

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIQUES
N° : 70/DSA/2022



DOMAINE : SNV
FILIERE : Sciences agronomiques
OPTION : Production végétale

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : Mlle. KHODJA Mouna
Mlle. TABI Hiba
Mlle. ZEKRI Maria

Intitulé

**Sélection des génotypes tolérant au stress salin
d'une collection du pistachier vrai.**

Soutenu devant le jury composé de :

M ^{me} . HAFFAF S.	Université de M'sila	MCA	Président
M ^{me} . LALLOUCHE B.	Université de M'sila	MCA	Promoteur
M ^r . HADJ KOUIDER B.	Université de M'sila	MCA	Co-Promoteur
M ^{lle} . MADANI D.	Université de M'sila	MAA	Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

REMERCIEMENTS

Par-dessus tout, il a remercié le grand **ALLAH** et notre miséricorde, qui nous a donné le privilège et l'occasion d'étudier la poursuite de la science, qui nous a inondés de bénédictions et nous a donné la force, la volonté et la patience pour compléter ce travail.

À la fin de ce travail, nous aimerions exprimer notre profonde gratitude et nos remerciements sincères à **Mme. LALLOUCHE B., MCA.**, et à **Mr : HADJKOUIDER B., MCA.**, les encadrants et directeurs de ce mémoire, et d'avoir accepté de nous encadrer, ainsi que pour les précieux conseils et orientations qu'ils ont prodigués, leur humilité, leur patience et leurs encouragements.

Nous tenons à remercier chaleureusement les membres du jury : **Mme. HAFFAF S.**, enseignante chercheur, au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila et **M^{lle} MADANI D.**, enseignante chercheur, au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, de nous consacrer du temps et de porter leur jugement expert sur ce modeste travail.

Nous remercions également l'ingénieur de la serre monsieur **AROUSI B.**, et l'équipe de laboratoire du Département des sciences Agronomiques de l'Université Mohammed Boudiaf de M'sila pour leur aide inestimable, leur compréhension, leur patience et leurs conseils qui nous ont aidés à poursuivre cette mémoire.

Nous adressons également nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Enfin, nous remercions sincèrement nos parents pour leur soutien à chaque instant et pour leur patience ainsi qu'à tous nos proches et amis qui nous ont encouragés et qui étaient à nos côtés lors de l'achèvement de ce mémoire.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

A ma très chère mère : KHAIRA

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père : HOCINE

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très chers grands parents : LAKHDAR et AICHOUCHE

A mes belles sœurs et mon seul très cher frère.

À mes tantes et mes oncles que les mers nous séparent mais qui sont toujours à mes côtés et me soutiennent toujours.

A toutes ma famille.

A mes chers amis, ou plutôt à mes belles sœurs RADIA et Aya et YASMINE
Merci pour votre soutien émotionnel, Puisse Dieu vous donne santé, bonheur,
courage et surtout réussite

A toutes mes amies.

Zekri Maria

DÉDICACES

قال رسول الله ﷺ «من لم يشكر الناس لم يشكر الله ومن أهدى إليكم معروفًا فكأنوه فإن لم تستطيعوا فادعوا له.»

Conformément à cette conversation, et en reconnaissance de la gratitude de ALLAH pour sa miséricorde et pour m’avoir donné force, courage et connaissance, elle est devenue le fruit de mon travail entre vos mains. Mes chers parents, qui n’ont cessé de m’encourager et de prier pour moi, qui ont été et qui seront toujours mes modèles et comme moi, dont la présence de mon côté a toujours été source de force et d’espérance pour faire face à divers obstacles.

À l’âme de mon pur frère et père **Tinhinane** et **Arinas**, professeur d’allemand, "**Aouine Said** ", qui était mon deuxième soutien et ma source de force après mes parents.

À mon frère et à mes sœurs pour le soutien qu’ils m’ont apporté tout au long de ma vie en les encourageant à ne jamais abandonner et à faire l’expérience de ma chance, même s’il y a un risque d’échec et à les aider à traverser les moments difficiles.

À mon partenaire dans ce travail, **Zekri Maria**, merci pour tous les efforts que vous avez faits et pour tous les moments que nous avons passés ensemble et j’espère que vous trouverez votre bonheur dans les années à venir, à tous mes collègues tout au long de mon étude qui leur souhaitent bonne chance.

À tous mes professeurs et à tous ceux qui m’ont appris une lettre en ce monde, et à tous ceux qui ont oublié la plume et sauvé le cœur

Tabi Hiba

DÉDICACE

La locomotive de recherche a étendu de nombreux obstacles, mais j'ai essayé de les surmonter fermement grâce à Dieu et de qui nous le félicitons tant pour nous donner le compromis et le remboursement et nous aider à achever le travail.

Au propriétaire du bon visage et des bonnes actions qui n'a pas lésiné sur moi toute sa vie, mon père "**Ahmed**".

A celui que je préfère à celui qui n'a pas ménagé ses efforts pour me rendre heureuse, ma mère.

Pour mes frères et sœurs, ils ont agi comme un humérus et un lien afin de compléter la recherche.

Pour les propriétaires de sourires innocents, la décoration de la vie a commencé avec leur aîné "**Abd-elwadud**" "**Lina**" "**Shoib**" "**Ahmed Yazan**" "**Anas**" "**Muslim**" "**Alaa**" et le dernier poussin "**Gaith**".

Et je ne devrais pas oublier mes professeurs qui ont joué le plus grand rôle en me soutenant depuis ma première carrière d'études.

À tous ceux qui m'ont connu et qui m'ont aidé de près ou de loin à accomplir ce travail.

Khodja Mouna

ملخص

الهدف الأول من هذه الدراسة هو دراسة تأثير الإجهاد الملحي على القدرة الإنباتية لخمسة أنواع من شجرة الفستق الحلبية والبرية: الفستق الحلبي، الفستق الأطلسي، الفستق الكنكي التركي، الفستق الكنكي الجزائري، الفستق التبرنتي.

لهذا الغرض، زرنا بذور خمسة أنواع مختلفة في علب بتري. تم تطبيق ستة تركيزات من كلوريد الصوديوم: (شاهد)، 25 مل مول، 50 مل مول، 100 مل مول، 125 مل مول و150 مل مول كلوريد الصوديوم بعد التجربة أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الإجهاد الملحي له تأثير سلبي على الإنبات ووقت الكمون للأنواع المدروسة. ومع ذلك، يختلف هذا التأثير تبعاً لشدة الإجهاد. بالإضافة إلى ذلك، لم تتأثر القدرة الإنباتية للأنواع المدروسة على مستوى الشاهد، وأظهر مستوى الإجهاد 100 مل مول من كلوريد الصوديوم على الفستق الحلبي أفضل قدرة إنباتية. من ناحية أخرى، يتم منع الإنبات تماماً لجميع الأنواع، لذا فإن الأنواع الفستق الحلبي أكثر تحملاً نسبياً من الأنواع الأخرى التي تعاني من إجهاد الملح. بالنسبة لسرعة الإنبات، فإن بذور خمسة أنواع من الفستق، في حالة عدم وجود Na Cl لها نفس وقت سرعة الإنبات تقريباً وهو ما بين 5 إلى 11 يوماً.

الجزء الثاني يتكون من دراسة الاختلاف والفرق الشكلي والمظهري لبذور خمسة أنواع من أشجار الفستق، حيث تم الاعتماد على 09 صفات كمية ونوعية لـ UPOV (2020)، لإيجاد على أي من الصفات السعة يمكن استخدامها كمقدرات قوية للتنوع المظهري بالنسبة لمختلف أنواع الفستق. حيث يُظهر تحليل البيانات الرئيسي (ACP) ثلاث أصناف مختلفة.

الكلمات المفتاحية: الفستق، الأنواع، الإجهاد الملحي، الإنبات، الصفات المورفولوجية، الوصفات المورفولوجية.

RESUME

La présente étude vise tout d'abord à observer l'effet du stress salin sur l'aptitude germinative de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage : *Pistacia vera* L., *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia khanduk* T., *Pistacia khanduk* A., *Pistacia terebinthus*. À cet effet, des graines de différentes espèces sont semées dans des Boites de Pétri. Six concentrations de Na Cl (témoin), 25mM, 50 mM, 100 mM, 125 Mm et 150 mM ont été appliquées. Les résultats obtenus ont montré que le stress salin a un effet dépressif sur la germination et sur le temps de latence des espèces étudiées. Cependant, cet effet varie en fonction de l'intensité du stress. En outre la capacité germinative des espèces étudiées n'est pas affectée au niveau de témoin et au niveau de traitement 100mM pour *Pistacia vera* a montré le meilleur comportement germinatif. Par contre, la germination est complètement inhibée pour toutes les espèces donc l'espèce *Pistacia vera*, est relativement plus tolérante que les autres espèces au stress salin. Pour le temps de latence les graines de cinq espèces du pistachier, en absence de Na Cl ont presque le même temps de latence qui est entre 5 à 11 jours. La deuxième partie consiste à l'étude de la variabilité phénotypique des graines de cinq espèces de pistachier, 09 descripteurs quantitatifs et qualitatifs de l'UPOV (2020), en vue de rechercher lequel des 09 descripteurs peuvent être utilisés comme de puissants estimateurs de la diversité phénotypique au sein des espèces de pistachier. L'analyse en composantes principales (ACP) montre trois classes distinctes.

Mots-clés : Pistacia, espèces, stress salin, germination, marqueur morphologique, descripteurs morphologiques.

ABSTRACT

The first objective of this study is to observe the effect of saline stress on the germinative fitness of five species of the true and wild pistachio tree: *Pistacia vera* L., *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia khanduk* T., *Pistacia khanduk* A., *Pistacia terebinthus*. For this purpose, seeds of different species are sown in Petri Dishes. Six concentrations of Na Cl (control), 25mM, 50 mM, 100 mM, 125 Mm and 150 mM were applied. The results obtained showed that saline stress has a depressive effect on germination and latency of the studied species. However, this effect varies with the intensity of stress. In addition, the germinative capacity of the studied species is not affected at the control level; at the treatment level, 100mM for *Pistacia vera* has shown the best germinative behaviour. On the other hand, germination is completely inhibited for all species so the species *Pistacia vera*, is relatively more tolerant than other species with salt stress. For the latency, the seeds of five species of pistachio, in the absence of Na Cl have almost the same latency time, which is between 5 to 11 days. The second part consists in studying the phenotypic variability of the seeds of five pistachio tree species, 09 quantitative and qualitative descriptors of UPOV (2020), to find which of the 09 descriptors can be used as powerful estimators of phenotypic diversity within pistachio species. The principal component analysis (NPA) shows three distinct classes.

Keywords: Pistacia, species, saline stress, germination, morphological marker, morphological descriptors.

TABLE DE MATIERE

REMERCIEMENTS

RESUME

TABLE DE MATIERE

LISTE D'ABREVIATION

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION	12
CHAITRE I : GENERALITE SUR LE GENRE <i>PISTACIA</i>	14
1.1. Origine	14
1.2. Répartition géographique du genre <i>Pistacia</i>	14
1.2.1. Dans le monde	14
1.2.2. En Algérie	17
1.3. Systématique	18
1.4. Description morphologique et éco-physiologiques	18
1.4.2. Feuille	18
1.4.3. Fleur	19
1.4.4. Inflorescence	19
1.4.5. Fruits	19
1.4.6. Graine	19
1.4.7. Racine	19
1.5. La multiplication	22
1.5.1. Multiplication par voie sexuée	22
1.5.2. Multiplication par voie conventionnelle	23
1.5.2.1. Multiplication par semis	23
1.5.2.2. Multiplication par greffage	24
1.5.2.3. Multiplication par bouturage	24
1.5.3. Multiplication végétative in vitro	25
1.6. Les exigences pédoclimatiques	25
1.7. Intérêt du genre <i>Pistacia</i>	25
CHAPITRE II : SALINSATION DES SOLS ET STRESS SALIN SUR LES VEGETAUX	27
2.1. Stress salin	27

2.2. Effets du stress salin sur la morphologique et la physiologiques des plantes	28
2.2.1. Type excluder	30
2.2.2. Type includer	31
2.3. Effet du stress salin sur la germination des graines	32
2.4. Stratégie d'adaptation et de résistance des plantes au stress salin	34
CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES	37
3.1. Objectif	37
3.2. Matériel végétale	37
3.3. Méthode d'étude	37
3.3.1 Première partie : Effet du stress salin sur l'aptitude germinative de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage	39
3.3.1.1. Germination des graines	39
3.3.1.1.1. Stratification (levée de dormance des graines).....	39
3.3.1.1.2. Scarification (levée des inhibiteurs tégumentaires)	39
3.3.1.1.3. Désinfections des graines	39
3.3.1.1.4. Mise en culture	41
3.4. Les paramètres étudiés	41
3.4.1. Dispositif expérimentale	42
3.4.2. Analyse statistique	42
3.3.2. Deuxième partie : Analyse phénotypique de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage	42
3.3.2.1. Lieu du travail	42
3.3.2.2. Echantillonnage et paramètres mesurés	42
3.3.2.3. Analyses statistiques	43
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS	46
4.1. Première partie : Test de germination des graines de cinq espèces du pistachier dans des conditions de stress salin	46
4.2. Deuxième Partie : Analyse phénotypique de cinq espèces du pistachier l'analyse en composante principale et par la classification Hiérarchique Ascendante	50
4.2.1. Analyse en composante principale	50
4.2.2. Classification Hiérarchique Ascendante	52
4.2.3. Analyse de la matrice des corrélations Pearson (n)	55
DISCUSSION	56
CONCLUSION	58
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	

LISTE DES ABREVIATIONS

% : pourcentage.

