cramer GR.2000.Leaf water status controls daytime but not daily rates of leaf expansion in salt-treated barley: *Aust. J. Plant Physiol*. 27p.
- MUNNS R.2002 .Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ* 25:239–250.
- Munns, R, James, R.A and Läuchli, A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals: *J. Exp. Bot.* 57(5): 1025–1043. doi:10.1093/jxb/erj100. PMID:16510517.
- 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.
- Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance.: *Annu. Rev. Plant Biol.* 59(1): 651–681. doi:10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911. PMID:18444910.
- Nathalie V.2006. Physiologie du développement des Angiospermes. Disponible sur <http://biologique.free.fr/cours/phyv/Developpementvegetatif.pdf>.
- Neffati M et Sghaier M..2014.Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) au niveau des zones désertiques de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie) : Rapport principal. Projet MENA-DELP. p : 15.
- Oboh G,O.O. Ogunraku. 2010. Cyclophosphamide-induced oxidative stress in brain: Protective effect of hot short pepper (*Capsicum frutescens* L. var. abbreviatum). *Exp. Toxicol. Pathol.*, 62, 227–233.

- Omami E.N.2005. Response of Amaranth to salinity stress: These Ph.D Horticulture. Departement of plant production and soil science, Faculty of natural and agricultural sciences, University of Pretoria. p 235.
- Osbourn A. E, Lanzotti V.2009. Plant-derived Naturels Products synthesis, function and application: Édition SPRINGER, New York. 11-35.
- Parida *et al.*2003.Effect of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove *Brugueira parviflora* : *Trees- Struct.Funct.*18 :167-174.
- Parida et Das.2005. Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxycology and Environmental Safety*. Vol.60, pp. 324-349.
- Parida, A.K, Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: review. *Ecotox. Environ. Safety* 60, 324–349.
- Parihar P, Singh S, Singh R,Singh V. P, Prasad S. M. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22 4056–4075.10.1007/s11356-014-3739-1.
- Pelt J. M. 1980. Les drogues, leur histoire et leurs effets : Édition Doin, Paris: 221.
- Penso, G. 1980. *WHO inventory of medicinal plants used in different countries*. WHO, Geneva. Peters, C.M., 1994. *Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: anecological primer*. Biodiversity Support Program, Washington.
- Phillips, J.R, Oliver, M,Jet Bartels, D. 2002. Molecular genetics of desiccation and tolerant systems: Dans *Desiccation and survival in plants: Drying without dying*. Sous la direction de M. Black et H. Pritchard. CAB International, Mol. Gen. Genet. p. 319–341.
- Plantes à parfum aromatiques & médicinales www.cpparm.org.
- Quezel, P and S. Santa.1962 .Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales : C.N.R.S, Editor. p. 565.
- Rajjou L, Gallardo K ,Debaujon I ,Vandeker Ckhove J , Job C et Job D.2004 . The effect of alpha-amanitin on the Arabidopsis seed proteome highlights the distinct roles of stored and neosynthesized mRNAs during germination: *Plant physical* 134,1598-613.
- Ramli, I. 2013.Etude, in vitro, de l'activité anti leishmanienne de certaines plantes médicinales locales : cas de la famille des lamiacées. Thèse du magister en Biologie appliquée, Université de Constantine.85p.
- Redondogomez *et al.*, 2008: Growth and Photosynthetic Responses to Salinity of the Salt-marsh Shrub *Atriplex portulacoides* , *Ann. Bot*; 100: p 555 - 563.
- Richard F et Peyron F. 1992 .Manuel des corps gras : paris.Ed , Lavoisier, Tec.et Document.. pp : 12228-1242.
- Roget P .2007.Ewpirimentation en biologie et physiologie végétale : Edi AQUAE CLO INRA. Versailles cedex.
- Sahi Lamia. 2016. le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances de marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie. Troisième partie. *OPTION méditerranéennes. Série B : études des recherches 2016-Numéro 73* . CIHEAM / FranceAgriMer, 2016.
- Sarni-Manchado P, Cheynier V. 2006.Les polyphénols en agroalimentaire : Ed. Lavoisier (Tec & Doc), Paris, 300-398.
- Sarni-Manchado P,Veronique C. 2006. Les polyphénols en agroalimentaires.Collection sciences et techniques agroalimentaires : édition TEC et DOC, Paris (France). 398.
- Schauenberg P,Paris F. 2006. Guides des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes : Edition de la chaux et niestlé, Paris, pp 33-34.