C : concentration.

C° : degré Celsius.

C0 : concentration à 0 g/l de Na Cl (0mM).

CAH : Classification ascendant hiérarchique.

Cl- : ion de chlore.

Cl- : l'anion de chlorures.

Cm : centimètre.

FAO : Food and agriculture organisation.

g : gramme.

HCO₃⁻ : les bicarbonates.

K⁺ : ion de potassium.

Mg²⁺ : Ion magnésium

mM : milli mole.

MO : matériel organique.

Na⁺ : Ion sodium.

S : signification.

SO₄⁻ : l'anion de sulfates.

T° : température.

U.P.O.V: Union internationale pour la protection des obtentions végétales.

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 :	Répartition géographique du genre <i>Pistacia</i>	16
Figure 1.2 :	Aspect morphologiques de quelques espèces du genre <i>Pistacia</i>	20
Figure 2.1 :	Stress osmotique et ionique	28
Figure 2.2 :	Illustration schématique du changement de potentiel hydrique du milieu extérieur sur la cellule végétale	29
Figure 2.3 :	Réponse des plantes au stress salin	31
Figure 3.1 :	Aspect, couleur et forme des graines des différentes espèces du pistachier testés	38
Figure 3.2 :	Graines des différentes espèces du pistachier avant et après scarification manuelle	40
Figure 3.3 :	Semis des graines dans des Boite de Pétri	41
Figure 4.1 :	Taux de germination de cinq espèces du pistachier en fonction des différentes concentrations du stress salin (Na Cl)	47
Figure 4.2 :	Germination des graines du pistachier sous différentes concentration saline	47
Figure 4.3 :	Distribution des paramètres et des espèces du pistachier dans le plan 1-2 révélée à partir de l'ACP	52
Figure 4.4 :	Classification hiérarchique des différentes espèces du pistachier	53
Figure 4.5 :	Graines des différentes espèces du pistachier avant et après scarification manuelle	54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 :	Aspect morphologique des différentes du <i>Pistacia vera L.</i> dans le monde	21
Tableau 3.1:	Analyse phénotypique des graines de cinq espèces du pistachier en Algérie	44
Tableau 4.1:	Tableau d'analyse de la variance	48
Tableau 4.2:	Classement des différentes espèces en fonction de leur tolérance et leur sens	48
Tableau 4.3:	Test statistique de la signification de Fisher à P= 5% de taux de germination de cinq espèces du pistachier en conditions saline	49
Tableau 4.4 :	Valeurs propres et pourcentage de variation exprimée par les deux premiers axes à partir de neuf (09) caractères analysés chez cinq espèces du pistachier	50
Tableau 4.5 :	Analyse en composante principale (ACP) sur 05 espèces du pistachier	51
Tableau 4.6 :	Analyse de la matrice des coefficients de corrélation entre les différents caractères phénotypiques analysés	55

INTRIDUCTION

La salinisation représente la quantité des sels minéraux qui se trouvent dissouts dans le sol et qui occasionnent des effets nocifs sur les végétaux. Selon la **FAO (2002)**, la salinisation des sols due à l'irrigation réduit la surface des terres irriguées de 1 à 2 % par an. Le processus de salinisation provient en partie de cycles naturels mais l'utilisation d'eau d'irrigation de mauvaise qualité, l'accumulation des substances chimiques provenant d'effluents industriels ainsi que l'utilisation excessive d'engrais minéraux sont aussi des sources de salinité, quoique secondaires (**TESTER et DAVENPORT 2003 ; RENGASAMY, 2006**).

La salinité affecte significativement tous les aspects du développement des plantes et Elles entraînent un déséquilibre ionique et une toxicité chez les végétaux, ce qui peut affecter certains processus métaboliques vitaux (**PATRIDGE et WILSON, 1987**). À l'échelle mondiale, la superficie des terres agricoles mondiales détruites chaque année par l'accumulation de sels est évaluée à 10 millions d'hectares. La rareté des sols arables pousse à utiliser les sols qui sont affectées par la salinité pour les valoriser avec des génotypes tolérants.

Face à ce stress salin, de nombreuses stratégies telle que la sélection végétale ou le choix des espèces tolérantes au stress salin (**LALLOUCHE et al., 2017**), a été élaborée afin d'améliorer le système de défense des plantes. Cependant, la sélection des génotypes adaptés à chaque situation et de type de sol serait à notre avis la première préoccupation. Il serait donc intéressant de sélectionner parmi les génotypes existants, le génotype approprié. En plus, l'étude de l'effet du stress salin sur la germination, la croissance et le développement des plantes et la sélection des marqueurs de tolérances sont d'une grande importance dans les programmes d'amélioration et de sélection. En effet, la réponse des plantes au stress salin est polygénique (**PARDO, 2010 ; LALLOUCHE et al., 2017**). Il est donc nécessaire de disposer de descripteurs fiables qui permettent de caractériser les comportements de tolérance.

Pour élargir la gamme d'espèces tolérantes, des espèces fruitières notamment pistachier (vrai et sauvage) a été étudiée pour déterminer son seuil de tolérance à la salinité dans le but de valoriser et de développer les régions arides et semis arides. Le pistachier (*Pistacia vera* L.) est classé parmi les essences ligneuses moyennement tolérantes à la salinité. Donc, la récupération et la valorisation des sols salés par la promotion du pistachier (vrai et sauvage) pourraient être une réelle opportunité de développement. Quelques recherches ont été menées afin d'étudier l'effet de la salinité sur la croissance du pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) (CHELLI, et al., 2008).

Compte tenu de l'importance de stade germination des graines dans le développement ultérieur de la plante notamment en conditions arides et semi-arides, il est important d'étudier la germination et d'évaluer la tolérance des plantes à ce stade végétatif.

L'objectif de notre recherche est de déterminer la réponse des espèces du pistachier (vrai et sauvage) au stress salin, au stade germination.

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LE GENRE *PISTACIA*

1.1. Origine

Le genre *Pistacia* c'est un arbre dioïque appartenant à la famille des anacardiaceae, l'étude monographique du genre *Pistacia* montre que ce genre comprend 4 section et 11 espèces. *Pistacia vera* L. est la seule espèce produisent des fruits comestibles (LALLOUCHE, 2003), originaire de l'Asie centrale, orientale et occidentale, des régions méditerranéennes, de l'Amérique du Nord et de la zone subtropicale.

Selon AHMADI AFZADI et al., (2007) ; AL SAGHIR et al., (2010), ce genre apparu il y a plus de 80 millions d'années au centre d'Asie est l'un des genres le plus important dans le règne végétal de point de vue horticulture, économique et commercial.

Trois espèces du genre *Pistacia* sont considérées par tous les auteurs comme méditerranéennes : *Pistacia terebinthus* L., *Pistacia lentiscus* L. et *Pistacia palaestina* BOISS. *P. vera* L., *P. khinjuk* STOCKS, *P. eurycarpa* YALT., *P. mutica* F. & M. et *P. cabulica*) sont considérées comme des éléments irano touraniens ; quant à *P. atlantica* Desf., les avis sont partagés. Ce taxon est considéré soit comme endémique Nord-africain par QUEZEL et SANTA (1963), soit comme un élément irano-touranien qui a pénétré en Afrique du Nord (ZOHARY, 1973), soit comme un élément saharo-sindien par EMBERGER (1945). SEIGUE, (1985) aoute que le genre *Pistacia* compte quatre régions phytogéographiques : méditerranéenne, irano-touranienne, sino-japonaise et mexicaine.

1.2. Répartition géographique du genre *Pistacia*

1.2.1. Dans le monde :

Le pistachier fruitier est indigène du Nord-Est de l'Iran, de l'Afghanistan et de l'Asie centrale (BARTELS, 1998).

Le genre *Pistacia* (pistachier) s'étendent sur une vaste aire compris entre l'Asie minière, le Caucase, l'Iran et le Turkestan, il se retrouve également au Libye, Egypte, Jordanie, Maroc, Tunisie et en Grèce (**BARTELS, 1998 ; LALLOUCHE, 2003**). En fait le pistachier est répandu dans tout le bassin méditerranéen (**Figure 1.1**). Les principaux centres de diversité se situeraient maintenant d'une part dans le nord de l'Afrique et le moyen orient, les régions méditerranéennes du sud de l'Europe et d'une autre part entre l'est et le centre d'Asie. Il contient neuf espèces et cinq sous-espèces, et deux groupes monophylétiques. Le premier groupe contient *P. atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. falca*, *P. integerrime*, *P. khinjuk*, *P. mutica*, *P. palaestina*, *P. terebinthus* et *P. vera*, tandis que l'autre groupe contient *P. aethiopica*, *P. lentiscu*, *P. mexicana*, *P. texana* et *P. weinmanifolia* (**AL SAGHIR et al., 2010**).

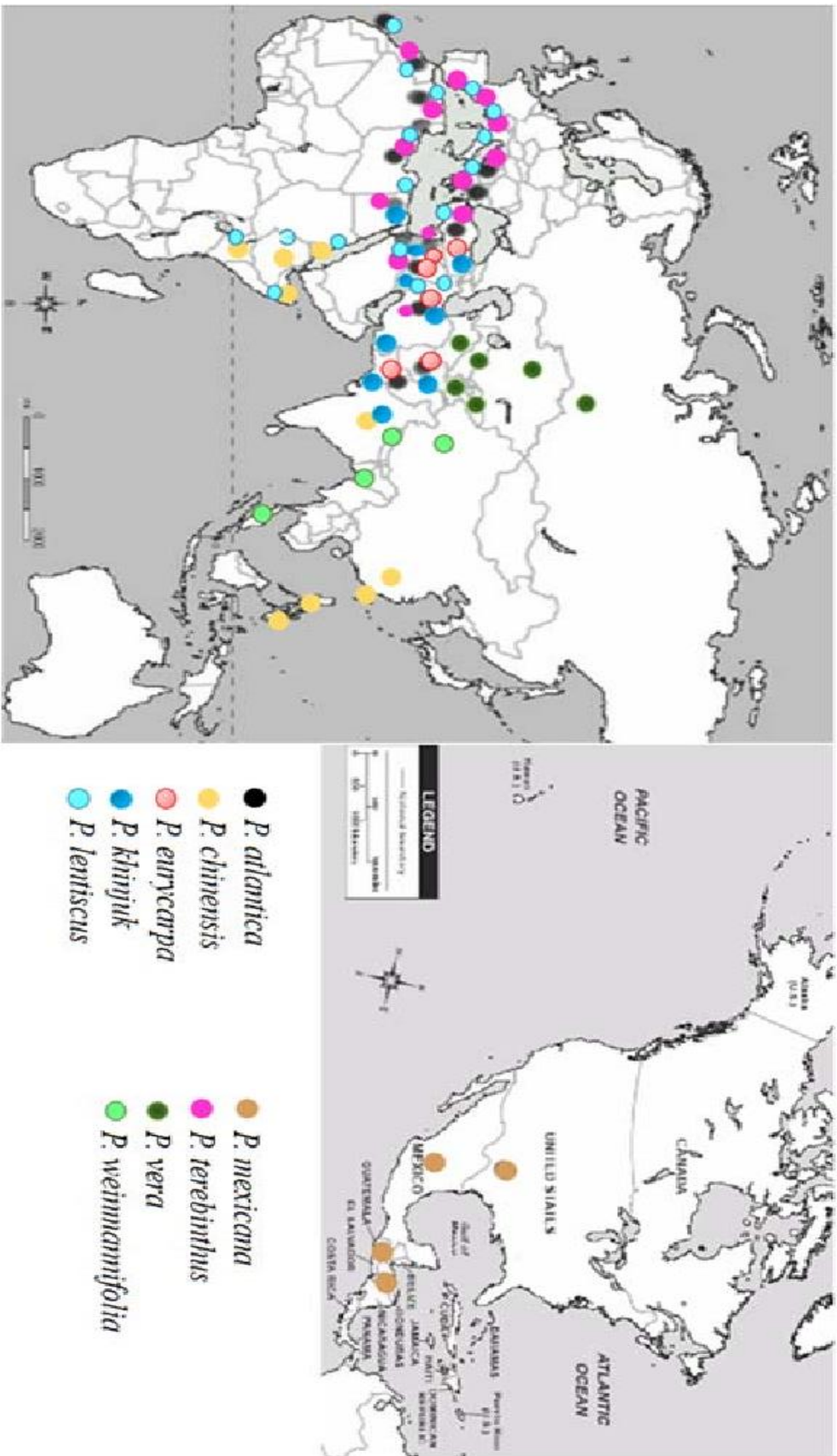


Figure 1.1 : Répartition géographique du genre Pistacia (AL SAGHIR, 2010)

Selon **FAOSTAT, (2018)**, la production mondiale de pistaches est d'environ 1.390.269 tonnes avec une superficie cultivée d'environ 496 500 ha et les principaux producteurs mondiaux de pistaches sont l'Iran, la Turquie, la Syrie et la Chine et les États-Unis.

1.2.2. En Algérie

En Algérie, la culture du pistachier occupe une superficie de 90 hectares. Les plantations se trouvent, principalement, dans certaines wilayas, situées dans les zones steppiques. Mais l'horizon 2025, la superficie dédiée à la culture du pistachier fruitier en Algérie devrait atteindre, selon le programme tracé par le ministère de l'Agriculture, 50.000 ha pour une production de 100.000 quintaux. La majorité des variétés de pistachier cultivées en Algérie sont d'origine syrienne. On peut citer parmi elles, Achouri très appréciée pour son goût et de sa grande longévité par rapport aux autres variétés (**FAIÇAL BEN HANI et MOHAMED DJAMEL, 2013**). La variété Adjmi est caractérisée par le taux de déhiscence de fruits le plus élevé (85%) et sa productivité par rapport aux autres variétés (**BOUALEM et al., 2009**).

En Algérie il est assez commun sauf dans les zones très arrosées (**QUEZEL et SANTA, 1962**). On le trouve dans l'Atlas mitidjéen, dans les Haut plateaux en petits peuplements au niveau des dayas (**LALLOUCHE, 2003**).

Il est à noter que les régions de Maghnia et d'Al Aoud (Tlemcen) au nord-est de la frontière algéro-marocaine, sont classées comme zones favorable à la culture du pistachier fruitier (**LALLOUCHE, 2003**). Concernant l'extension du pistachier fruitier.

Les populations de *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia térébinthe*, *Pistacia lentiscus* se trouvent à l'état de groupement isolé, concentrés particulièrement dans les régions des dayas entre Djelfa et Tiaret en passant par Laghouat (**MONJAUZE, 1968 ; LALLOUCHE, 2003**).

En Algérie le pistachier (*Pistacia ssp*) est représenté par le pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus* L.), le pistachier vrai (*Pistacia vera* L.), le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) (*Pistacia atlantica* Desf.) (**MONJAUZE A., 1980, AIT SAID, 2011**).

1.3. Systématique

Le genre *pistacia* a été décrit la première fois par Linné en 1753 (DINSMOR, 1932). La plus récente classification botanique du genre *Pistacia* est la suivante : (APG III, 2009)

Règne : Plantae, (végétal)

Sous-règne : Tracheobionta

Embranchement : Spermaphyte

Sous-embranchement : Angiosperme

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Sapindales.

Famille : Anacardiaceae.

Genre : *Pistacia*.

Espèce : *Pistacia vera* L.

Pistacia atlantica Desf.

Pistacia khinjuk A.

Pistacia khinjuk T.

Pistacia terebinthus.

1.4. Description morphologique et éco-physiologiques

Le genre *Pistacia* regroupe une dizaine d'espèces d'arbres et d'arbustes, avec de la résine turpentine, non épineux (OZENDA, 1983 ; ZOHARY, 1987). L'arbre d'une taille moyenne de 6 à 10 mètres (GARRA, 1950).

1.4.1. Feuille

Le genre *Pistacia* est caractérisé par des feuilles alternes, caduques ou persistantes, pennées ou imparipennées, rarement trifoliées ou simples, membraneuses ou épaisses de folioles ovales de 3.5 à 9cm de long a texture mince de couleur vert gris (SOLAR, 1993).

1.4.2. Fleur

Les fleurs unisexuées sont portées par des pieds différents (plant dioïque) ailées, avec un pétiole pubescent (**LALLOUCHE, 2003**), les fleurs sont petites et vertes (**STERRY, 2001**).

1.4.3. Inflorescence

L'inflorescence male est une grappe composée atteignant 6 cm en moyenne et constituée de 450 à 500 fleurs/

L'inflorescence femelle se compose de 190 à 260 fleurs groupées en grappes composées (**PESSON et LAUVEAUX, 1984, LALLOUCHE, 2003**).

1.4.4. Fruits

Le fruit ou pistache est une drupe monosperme mesurant entre 6 à 8 mm de large (**AZENDA, 1977**) ; gros comme un pois, il est d'abord rouge puis bleu (**LALLOUCHE, 2003**), le caractère de déhiscence est spécifique à l'espèce *Pistacia vera* L. (**GRANE et IWAKIRI, 1982**).

Selon **OUKABLI (2005)**, *Pistacia vera* L est la seule espèce qui donne des fruits comestibles parmi les espèces que compte le genre *Pistacia*.

1.4.5. Graine

La graine est le plus souvent ex-albuminée. Des canaux sécréteurs schizogénèse à oléorésines existent fréquemment dans le liber (**ALYAFI, 1979**).

1.4.6. Racine

Les espèces du genre *Pistacia* présentant un système racinaire dur, pivotant avec plusieurs racines latérales (**CHABA et al., 1991**). En germant, la graine émet un très long

pivot, il atteint parfois 7 m de profondeur et un système racinaire latérale pouvant atteindre la longueur de 5 – 10 m du collet de l'arbre.



Pistacia vera L.



Pistacia atlantica Desf.



Pistacia terebinthus.



Pistacia khinjuk

Figure 1.2: Aspect morphologiques de quelques espèces du genre *Pistacia* (Personnel)

Tableau 1.1. : Aspect morphologique des différentes du *Pistacia vera* L. dans le monde (AOUDJIT, H. 2006)

Pays	Cultivars	Caractéristiques du fruit
Iran	Wahidi	Gros, rond, déhiscent, amande vert claire à jaunâtre
	Impériale de Dameghan	Gros, allongé, déhiscent, amande jaunâtre très appréciée
	Ravzine	Petit, peu déhiscent, amande verte, mieux adapté aux zones froides
Italie	Napolitana	Moyen, allongé, rouge vineux à crème
	Femminella	Gros, arrondi, jaune crème
	Agostara	Déhiscent, arrondi, bonne qualité, fertile, bon rendement
Syrie	Achouri	Moyen, déhiscent, rouge, très productif, excellente qualité, très chère
	Batouri	Gros, blanchâtre, peu déhiscent, peu vigoureux, bonne qualité
	Alemi	Assez gros, déhiscent
	Lazouardi	Petit, déhiscent, rose garance
Tunisie	Sfax	Moyen, faiblement déhiscent, coloré, bonne qualité, fertile
	Mateur	Fructification abondante
Turquie Turkestan	Uzun	Moyen, très productif, forte alternance, coque fine, amande vert clair
	Kirmizi	Long, moyen, rouge, très productif, forte alternance
	Halebi	Gros, alternance accusée, besoin en froid moindre, amande vert jaunâtre
	Abiad miwani	Moyen à noyau blanc, déhiscent, excellente qualité, amande savoureuse
	El Jallale	Petit, allongé, blanc rougeâtre, indéhiscent, de qualité, vigoureux, fertile
	Aıntaby	Petit, comprimé, un coté blanc l'autre rougeâtre, indéhiscent
	Ayini	Moyen, charnu, rouge foncé, très dur, indéhiscent, utilisé comme franc pied
	Kal-y-mor	Petit, rougeâtre, déhiscent, amande fine et douce, vigoureux, fertile
	Kouchka	Gros, blanc crème, peu déhiscent, de qualité, vigoureux, fertile, rustique
	Akart Tchéchimé	Petit, un coté crème l'autre rosâtre, de qualité, vigueur moyenne
	Ardam Elen	Moyen, rougeâtre, vigoureux
	Ali Deré	Assez gros, allongé, déhiscent, amande douce, foncée, faible vigueur
	USA	Allepo
Bronté		Moyen, allongé, blanc crème et rougeâtre, amande fine, vigoureux, fertile

1.5. La multiplication

Multiplication par culture in vitro L'extension de la culture du pistachier et son amélioration est tributaire de la mise au point de techniques fiables de multiplication. Selon **(DEBERGH et ZIMMERMAN, 1991)**, La technique de culture in vitro a toujours été un outil de prédilection pour la production en masse de plusieurs espèces fruitières et ligneuses.

1.5.1. Multiplication par voie sexuée

Jusqu'à présent, la meilleure méthode de production de porte greffe est la voie sexuée **(ALETA et al., 1996, LALLOUCHE, 2003)**.

Lorsqu'un lot de semences mis à germer dans des conditions optimales d'humidité et de température, ne germe pas ou très peu, on le dit dormant, cette dormance peut avoir deux origines :

Dormance de l'embryon ; il s'agit d'une véritable dormance.

Dormance secondaire ou tégumentaire ; il s'agit d'une inhibition tégumentaire.

Ces deux types de dormances sont présents individuellement ou simultanément **(LALLOUCHE, 2003)**.

Dans le cas des semences cultivées, différents traitements dits de post maturation permettent d'accélérer les processus de germination, en éliminant artificiellement la cause de l'inhibition **(PATRIK et al., 1996)**.

La scarification des semences est habituellement mécanique mais peut être chimique à l'aide de l'acide sulfurique ou la soude caustique. Il faut faire très attention avec la scarification chimique qui peut-être conduire à un éclatement artificiel des semences lesquelles, après traitement, ne seront pas capable de germer **(LALLOUCHE, 2003)**. Ce phénomène, déjà remarqué par **CRANE et FORD (1974)** se produit clairement après 1 heure de trempage dans l'acide sulfurique concentré ; la scarification chimique facilité la pénétration de l'eau au travers de l'endocarpe ligneux mais elle n'élimine pas la dormance des embryons.

1.5.2. Multiplication par voie conventionnelle

1.5.2.1. Multiplication par semis

En Italie il existe plusieurs méthodes ; selon la nature du porte-greffe :

- Semis en place en octobre novembre de fruits de *Pistacia terebinthus*, dans les fentes de rochers ou dans un trou dans le sol.
- Semis en pépinière de *Pistacia vera* L. les graines doivent être de l'année, non moisies et bien mûres.

Pour *Pistacia terebinthus*, le semis d'automne sur couche chaude est préféré. Les jeunes sujets restent en place deux ans, car cette espèce est à croissance lente.

L'hybride *Pistacia vera* L. X *Pistacia terebinthus* est semé en février –mars dans un sol bien remué sur 1 m de profondeur.

En Syrie les graines sont semées en pépinière vers la mi-février en lignes distantes de 50 cm et à 5 cm d'intervalle sur ligne, la levée a lieu un mois et demi environ après semis.

Les graines subissent un trempage préalable dans l'eau tiède pendant 24 heures puis sont mises dans un sac arrosé chaque jour durant une semaine. Après ce laps de temps les 2/3 des graines sont germées. Le semis s'effectue alors en terrain léger, frais mais non humide, très meuble, très bien préparé, divisé en planches de faibles dimensions entre lesquelles sont semées en lignes distantes de 40 cm ou en poquets de 7 à 8 cm de profondeur dans lesquels 3 graines sont placées.

Une irrigation suit immédiatement le semis, mais uniquement dans les rigoles pour ne pas mouiller directement les graines. Le rythme des arrosages est de 8 jours jusqu'à l'hiver.

Dans le cas du semis en ligne, un démariage est nécessaire quand les plants ont atteint 15 à 20 cm pour ne laisser qu'un plant tous les 4 cm.

Dans le cas du semis en poquets, tous les plants de chaque poquet peuvent être conservés la première année, mais la seconde année le plus beau seul sera gardé.

La mise en place définitive a lieu à la fin de la deuxième année de pépinière.

1.5.2.2. Multiplication par greffage

Le mode de greffage le plus utilisé pour le pistachier fruitier est le greffage en écusson on distingue (LALLOUCHE, 2003) :

Le greffage en écusson a œil poussant

Le greffage en écusson a œil dormant

Le greffage nécessite, le choix d'un bon porte greffe et d'un bon greffon. En pépinière les porte-greffes suivant sont utilisés :

Pistacia vera L. (franc) pour les sols profonds et fertiles. Les terrains rocheux graveleux et peu épais ne lui ne conviennent pas.

Hybrides de *Pistacia vera*, utilisés aux U.S.A., ayant *Pistacia vera* L. comme parent femelle, avec *Pistacia integerrima*, *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia terebinthus* et *Pistacia chinensis* comme parent mâle.

Dans une expérience réalisée par LALLOUCHE, (2003), le micro greffage in vivo et in vitro de *Pistacia vera* L et *Pistacia atlantica* Desf., a donné un taux de reprise important les meilleurs résultats (66 à 81 % des greffes reprises) qui avoisine les 60% lorsque le greffons est issu de vitro pousses produite sur milieu de base de Muraschige et Skoog (1968) et greffé en écusson sur des porte greffe obtenus in vitro,

1.5.2.3. Multiplication par bouturage

L'obtention de plants de *P. atlantica* Desf., *P. integerrima* et *P. terebinthus* a été possible en utilisant des boutures semi-ligneuses, provenant de pieds-mères étiolés, et enracinées sous brouillard après traitement à l'acide indol butyrique (ALETA et al., 1997).

1.5.3. Multiplication végétative in vitro

La régénération à partir d'apex méristématique a pour objectif de reconstituer des clones sains à partir des plants viroses (**MARGARA, 1984**).

Selon une étude réalisée par **LALLOUCHE, (2003)**, la culture de méristème de *Pistacia vera* L. permet d'obtenir un pourcentage de survie supérieur à 90%, toutes les pousses méristématique sont saines, aucune contamination n'a été enregistrée.

1.6. Les exigences pédoclimatiques

Pistacia vera L. et *Pistacia atlantica* Desf., Sont caractériser du point de vue écologique par une grande tolérance aux variations climatiques ils peuvent croître sous des tranches pluviométriques assez faible et s'accommodent tous les sols (**GHALEM et BENHASSAINI, 2007**). Le pistachier vrai (*Pistacia vera* L.), croît naturellement dans les régions arides caractérisées par des hivers modérément froids et des étés chauds, secs (**LAGHZALI, 1992**). Il tolère très bien les sols pauvres et s'adapte à de nombreux type de sols, bien qu'il préfère les sols argilo- sableux relativement profonds, secs avec une teneur élevée en calcaire, bien drainé légers (**CHEBOUTI, 2002 ; LALLOUCHE, 2003**]. Ces faibles exigences agro écologiques font du pistachier un moyen de valorisation des espaces extensifs en voie de désertification et une espèce fruitière dont la culture connaît une grande expansion dans le monde.

1.7. Intérêt du genre *Pistacia*

Son importance s'est considérablement accrue ces derniers temps, en raison du développement de l'industrie, de la confiserie et de la pâtisserie, dont la pistache est devenue une matière première indispensable. Le pistachier vrai peut être utilisé comme espèce pastorale, son bois est un bois de chauffage. Vu tous ces intérêts, le pistachier de vrai et le pistachier fruitier méritent d'être protéger et sauvegarder (**OLSEN, 1999**).

Les espèces de *Pistacia* sont utilisées comme traitement contre les infections de la gorge, la paralysie, l'eczéma, diarrhée, l'asthme et les douleurs d'estomac aussi que les

calculs rénaux (**MOUHAJIR, 2001**). Elles ont activités antioxydants, hypoglycémiques, anti-inflammatoires et insecticides (**HAMDAN et AFIFI, 2004**).

Grace à son système racinaire très puissant, il est utilisé contre l'érosion et la lutte contre la désertification qui menace constamment ces régions arides et semi-arides (**ALETA, 1996**). Le pistachier fruitier est rustique et résistant aux conditions défavorables du milieu (sécheresse et salinité) (**SERRAR, 2011**).

CHAPITRE II

SALINISATION DES SOLS ET STRESS SALIN SUR LES VEGETAUX

2.1. Stress salin

Dans le monde, il y a plus de 800 millions d'hectares de terre touchés par la salinité (FAO, 2008). Les régions les plus durement touchées sont les zones arides et semi-arides. La salinisation des terres est un phénomène naturel de dégradation chimique des sols dans la zone d'interface. Elle se traduit par un enrichissement et le dépôt excessif du sol en sels solubles dont les principaux responsables sont : les sels de sodium (Na^+), les chlorures (Cl^-), de calcium (Ca^{2+}), les bicarbonates (HCO_3^-), de magnésium (Mg^{2+}), les sulfates (SO_4^{2-}) et de potassium (K^+). La plupart de ces terres infectées est due par des causes d'ordres naturel (l'altération des roches mères libère différents types de sels solubles, par l'accumulation de sel dans le sol est le dépôt de sels océaniques réalisé par le vent et la pluie) et anthropique (l'agriculture moderne, en raison du défrichage ou de l'irrigation) (LALLOUCHE *et al.*, 2017).

La salinité cause des effets néfastes qui se traduisent par des stress osmotique et ionique (HANANA *et al.*, 2011) et affectent, au final, le développement, la croissance et le taux de survie des plantes (MUNNS *et al.*, 1995 ; LALLOUCHE *et al.*, 2017). Certaines espèces du genre *Pistacia*, sont connues pour leur aptitude à s'adapter aux conditions pédoclimatiques extrêmes. Elles jouent ainsi un rôle vital dans la nutrition et le développement de l'économie agricole de plusieurs communautés pauvres vivant dans des régions arides et semi-arides (PADULOSI *et al.*, 1996).

Une forte concentration de Na^+ dans les cellules végétales perturbe ainsi le métabolisme cellulaire réponse spécifique aux ions Na^+ se produit en deux phases ; premièrement, l'exclusion des ions Na^+ par les cellules des racines et deuxièmement, la protection des tissus contre l'excès des ions Na^+ dans les tissus des feuilles (MUNNS *et TESTER*, 2008 ; WU *et al.*, 2015).

Lors d'un stress osmotique, le développement de la partie racinaire est également affecté, mais il est moins inhibé que celui des parties aériennes (RAHNESHAN *et al.*, 2018). Dans ce cas, la synthèse des solutés organiques par la plante est nécessaire à l'ajustement osmotique.

L'exclusion des ions Na⁺ par les cellules des racines est la principale réponse protectrice chez les plantes qui retarde les effets toxiques du Na⁺ cytoplasmique élevé. En réponse à un dysfonctionnement photosynthétique et respiratoire, la plante produit des espèces réactives à l'oxygène (ROS) (un stress oxydatif) (MANSOUR, 2013).

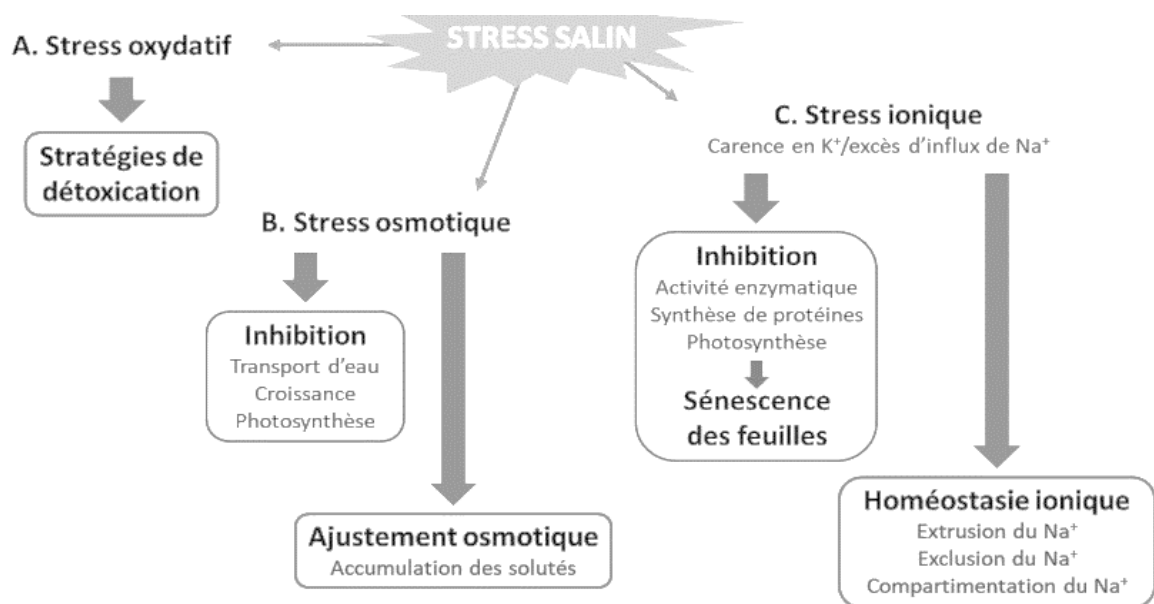


Figure 2.1 : Stress osmotique et ionique (MUNNS et TESTER, 2008)

2.2. Effets du stress salin sur la morphologique et la physiologiques des plantes

Le stress salin peut directement ou indirectement affecter la croissance et le développement des plantes qui est généralement associé au niveau élevé de toxicité du sodium et au faible potentiel osmotique de la solution du sol qui provoque des perturbations sur le développement, la croissance des plantes et sur le métabolisme (LALLOUCHE *et al.*, 2017 ; YAMAGUCHI et BLUMWALD, 2005).

Le développement des mécanismes d'adaptation ou de tolérance contre le stress salin nécessite une bonne compréhension des effets de la salinité sur les caractères morphologiques et physiologiques des plantes.

En termes physiologiques, l'effet du sel sur les paramètres physiologie de la plante peut s'exercer de manières différentes. Une forte concentration de Na Cl entraîne une diminution du potentiel osmotique dont l'objectif est d'empêcher le potentiel hydrique cellulaire de devenir supérieur à celui des milieux extérieurs et extracellulaires (**Figure 2.2**). Ce phénomène aide dans le maintien de la turgescence cellulaire, la rétention de l'eau et la continuité de l'absorption de l'eau du sol, Lorsque l'ajustement osmotique cellulaire n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui induit une perte de la turgescence et un déficit hydrique (**GORHAM et al., 1990**). Ensuite, les fortes doses de Na Cl provoquent une altération de la nutrition minérale (**JACOBY, 1994**).

L'effet dépressif du sel accumulé dans les tissus peut se manifester de deux façons :

Il peut se traduire, d'une part, par une toxicité qui survient lorsque sa concentration dans le compartiment cytosolique excède celle qui est compatible avec une activité métabolique normale (**MUNNS, 1993 ; 2002**).

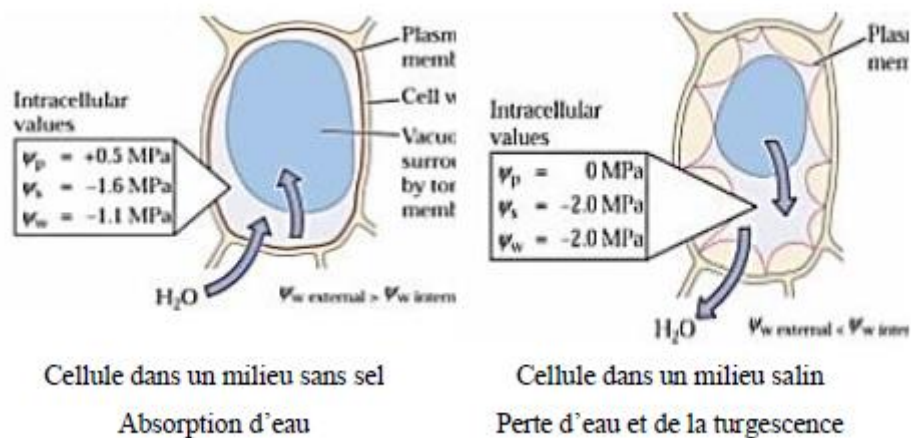


Figure 2.2 : Illustration schématique du changement de potentiel hydrique du milieu extérieur sur la cellule végétale (**JABNOUNE, 2009**).

D'autre part, la saturation de l'apoplasme par le sel est un autre facteur déterminant de la nécrose et de la mort cellulaire car, par un effet osmotique, le sel concentré dans ce compartiment provoque une sortie d'eau intracellulaire, ce qui conduit à une déshydratation rapide des cellules (**MUNNS, 1993**).

Deux types de comportement ont pour effet d'éviter la saturation en sel de l'apoplaste : l'influx « incluser » et l'efflux « excluser » des ions qui caractérisent aussi bien leur mobilité que leur circulation.

2.2.1. Type excluser

Chez celles de type « excluser », la plus grande partie du sodium absorbé et véhiculé vers les feuilles est réexportée vers les racines via le phloème ou initialement stockée dans les racines (**LEVIGNERON et al., 1995 ; BERTHOMIEU et al., 2003 ; LALLOUCHE et al., 2017**).

L'étude faite par (**VAN DER MOEZEL et al., 1988 ; LALLOUCHE et al., 2017**) montre que la plupart des espèces tolérantes à la salinité parmi un grand nombre d'Eucalyptus et Casuarina, exclut le sodium Na^+ et les chlorure Cl^- de leurs jeunes pousses en développement. Le site d'exclusion apparaît dans les racines. Les espèces sensibles présentent une faible concentration racinaire en potassium K^+ et une forte absorption du sodium Na^+ . Il y a une évidence mondiale que la capacité d'exclure l'ion (Na^+) et l'ion (Cl^-) de jeunes feuilles est un attribut important d'arbres tolérants la salinité (**BELL, 1999 ; RÄSÄNEN, 2002, LALLOUCHE et al., 2017**).

C'est pourquoi la plus ou moins grande tolérance des plantes dépend notablement de leur aptitude à répartir le sel entre les parties aérienne et racinaire, compartiments cellulaires et tissus (**KIM et al., 2008**).

L'aptitude d'exclusion de sodium (Na^+) des parties aériennes est en accord avec la relation négative trouvée entre l'accumulation des ions toxiques (Na^+ et Cl^-) dans la croissance des parties aériennes de Tomate poussant en milieux salins. Le maintien d'une faible concentration de Na^+ dans les feuilles peut être dû à un mécanisme d'exclusion qui provoque une accumulation de Na^+ dans la partie racinaire, évitant une translocation excessive aux tiges ; mais, il peut être aussi lié à une mobilité élevée du Na^+ dans le phloème. Cependant, certaines mesures physiologiques concordent pour suggérer l'existence d'une expulsion active du Na^+ cytoplasmique vers la vacuole ou vers l'apoplaste, protégeant ainsi les équipements enzymatiques du cytoplasme dans la partie aérienne (**GREENWAY et MUNNS, 1980**).

L'inhibition de la photosynthèse par le Na Cl est l'une des causes de la réduction de la croissance et de la productivité végétale (WANG et Nil, 2000 ; LALLOUCHE et al., 2017). L'accumulation préférentielle du sel dans les cellules des parties aériennes est un caractère déterminant du degré de tolérance de différentes espèces (MAAS, 1986).

La réponse des plantes au stress salin est complexe et fait intervenir des voies de réponse diverses (Figure 2.3) conduisant à des mécanismes d'adaptation qui induisent un arrêt rapide de la croissance pour une meilleure redistribution des nutriments dans les différents tissus et au rétablissement rapide de la croissance lorsque le stress est levé (MAHJOUBI, 2018).

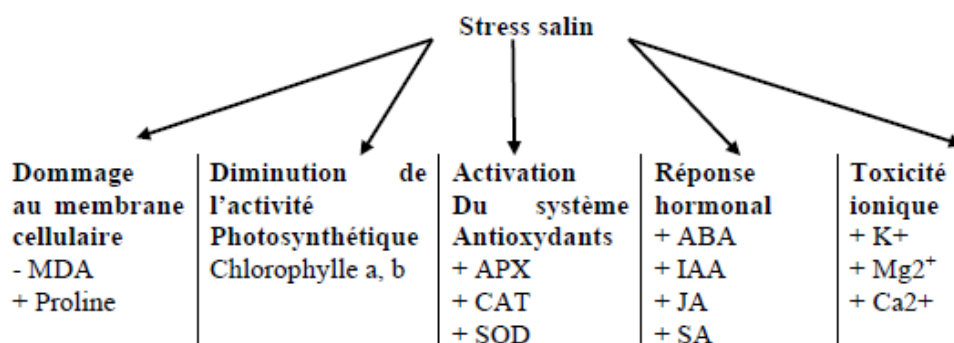


Figure 2.3 : Réponse des plantes au stress salin (MAHJOUBI, 2018)

2.2.2. Type includer

Chez les plantes de type « includer », les flux de sodium sont essentiellement ascendants, et le sel est accumulé dans les parties aériennes au niveau des vacuoles (RÄSÄNEN, 2002). Cependant, l'hypothèse la plus communément admise est que l'entrée de Na⁺ se fait contre son gradient électronique ; l'énergie nécessaire au transport de cet ion serait fournie par le gradient de protons engendré par la pompe à protons du tonoplaste. LEVIGNERON, (1995), signalent que, La vacuole se chargerait ainsi en sodium grâce à l'action d'un antiport sodium-proton Na⁺/H⁺, lequel serait entretenu par le fonctionnement accéléré des pompes à proton Na⁺/H⁺. L'existence d'un système d'échange Na⁺/H⁺ est largement signalé. Il est alors admis que c'est la performance de stocker le sel dans les parties aériennes qui est déterminante dans le niveau de tolérance au sel des espèces.

La concentration foliaire en éléments nutritifs chez *E. microtheca* avant et après le stress salin était semblable ce qui indique sa capacité de contrôle de l'absorption des sels ou la séquestration des ions toxiques dans les feuilles inférieures qui sont par la suite sénescence (**BELL, 1999**).

Les plantes inclusives associent la résistance à la salinité avec l'aptitude à transporter de grandes quantités de Na Cl dans les feuilles. Il semble que ces comportements résultent d'une bonne compartimentation cellulaire du (Na⁺) ; ce qui explique la tolérance à l'accumulation foliaire, et aussi la faible re-circulation de cet ion à travers le phloème (**TAL et al., 1983**).

2.3. Effet du stress salin sur la germination des graines

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 (**RIVERO et al., 2014**).

Bien que, la salinité des sols constitue un facteur limitant en agriculture, car elle inhibe la germination et la croissance de la plantule (**BEN MADANI et BELOUADAH, 2018**).

Selon les mêmes auteurs, la présence de chlorure de sodium entraîne une augmentation de la durée du processus de la germination et retarde par conséquent la levée, car, les stress salin et osmotique sont responsables à la fois de l'inhibition ou un retard de germination et de la levée des graines.

D'autres travaux montrent que l'effet du stress salin sur la germination peut être attribué soit à un effet osmotique et/ou une toxicité des ions spécifiques à l'émergence de la radicule ou le développement des semis (**HUANG et REDMAN, 1995**).

D'autres travaux signalent que seul le processus de germination, et non la capacité germinative, est altéré en milieu salé (**ALMANSOURI et al., 2001 ; KHAN et al., 2009**).

Le stress salin peut affecter le taux de germination de deux façons :

- en augmentant la pénétration d'ions qui peuvent s'accumuler dans les graines à des doses qui deviennent toxiques.

- en diminuant la vitesse d'entrée et la quantité d'eau absorbée par les graines ;

La survie des plantes, dans un milieu donné, dépend en grande partie de leur réaction au stade de germination et aussi à l'intra spécificité variétale. Chez l'*Atriplex halimus* L., la vitesse de germination est ralentie à partir de 9 g.l-1 de Na Cl ; est d'avantage inhibée à des concentrations plus élevées, cette inhibition est de nature osmotique (KHAN *et al.*, 2009).

Cela pourrait expliquer le fait que les graines obtenues à partir de plantes cultivées dans des conditions salines peuvent être plus tolérantes à la salinité que ceux des conditions non salines, mais une telle augmentation de la tolérance n'a pas toujours été observée (BEWLEY, 1997).

Afin d'étudier la tolérance à la salinité chez le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.), des embryons isolés issues de graines matures ont été cultivés *in vitro* et soumis durant 30 jours à différentes concentrations salines : 0 ; 42,8 ; 85,5 ; 171,1 et 256,6 mM de Na Cl. Les résultats acquis montrent que la germination *in vitro* des axes embryonnaires n'a pas été affectée par la concentration du sel. Cependant, le taux de survie des embryons germés passe de 100% pour le témoin à 62,9% pour la plus forte concentration saline (256,6 mM). D'autre part, l'estimation de la croissance des *in vitro* semis (longueur de la partie aérienne et racinaire, nombre de feuilles produites par embryon développé ainsi que la production des biomasses totales des matières fraîches et sèches de la partie aérienne et racinaire) a décelé des différences significatives pour les différentes concentrations du sel (BENMAHIOUL *et al.*, 2009)

MUJICA *et al.*, (2001), montrent que six à sept jours après la mise en germination des graines de quelques génotypes du pistachier, les graines de génotypes tolérants au sel germent à plus de 75 % à des concentrations salines de 0,6 M de Na Cl (57 mS.cm-1), ce qui indiquerait que le sel ne provoque pas la mort de l'embryon mais retarde les mécanismes biochimiques et physiologiques impliqués dans l'initiation de la germination. Pour la plupart

des cultivars, la production est plus élevée dans des conditions modérément salines que dans des conditions non salines, ce qui fait du pistachier un halophyte facultatif (SANCHEZ et al., 2003).

2.4. Stratégie d'adaptation et de résistance des plantes au stress salin

a. Synthèse des solutés compatibles

La proline et la glycine bêtaïne sont rapportés pour fonctionner dans l'ajustement osmotique, le piégeage des radicaux libres et la protection des macromolécules cellulaires. D'autres solutés compatibles qui s'accumulent dans les plantes sous stress salin comprennent des glucides tels que les sucres (glucose, fructose, saccharose, fructanes) et de l'amidon (PARIDA et al., 2002).

b. Exclusion et inclusion d'ions

L'élimination du sodium de la compartimentation dans les vacuoles ou du cytoplasme est effectuée par un enzyme anti-sel Na^+ / H^+ inductible par le NaCl (APSE et al., 2003). HANANA et al., (2009), ajoutent que, l'inclusion d'ions dans le cytoplasme peut conduire à un ajustement osmotique qui est généralement accepté comme une adaptation biochimique importante à la salinité

c. Modifications de la capacité photosynthétique

Depuis la biosynthèse de la chlorophylle est une ramification de la voie de l'acide mévalonique, voie importante du métabolisme secondaire, les voies de ce point clé (α -levulunate) sont probablement détournées vers la biosynthèse des osmolytes compatibles.

La régulation de la biosynthèse du métabolisme et de l'activité de la chlorophylle est primordiale pour les processus physiologiques. Cette régulation de la biosynthèse de la chlorophylle peut être une bonne stratégie de défense.

d. Contrôle de l'absorption ionique par les racines

NOBLE et ROGERS, (1992), montrent que, un degré plus élevé de tolérance au sel chez les plantes est associé à un système plus efficace pour l'absorption sélective de K^+ sur Na^+ .

e. Induction des hormones végétales

Il existe des preuves de l'implication de l'ABA dans la phosphorylation/ réversible des protéines, via des kinases de type CDPK (kinases Ca^{2+} -dépendantes) ou MAPK (Mitogen Activated Protein Kinase) et des phosphates (**KRONIEWICZ, 2011**). Les effets inhibiteurs du Na Cl sur la photosynthèse, la translocation des assimilats et la croissance se sont révélés être atténués par ABA qui agit sur la fermeture et l'ouverture des stomates (**GRONDIN et al., 2015**).

Sous stress salin, l'augmentation de l'absorption de Ca^{++} est associée à l'élévation de l'ABA et contribue ainsi à l'entretien de l'intégrité membranaire, ce qui permet aux plantes de réguler le transport et l'absorption à des niveaux élevés de salinité externe à plus long terme (**CHEN et al., 2001**). L'ABA provoque l'abscission des feuilles probablement en diminuant l'accumulation d'ions Cl^- toxiques dans les feuilles et réduit la libération de l'éthylène (**GOMEZCADENAS et al., 2002**).

f. Induction d'antioxydants

Les plantes possèdent des systèmes efficaces pour éliminer les espèces d'oxygène actif qui les protègent des réactions oxydatives destructrices. Ces mécanismes peuvent être divisés en deux catégories selon l'implication directe ou indirecte des enzymes (**SOFO et al., 2004**).

La synthèse des métabolites secondaires tels que : les polyphénols, le tocophérol, les alcaloïdes, les flavonoïdes et les caroténoïdes permet à la cellule végétale de se protéger contre les agents abiotiques provoqués par les contraintes du milieu, ces mécanismes non-enzymatique maintiennent l'équilibre oxydo-reducteur de la cellule (**MISIRLI et al., 2001**).

CHAPITRE III

MATERIELS ET METHODES

3.1. Objectif

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet du stress salin (Na Cl) sur l'aptitude de germination de cinq espèces du genre *Pistacia* de la famille des Anacardiaceae pistachier vrai (*Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia terebinthus* L., *Pistacia vera* L., *Pistacia khinjuk* T. et *Pistacia khinjuk* A.) cultivées et commercialisée en Algérie dans le but d'analyser le seuil critique au-delà duquel les espèces ne peut plus survivre suivi par une description morphologique.

3.2. Matériel végétale

Cet essai a porté sur cinq espèces du pistachier, fournies par l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (ITDAS) Ain Ben Naoui Biskra. Ces espèces sont *Pistacia vera* L, *Pistacia atlantica* Desf, *Pistacia khinjuk* T., *Pistacia khinjuk* A., *Pistacia terebinthus*. (**Figure 3.1**).

3.3. Méthode d'étude

Les expériences sont réalisées selon deux expériences distinctes :

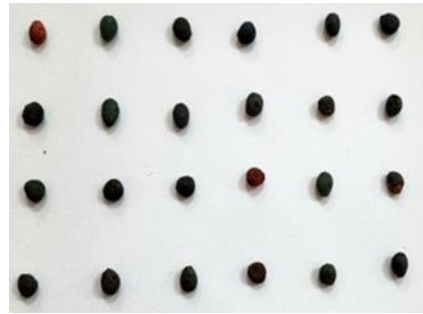
Une première expérience a portée sur la germination des graines de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage (**Figure 3.1**) : *Pistacia vera* L., *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia khinjuk* T., *Pistacia khinjuk* A., *Pistacia terebinthus* effectuée au laboratoire d'amélioration des plantes au département des sciences Agronomique de la faculté des Sciences à l'université Mohamed Boudiaf - M'sila.

Une deuxième expérience a concerné une description morphologique des graines de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage réalisée au laboratoire d'amélioration des plantes

au département des sciences Agronomique de la faculté des Sciences à l'université Mohamed Boudiaf - M'sila.



Graines de *pistacia vera* L.



Graines de *pistacia atlantica* Desf.



Graines de *pistacia khinjuk* A.



Graines de *pistacia khinjuk* T.



Graines de *pistacia terebinthus*

Figure 3.1 : Aspect, couleur et forme des graines des différentes espèces du pistacher testés (**Personnel**)

3.3.1 Première partie : Effet du stress salin sur l'aptitude germinative de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage

3.3.1.1. Germination des graines

3.3.1.1.1. Stratification (levée de dormance des graines)

La stratification des graines est une méthode qui permet de faciliter la germination des graines à enveloppe dure. L'objectif est de ramollir et altérer les téguments des graines afin de les sortir de leur dormance. Pour cela, nous avons suivi le protocole de **ROUSKAS (1996)**, qui consiste à faire subir aux graines un traitement au froid humide à une température de 4° C / 40 jours.

3.3.1.1.2. Scarification (levée des inhibiteurs tégumentaires)

Les graines sont trempées dans l'eau distillée pendant 24 h, ensuite elles sont scarifiées manuellement à l'aide d'un coupe-ongle (scarification mécanique) (**Figure 3.2**). Par la suite les graines ont subi une désinfection et un semis.

3.3.1.1.3. Désinfections des graines

Nous avons suivi la méthode de **LALLOUCHE (2003)**, qui consiste à faire un trempage des graines dans de l'Alcool (éthanol 96°) pendant 10 S, suivi d'un trempage dans l'eau de javel « l'hypochlorite de calcium » à 6 % pendant 15 minutes enfin, les graines sont lavées abondamment à l'eau, puis rincées à l'eau distillée afin d'éliminer toute trace de l'eau de javel.



Graines de *pistacia vera* L. avant et après scarification



Graines de *pistacia atlantica* Desf. avant et après scarification



Graines de *pistacia terebinthus* avant et après scarification



Graines de *pistacia khinjuk* A. avant et après scarification



Graines de *pistacia khinjuk* T. avant et après scarification

Figure 3.2 : Graines des différentes espèces du pistachier avant et après scarification manuelle (**Personnel**)

3.3.1.1.4. Mise en culture

De chaque espèce, 10 graines sont semées dans des Boîte de Pétri en verre de 10 cm de diamètre, tapissées de deux couche de papier filtre. Dans un cas, nous avons ajouté 10 ml de l'eau distillée (témoin), dans les autres cas, nous avons ajouté 10 ml de solution salines 25mM, 50 mM, 100 mM, 125 Mm et 150 mM de Na Cl. (**Figure 3.3**). Les boîtes sont mises dans un incubateur réglé à une température de 25°C. La germination est repérée par l'apparition de la racicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins de 2 mm (SAYAR *et al.*, 2010).



Figure 3.3 : Semis des graines dans des Boîte de Pétri

3.4. Les paramètres étudiés

Les paramètres étudiés au cours de ce travail sont :

- A. Temps de latence (précocité de germination)** : signifie le début de la germination, est exprimé en jours.

- B. Estimation du taux final de germination (TFG) (Taux de germination final)** : ce paramètre constitue le meilleur moyen d'évaluation de la concentration saline qui présente la limite physiologique des graines. Nous calculons le pourcentage final ou maximum des graines germées (N_i) selon la relation :

$$\text{TFG} = \text{Ni} \times 100 / \text{Nt}$$

Ni = nombre de graines germées

Nt= nombre total de graines utilisées (Nt)

3.4.1. Dispositif expérimentale

Le dispositif expérimental adopté au cours de notre expérimentation est une randomisation totale à deux facteur étudié qui sont : facteur espèces avec cinq variantes *Pistacia vera* L., *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia khinjuk* T., *Pistacia khinjuk* A., *Pistacia terebinthus*, et facteur stress salin avec 6 niveaux T1= 0 mM, T2=25mM, T3= 50 mM, T4= 100 mM, T5= 125 Mm et T6= 150 mM de Na Cl. Chaque essai porte sur 30 graines, soit 3 répétition et chaque répétition comprend 10 graines.

3.4.2. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont soumis à l'analyse de la variance à deux facteurs (F1 espèces X F2 doses de Na Cl), et les moyennes sont comparées selon le test de Newman-Keuls, basée sur la plus petite différence significative. Chaque moyenne est affectée d'une lettre, les moyennes suivies d'une même lettre n'étant pas significativement différentes.

3.3.2. Deuxième partie : Analyse phénotypique de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage

3.3.2.1. Lieu du travail

L'essai est réalisé au laboratoire d'amélioration des plantes au département des sciences Agronomique de la faculté des Sciences à l'université Mohamed Boudiaf - M'sila.

3.3.2.2. Echantillonnage et paramètres mesurés

Les caractères qui font l'objet de notre étude sont ceux trouvés dans les principaux directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité des caractères du pistachier (*Pistacia vera* L.) et admis par l'UPOV (Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales) 2020 (**Tableau 3.1**). Dans notre étude, la

caractérisation des graines des différentes espèces du pistachier s'est basée sur 09 caractères morphologiques (**Tableau 3.1**).

3.3.2.3. Analyses statistiques

L'évaluation de la structuration de la Diversité phénotypique a été faite par une analyse en composantes principales (ACP) et une classification hiérarchique ascendante (CHA). Le logiciel XL 7.1 (2015) a servi aux analyses.

Tableau 3.1 : Analyse phénotypique des graines de cinq espèces du pistachier (*Pistacia vera* L.) en Algérie

Paramètres	Noix : longueur	Noix : largeur	Noix : formes-en vue latérale	Noix : forme du sommet en vue latérale	Noix : présence d'un bec	Noix : Dépression de la coque près de pédicelle	Noix : intensité de la couleur brune du coq	Position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale	Noix : Coloration du coq
catégories	1. très courte 2. courte 3. moyenne 4. longue 5. très longue	1. très étroit 2. étroite 3. moyenne 4. large 5. très large	1. elliptique large 2. elliptique étroite 3. ovale	1. aigüe 2. Arrondie 3. tronquée	9. Présent 1. Absent	1. Peu profonde 2. Moyenne 3. profond	1. très clair 2. claire 3. Moyenne 4. Foncée	1. Symétrique 2. Asymétrique	1. faible 2. moyenne 3. forte
<i>Pistacia vera</i> L.	Longue	large	E.é	Arrondie	Présent	Moyenne	Foncée	Symétrique	Forte
	4	4	2	2	9	2	4	1	3
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	Courte	Large	Ovale	Arrondie	Absent	Peu profonde	Foncée	Symétrique	Moyenne
	2	4	3	2	1	1	4	1	2
<i>Pistacia khinjuk</i> T.	Moyenne	Large	Ovale	Arrondie	Absent	Moyenne	Foncée	Symétrique	Moyenne
	3	4	3	2	1	2	4	1	2
<i>Pistacia khinjuk</i> A.	Moyenne	Etroit	Ovale	Arrondie	Absent	Peu profonde	Moyenne	Asymétrique	Forte
	3	2	3	2	1	1	3	2	3
<i>Pistacia terebinthus</i>	Très Courte	Très étroite	Ovale	Arrondie	Absent	Absent	Foncée	Asymétrique	Moyenne
	1	1	3	2	1	1	4	2	2

CHAPITRE IV

RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Première partie : Test de germination des graines de cinq espèces du pistachier dans des conditions de stress salin

Le suivi quotidien des essais de germination des graines de cinq espèces du pistachier nous a permis de percevoir le processus de germination (**Figure 4.1**) et d'obtenir les résultats présentés ci-dessous.

L'examen des résultats mentionnés dans **le tableau 4.1 et figure 4.1** montre que les graines de cinq espèces du pistachier, en absence de Na Cl (0 mM) ont presque le même temps de latence qui est de 5 jours pour *Pistacia vera* L., de 7 jours pour *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia khinjuk* T. et *Pistacia khinjuk* A. et 11 jours pour *Pistacia terebinthus*. En moyenne des six concentrations salines étudiées, le taux de germination de l'espèce *Pistacia vera* L. est de 46.667 % suivi par l'espèces *Pistacia atlantica* Desf. (30 %) contre 26.667%, 10 %, pour les espèces « *Pistacia khinjuk* A., *Pistacia terebinthus* et *Pistacia khinjuk* T. ». Ces résultats suggèrent que l'espèce *Pistacia vera* L., en moyenne, est relativement plus tolérante que les autres espèces au stress salin.

Globalement l'ensemble des graines testées ont germé avec un taux supérieur à 50 % pour les doses de 50 et 100 mM en Na Cl pour l'espèce *Pistacia vera* L. Cependant à partir de la concentration de 100 mM, ce taux est totalement inhibé (0%) pour toutes espèces. L'apparition d'interaction très hautement significative entre les espèces et les concentrations salines pour ce paramètre, montre bien l'intérêt de ce caractère dans les programmes d'amélioration et de sélection des espèces tolérantes à la salinité (**Figure 4.2**).

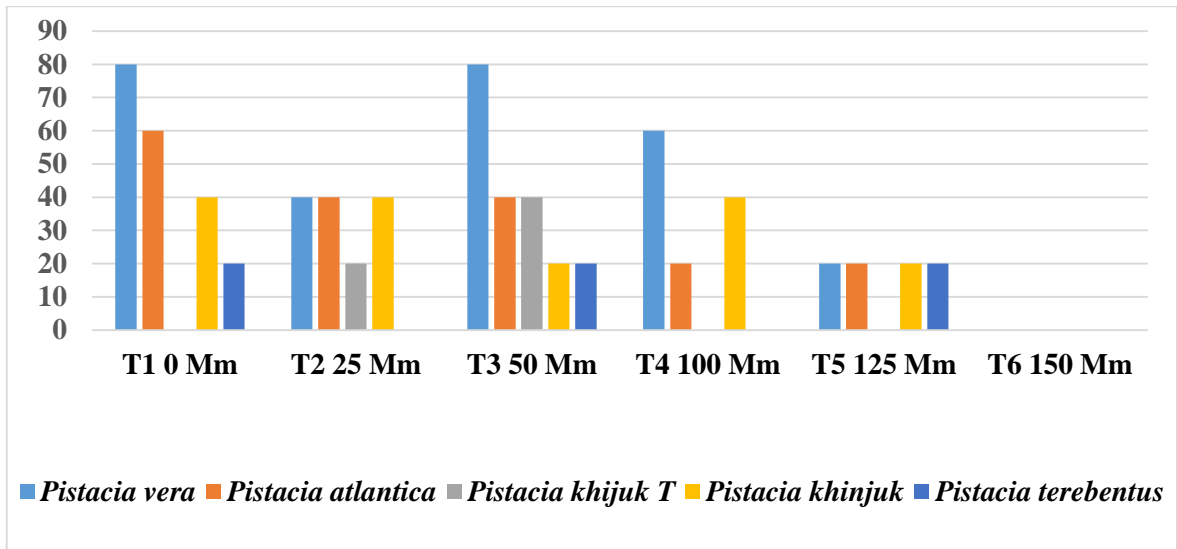


Figure 4.1 : Taux de germination de cinq espèces du pistachier en fonction des différentes concentrations du stress salin (Na Cl)



Figure 4.2: Germination des graines du pistachier sous différentes concentration saline

Tableau 4.1: Tableau d'analyse de la variance.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. totale	33133,33	59	561,582				
Var. Facteur 1	11360	4	2840	2130	0		
Var. Facteur 2	11653,33	5	2330,667	1748	0		
Var. Inter F1*2	10080	20	504	378	0		
Var. Résiduelle 1	40	30	1,333			1,155	4,68%

Tableau 4.2 : Classement des différentes espèces en fonction de leur tolérance et leur sensibilité.

Les espèces	Moyennes \pm écart type	groupes homogènes
<i>Pistacia Vera L.</i>	46,667 \pm 1.14	A
<i>Pistacia atlantica Desf.</i>	30 \pm 0	B
<i>Pistacia Khinjuk A.</i>	26,667 \pm 1	C
<i>Pistacia terebinthus</i>	10 \pm 1.1	D
<i>Pistacia Khinjuk T.</i>	10 \pm 1.14	

Les résultats mentionnés au tableau ci-ci-contre, montrent que l'espèce *Pistacia vera* L. est significativement la meilleure, comparativement aux autres espèces. Suivi par *Pistacia atlantica* Desf. et *Pistacia khinjuk* A. Les espèces *Pistacia khinjuk* T. et *Pistacia terebinthus*, quant à elles, elles se montrent les plus sensible au stress salin (Figure 4.2).

Tableau 4.3 : Test statistique de la signification de Fisher à P= 5% de taux de germination de cinq espèces du pistachier en conditions saline.

Interaction espèces x stress salin	Moyennes ± écart type	Groupes homogènes
<i>Pistacia Vera</i> L.X 50 mM	80± 1	A
<i>Pistacia Vera</i> L.X 0 mM	80±1	
<i>Pistacia atlantica</i> Desf. X 0 mM	60±1	B
<i>Pistacia Vera</i> L. X 100 Mm	60±1	
<i>Pistacia atlantica</i> Desf. X 50 mM	40±1	C
<i>Pistacia Khinjuk</i> A. X 100 mM	40±1	
<i>Pistacia atlantica</i> Desf. X 25 mM	40±1	
<i>Pistacia Khinjuk</i> A. X 25 mM	40±1	
<i>Pistacia Khinjuk</i> A. X 0 mM	40±1	
<i>Pistacia Khinjuk</i> T. X 50 mM	40±1	
<i>Pistacia Vera</i> L.X 25 mM	40±1	
<i>Pistacia Khinjuk</i> A. X 125 mM	20±1.41	
<i>Pistacia Khinjuk</i> T. 25 mM	20±1	
<i>Pistacia terebinthus</i> X 0 mM	20±1	
<i>Pistacia terebinthus</i> X 125 mM	20±1.41	
<i>Pistacia atlantica</i> Desf. X 100 Mm	20±1	
<i>Pistacia Khinjuk</i> A. X 50 mM	20±1.41	
<i>Pistacia terebinthus</i> X 50 mM	20±1	
<i>Pistacia Vera</i> L.X 125 mM	20±1	
<i>Pistacia atlantica</i> Desf. X 125 mM	20±1	
<i>Pistacia Vera</i> L.X 150 mM	0±0	E
<i>Pistacia terebinthus</i> X 25 mM	0±0	
<i>Pistacia atlantica</i> Desf. X 150 mM	0±0	
<i>Pistacia Khinjuk</i> A. X 150 Mm	0±0	
<i>Pistacia terebinthus</i> X 150 Mm	0±0	
<i>Pistacia Khinjuk</i> T. 0 mM	0±0	
<i>Pistacia Khinjuk</i> T. X 150 mM	0±0	
<i>Pistacia Khinjuk</i> T. X 100 mM	0±0	
<i>Pistacia terebinthus</i> X 100 mM	0±0	
<i>Pistacia Khinjuk</i> T. X 125 mM	0±0	
Signification	Très hautement significatif	
Probabilité	0	

4.2. Deuxième Partie : Analyse phénotypique de cinq espèces du pistachier l'analyse en composante principale et par la classification Hiérarchique Ascendante

4.2.1. Analyse en composante principale

L'analyse en composantes principales (ACP), indique que les deux premiers axes expliquent 83.91 % de la variabilité (54.90 % pour le premier axe et 29.013 % pour le deuxième axe). Ces deux axes seront utilisés pour décrire la variabilité totale des espèces s, soit 83.91 % de la variance.

Tableau 4.4 : Valeurs propres et pourcentage de variation exprimée par les deux premiers axes à partir de neuf (09) caractères analysés chez cinq espèces du pistachier.

	F1	F2	F3	F4
Eigenvalue	4,392	2,321	0,924	0,363
Variability (%)	54,904	29,013	11,547	4,536
Cumulative %	54,904	83,918	95,464	100,000

Le premier axe exprime un important pourcentage de variation (54.904%). Cette composante se définit du côté positive par : la coloration du coq, et du côté négatif par : longueur et largeur de la noix, présence d'un bec et dépression de la coque près de pédicelle (**Tableau 4.4**).

La deuxième composante décrit 29.03% de la variation. Elle se définit du côté positive par : le poids de mille graines, et du côté négatif par l'intensité de la couleur brune du coq (**Tableau 4.4**).

Le tableau 4.2 montre l'existence de quatre groupes d'individus dont la contribution relative à la formation des axes est importante.

L'axe 1 sépare deux groupes : **GI** et **GII**, situés respectivement du côté positif et négatif de l'axe.

Tableau 4.5 : Analyse en composante principale (ACP) sur 05 espèces du pistachier

Caractères	code	F1	F2
Noix : longueur	NL	-0,851	0,383
Noix : largeur	NLR	-0,771	-0,421
Noix : formes-en vue latérale	NFL	0,863	-0,273
Noix : forme du sommet en vue latérale	NFSL	0,000	0,000
Noix : présence d'un bec	NPB	-0,863	0,273
Noix : Dépression de la coque près de pédicelle	NDPB	-0,848	-0,181
Noix : intensité de la couleur brune du coq	NICBC	-0,327	-0,821
Position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale	PCPV	0,752	0,586
Noix : Coloration du coq	NCC	-0,438	0,893

Le premier groupe comprend l'espèce *Pistacia terebinthus* qui se singularise par une forme ovale de la noix en vue latérale et une position asymétrique de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale

Le deuxième groupe comprend l'espèce *Pistacia vera* L. Qui sont différentes par une longue et large noix et la présence d'un bec avec une dépression moyenne de la coque près de pédicelle.

L'axe 2 sépare deux groupes : GIII et GVI, situés respectivement du côté négatif et positif de l'axe.

Le troisième groupe est composé de *Pistacia khinjuk* A., qui est différente par un seul caractère : forte coloration du coq (**Figure 4.3**).

Le quatrième groupe est composé de deux espèces : *Pistacia khinjuk* T. et *pistacia atlantica* Desf. Qui sont caractérisées par une intensité foncée de la couleur brune du coq

Au total, sur les neuf (09) variables analysées, 07 descripteurs « forme de la noix en vue latérale, position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale, longue et large de la noix, présence d'un bec, dépression de la coque près de pédicelle et la coloration du coq.

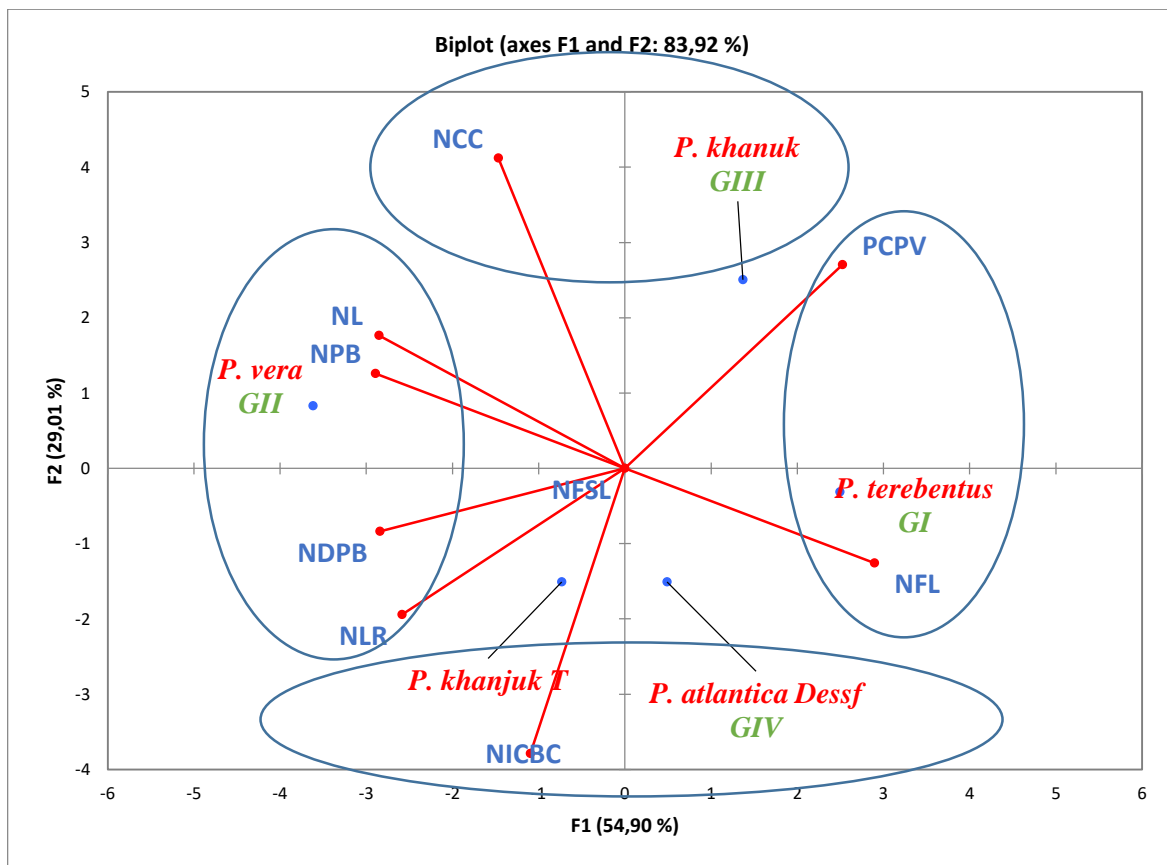


Figure 4.3. : Distribution des paramètres et des espèces du pistachier dans le plan 1-2 révélée à partir de l'ACP.

En vue d'avoir une vision globale, nous sommes passés à une autre analyse synthétique pour discerner les différentes espèces du pistachier pour toutes les variables retenues.

Pour mieux apprécier la diversité phénotypique entre les cinq espèces du pistachier étudiées, nous avons procédé à une Classification Ascendante Hiérarchique sur la base de tous les paramètres étudiés précédemment

4.2.2. Classification Hiérarchique Ascendante

Le dendrogramme obtenu par la méthode UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with arithmétique Average) montre une nette séparation des espèces et structure la diversité phénotypique en trois classes (**Figure 4.3**).

La première classe comprend une seule espèce qui est « *Pistacia vera L.* », caractérisée par une longue et large noix et la présence d'un bec avec une dépression moyenne de la coque près de pédicelle.

La deuxième classe regroupe deux espèces « *Pistacia atlantica Desf.* et *Pistacia khinjuk T.* », ces espèces sont caractérisées par une intensité foncée de la couleur brune du coq.

La troisième classe comprend deux espèces, qui sont « *Pistacia khinjuk A.* et *Pistacia terebinthus* ». Ces deux espèces sont différencier par : la coloration du coq, la forme de la noix en vue latérale et la position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale (**Figure 4.4**).

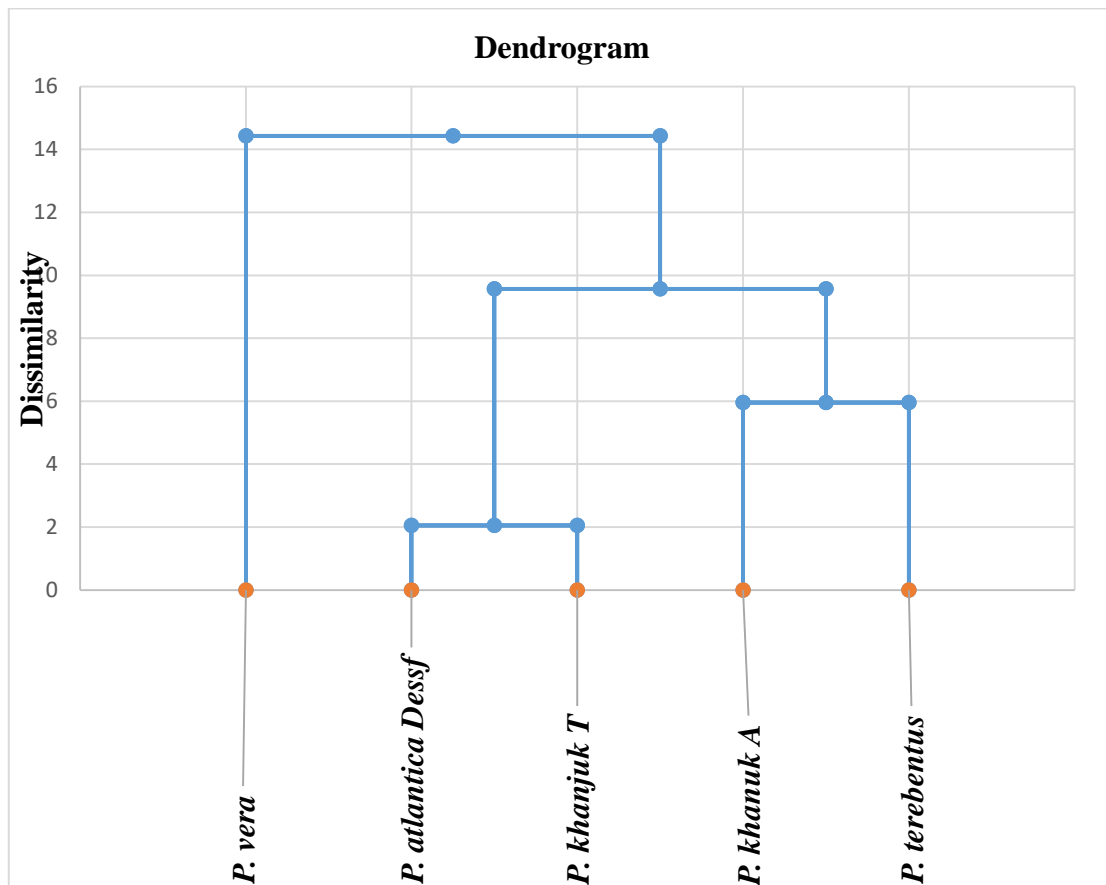


Figure 4.4 : Classification hiérarchique des différentes espèces du pistachier (CAH)



Graines de *pistacia vera* L. avant et après scarification



Graines de *pistacia atlantica* Desf. avant et après scarification



Graines de *pistacia terebinthus* avant et après scarification



Graines de *pistacia khinjuk* A. avant et après scarification



Graines de *pistacia khinjuk* T. avant et après scarification

Figure 4.5: Graines des différentes espèces du pistachier avant et après scarification manuelle

4.2.3. Analyse de la matrice des corrélations Pearson (n).

Le traitement des données par l'analyse en composante principale (ACP) nous a fourni la matrice des coefficients de corrélation entre les différents caractères phénotypiques analysés (**Tableau 4.6**). Des corrélations significatives ont été décelées entre différents paramètres étudiés. Ce qui peut être très avantageux pour les travaux de sélection. La dépression de la coque près de pédicelle est corrélée négativement à la forme de la noix en vue latérale ($r^2 = -1$), la largeur de la noix est corrélée négativement à la position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale ($r^2 = -0.968$) (**Tableau 4.6**).

Tableau 4.6 : Analyse de la matrice des corrélations Pearson (n).

Variables	NL	NLR	NFL	NFSL	NPB	NDPB	NICBC	PCPV	NCC
NL	1	0,620	-0,686		0,686	0,721	-0,196	-0,480	0,721
NLR	0,620	1	-0,395		0,395	0,645	0,395	-0,968	0,000
NFL	-0,686	-0,395	1		-1,000	-0,612	-0,250	0,408	-0,612
NFSL									
NPB	0,686	0,395	-1,000		1	0,612	0,250	-0,408	0,612
NDPB	0,721	0,645	-0,612		0,612	1	0,408	-0,667	0,167
NICBC	-0,196	0,395	-0,250		0,250	0,408	1	-0,612	-0,612
PCPV	-0,480	-0,968	0,408		-0,408	-0,667	-0,612	1	0,167
NCC	0,721	0,000	-0,612		0,612	0,167	-0,612	0,167	1

DISCUSSION

En condition du stress salin, on note le comportement exceptionnel de l'espèce *Pistacia vera* L. qui montre une tolérance remarquable au stress salin. Le pourcentage de germination de cette espèce varie de 60 % sous stress salin sévère à 80% sous stress salin faible « 50 mM entre les concentrations de 50 mM et 100 mM, soit une réduction de 25%.

Pistacia atlantica Desf. Ainsi que *Pistacia khinjuk* A., montrent une tolérance acceptable au stress salin. Les espèces qui montrent une sensibilité élevée sous stress salin de faible concentration sont *Pistacia terebinthus* et *Pistacia khinjuk* T. dont le pourcentage de germination moyenne sous différentes concentration saline est de 10%.

Les résultats obtenus montrent aussi que l'augmentation de la concentration de Na Cl dans la solution d'irrigation a provoqué chez les graines du pistachier, un allongement de la période de germination. Selon **BEN MILED et al., (1986)**, ce retard de germination s'expliquerait par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes permettant d'ajuster sa pression osmotique. **GHRIB et al., (2011)** ajoutent que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

Le taux de germination baisse également de 80 % à 0% en présence de stress salin. Le Na Cl diminuerait et ralentirait ainsi la germination des graines du pistachier. Ceci corrobore les résultats de l'étude de **OUKARA et al., (2014)** portée sur deux prévenances du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) et qui ont noté une diminution très hautement significative du pourcentage de germination avec l'augmentation de la concentration en Na Cl (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 g/l) .Selon **PRADO et al., (2000)** la diminution du pourcentage de germination des graines sous l'effet du stress salin serait due à un processus de dormance osmotique développé sous ces conditions de stress, représentant ainsi une stratégie d'adaptation à l'égard des contraintes environnementales.

Au stade germination, le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) se comporte comme une plante moyennement tolérante à la salinité par rapport aux espèces sauvage qui ont montré une sensibilité très élevée vis à vis du sel. Par contre de nombreux auteurs dont, **TAVALLALI et al., (2008)** et **BENMAHIOUL et al., (2009)** ; ont trouvé qu'une concentration modérée en Na Cl peut améliorer le taux de germination du pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.)

L'analyse morphologique est une des étapes importantes dans la classification et la description du germoplasme des plantes cultivées (MANZANO et al., 2001 ; HADJKOUIDER et al., 2017 ; LALLOUCHE et al., 2020). En effet, les programmes d'amélioration s'appuient nécessairement sur la diversité phénotypique (SMITH et al., 1991). Elle permet de mettre à la disposition des améliorateurs et des sélectionneurs des informations importantes, nécessaires pour leurs travaux de sélection et d'amélioration (FRALEIGH, 1987). Dans ce contexte cinq espèces du pistachier semées dans les boîtes de Pétri au laboratoire de département d'agronomie de l'université de M'sila ont été étudiées en utilisant neuf (09) paramètres phénotypiques.

L'analyse de la diversité génétique de cinq espèces du pistachier à l'aide de descripteurs phénotypiques rapportant aux : noix (longueur, largeur, formes-en vue latérale, forme du sommet en vue latérale, présence d'un bec, dépression de la coque près de pédicelle, intensité de la couleur brune du coq, position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale, coloration du coq) a permis d'apprécier la diversité génétique intra-spécifique, d'estimer les distances phénotypiques et de dresser un dendrogramme des relations phylogéniques révélées entre ces différentes espèces du pistachier. Cette variabilité phénotypique a été structurée en trois groupes qui se différencient par sept (07) descripteurs.

L'analyse discriminante a montré que les paramètres de forme de la noix en vue latérale, position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale, longueur et largeur de la noix, présence d'un bec, dépression de la coque près de pédicelle et la coloration du coq contribuent à discriminer les espèces. Ces descripteurs sont donc les plus discriminants pour l'explication de la variabilité. La forme de la noix en vue latérale, position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale, longueur et largeur de la noix, présence d'un bec, dépression de la coque près de pédicelle et la coloration du coq sont des variables qui ont servi à décrire la variabilité des espèces du pistachier en Algérie. Cette sélection phénotypique a favorisé une classification des espèces en plusieurs groupes mis en évidence dans la présente étude.

Les résultats préliminaires sur la diversité et la structuration morphologique des espèces du pistachier montrent clairement que ces différentes espèces analysées montrent une variation pour l'ensemble des paramètres analysés. Cette variabilité génétique observée entre les espèces constitue un atout pour les travaux de sélection et d'amélioration.

CONCLUSION

A travers de ces travaux réalisés durant ce mémoire, nous avons pu développer les thèmes suivants :

Thème 1 : Effet du stress salin sur l'aptitude germinative de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage dans le but d'analyser le seuil critique au-delà duquel les espèces ne peuvent plus survivre ;

Thème 2 : Etude phénotypique de cinq espèces du pistachier par l'utilisation de 09 descripteurs quantitatifs et qualitatifs et admis par l'UPOV 2020.

L'effet du stress salin sur l'aptitude germinative de cinq espèces du pistachier vrai et sauvage dans le but d'analyser le seuil critique au-delà duquel les espèces ne peuvent plus survivre, nous ont permis de ressortir les observations suivantes :

A l'issue du travail réalisé sur les cinq espèces du pistachier, nous pouvons conclure que sur la base de taux de germination, le pistachier fruitier « *Pistacia vera* L. » suivi par *Pistacia atlantica* Desf. et *Pistacia khinjuk* semble mieux supporter la contrainte saline que les autres espèces. Cependant, il est difficile de déterminer avec certitude des descripteurs pertinents de tolérance vu que la capacité des graines à germer en situation de stress abiotique est un caractère polygénique et complexe, ayant pour origine de nombreux mécanismes physiologiques et biochimiques agissant de façon synergique et additive.

A la fin, il serait intéressant pour l'avenir :

- D'appliquer et d'étudier l'effet du stress salin sur plusieurs espèces du pistachier et sur les différents stades de développement de la plante.
- De compléter ces résultats obtenus par des études au niveau moléculaire afin de préciser les gènes responsables de cette tolérance et pourquoi pas de les transférer chez les espèces sensibles à la salinité par les outils de biologie moléculaire.

L'étude phénotypique de cinq espèces du pistachier par l'utilisation de 09 descripteurs quantitatifs et qualitatifs et admis par l'UPOV 2020, nous ont permis de ressortir les observations suivantes :

La structuration et la diversité phénotypique des différentes espèces du pistachier cultivée et commercialisée en Algérie montrent clairement que les espèces étudiées présentent une variation inter- spécifique pour l'ensemble des descripteurs analysés, en particulier ceux liés à la forme de la noix en vue latérale, la position de la cicatrice du pédicelle en vue ventrale, la longueur, la largeur de la noix, la présence d'un bec, la dépression de la coque près de pédicelle et la coloration du coq. Cette diversité a été structurée en trois classes distinctes par la classification ascendante hiérarchique (CHA). Chaque classe constitue une origine potentielle de paramètres intéressants dans les programmes d'amélioration et de sélection du pistachier. Il est important d'associer aux descripteurs phénotypiques des techniques récentes de biologie moléculaire telles que les microsatellites qui permettront de mieux structurer les espèces à l'intérieur du deuxième et troisième groupe.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Ahmadi, A. M., Seyed, T. B., Mohammadi, S. G., & Tajabadipour, A., (2007). Comparison of genetic diversity in species and cultivars of pistachio (*Pistacia sp.* L.) based on Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) markers.

Ait Said, S., (2011). Stratégies adaptatives de deux espèces du genre pistacia (*p. lentiscus* L. et *p. atlantica* Desf.) aux conditions d'altitude, de salinité et d'aridité : [texte imprimé] : approches morpho-anatomiques, phytochimiques et ecophysiologiques (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

AL-Saghir, M. G., (2010). Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* L.(Anacardiaceae) based on morphological data. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(1), 28.

Aleta, N., Charlot, G., Prunet, J. P., Lagrue, C., (1996). Noix et cerneaux—qualite et consommation. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, France.

Aleta, N., Ninot, A., Rouskas, D., Zakinthinos, G., Avanzato, D., & Mendes Gaspar, A. (1997). Pistachio propagation. Options Méditerranéennes. *Série B : Etudes et recherches (CIHEAM)*.

Allouche, J., Rachmin, I., Adhikari, K., Pardo, L. M., Lee, J. H., McConnell, A. M., ... & Roider, E., (2021). NNT mediates redox-dependent pigmentation via a *UVB-and MITF-independent mechanism*. *Cell*, 184(16), 4268-4283.

Almansouri, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and soil*, 231(2), 243-254.

Alyafi, J., (1979). Approches systématique et écologique du genre' Pistacia L. 'dans la région méditerranéenne (Doctoral dissertation, Université de droit d'économie et des sciences d'Aix-Marseille).

Apg, I. I. I., (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: *APG III. Bot J Linn Soc, 161, 105-121.*

Apse, M. P., Sottosanto, J. B., & Blumwald, E., (2003). Vacuolar cation/H⁺ exchange, ion homeostasis, and leaf development are altered in a T-DNA insertional mutant of AtNHX1, the Arabidopsis vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter. *The plant journal, 36(2), 229-239.*

Bartel-Friedrich, K., Plambeck, R., Schmelzle. (Mund Kiefer GesichtsChir 1998; 2: 118–121) Demonstration of extracellular matrix protein (laminin) in experimental arterial anastomoses: *R. E. Friedrich, S., British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Volume 36, Issue 4, 1998, Page 314,*

Bell, DT., 1999. Australian trees for the rehabilitation of waterlogged and salinity-damaged landscapes. *Aust. J. Bot. (47): 697-716.*

Ben Miled, D., Boussaid, M., Cherif A., 1986. Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de la germination. Colloque sur les végétaux en milieu aride. Tunisie : Djerba,

Ben Madani, R., & Belouadah, A., (2017). Test de germination dans des conditions de stress salin et caractérisation phénotypique de quelques variétés de la laitue cultivée dans la région de M'sila (*Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.*)

BenhassainI, H., & Raho Ghalem, B., (2007). Etude des huiles essentielles de deux espèces de pistachier. *Revue des régions arides, 17-21.*

Benmahioul, B., Daguin, F., & Kaid-Harche, M., (2009). Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera* L.). *Comptes Rendus Biologies, 332(8), 752-758.*

Berthomieu, P., Conéjéro, G., Nublat, A., Brackenbury, W. J., Lambert, C., Savio, C., ... & Casse, F., (2003). Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *The EMBO journal, 22(9), 2004-2014.*

- Bewley, J.D., (1997).** Seed Germination and Dormancy. *Plant Cell* 9, 1055-1066.
- Boualem, A., Gruber, V., Blanchet, S., Diet, A., Zahaf, O., Kakar, K., ... & Crespi, M., (2009).** Identification of transcription factors involved in root apex responses to salt stress in *Medicago truncatula*. *Molecular Genetics and Genomics*, 281(1), 55-66.
- Chaba, B., Chraa, O., & Khichane, M., (1991).** Germination, morphogénèse racinaire et rythmes de croissance du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). *Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'Etude de l'Arbre-Paris, France*, 465-472.
- Chebouti, Y., (2002).** Note technique sur la culture du pistachier fruitier. *Rev. La forêt Algérienne*, (4), 32-36.
- Chelli Bouaziz, M., Ladeb, M. F., Chakroun, M., & Chaabane, S., (2008).** Spinal brucellosis: a review. *Skeletal radiology*, 37(9), 785-790.
- Chen, J. C., & Lin, Y. C., (2001).** Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 259(1), 109-119.
- Crane, J., & Ford, J., (1974).** Copper base alloys and processes for their heat treatment. *patent number1*, 350, 791.
- Crane, J.C., Iwakiri, BT.,** Morphology and reproduction of pistachio. *Hort. Rev.*3, (1981); 376-393.
- Dinsmore, 1932-1933 J.E.,** (second ed.), *Flora of Syria, Palestine and Sinai*, vols. 1-2, American Press, Beirut (1932-1933).
- Emberger, L., (1945).** Climate biogeographic classification. Collection of Botanical geological and Zoological laboratories works, *Montpellier Faculty of Sciences, Bot*7, 3-43.
- Faiçal Ben Hani, M., Mohamed Djamel, M., 2013** La culture du pistachier, (*الحلبي الفستق زراعة*, p27).