- Schippmann U, Leaman D & Cunningham A.B. 2002. Impact of Cultivation and Gathering of Medicinal Plants on Biodiversity: Global Trends and Issues. in FAO, 2003. 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. Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome.
- Schippmann U, Leaman D. & Cunningham A.B.2006. A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects: in Bogers R.J., Craker L.E. & Lange D. (eds.), 2006. Medicinal and Aromatic Plants. Netherlands, Springer: 75-95.
- Schwartz. C.2007.Salinisation des sols : processus, causes, effets et gestions des sols salés. Diapositif.
- Senguttuvel, P, Raju, N.S, Padmavathi, G .2016. Identification and quantification of salinity tolerance through salt stress indices and variability studies in rice (*Oryza sativa* L.). SABRAO Journal of Breeding & Genetics, 48(2): p. 172-179. Available on: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163217766>.
- Sepaskhah AR, Yarami N. 2009. Interaction effects of irrigation regime and salinity on flower yield and growth of saffron: J. Hort. Sci. Biotech. 84 :2. 216-222.
- Shabala, Sand Cuin, T.A. 2008. Potassium transport and plant salt tolerance. *Physiol. Plant.* 133(4) : 651–669. doi:10.1111/j.1399- 3054.2007.01008.x. PMID:18724408.
- Silva-Ortega, C.O, Ochoa-Alfaro, A.E., Reyes-Aguero, J.A., Aguado-Santacruz, G.A, and 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
- Soltani A.1988 .Analyse des effets de NaCl et de la source d'azote sur la nutrition minérale de l'orge : Thèse de Doctorat d'Etat. Tunis ,Faculté des Sciences de Tunis. 322 p.
- Soltner D .2007.Les bases de la production végétale tome III : la plante. Ed.Collection sciences et technique agricole Paris. 304p.
- Stratégies de réhabilitation. Organisée et coordonnée par Programme International pour la
- T.K. Lim. 2012.Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Springer Dordrecht Heidelberg New York London. Library of Congress Control Number: 2011932982.
- Technologie et la Recherche en Irrigation et Drainage, du 6 février au 6 Mars 2006. 12p.
- Tisdal S.L, W.L.Nelson and J.D.Beaton .1985. Soil fertility and fertizes. Edition. Macmillars publishing Company. New York.
- Valnet.2001.la phytothérapie-traitement des maladies par les plantes :se soigner par les plants. ED. Vigot .ISBN :2-253-03790.
- Vann A. 1998.The herbal medicine boom: Understanding what patients are taking. *Cleveland Clinic Journal of Medicine.* 65, pp : 129-134.
- Vines G.2004.Herbal harvests with a future: towards sustainable sources for medicinal plants plant life international.www.plantlife.org.uk.
- Wahyuni Y, A.R.Ballester, E. Sudarmonowati, R.J.Bino, A.G.Bovy, 2013 .Secondary Metabolites of Capsicum Species and Their Importance in the Human Diet: *J. Nat. Prod.*, ,DOI: 10.1021/np300898z (online first).
- Wichtl M, Anton R. 2009. Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale : science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris. 38, 41.
- Yamaguchi, T and Blumwald, E. 2005. Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends Plant Sci.* 10(12) : 615–620. doi:10.1016/j.tplants.2005.10.002. PMID:16280254.

- Yano Y, Satomi M.& Oikawa H. 2006. Antimicrobial effect of spices and herbs on *Vibrio parahaemolyticus*, *International J.Food Microbiology*. Vol. 111, 6-11.
- Zhang, H, Liu, Y, Wen, F, Yao, D, Wang, L, Guo, J and Jiang, M.2014. A novel rice C2H2-type zinc finger protein: ZFP36, is a key player involved in abscisic acid-induced antioxidant defence and oxidative stress tolerance in rice. *Journal of experimental botany*. 65(20), 5795-5809.
- ZHU J.K.2001 .Plant salt tolerance: Trends in plant Sci. 6: 66-71.
- Zhuang Y, L. Chen, L. Sun, J. Cao.2012. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers: *J. Funct. Foods*, 4, 331–33.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES
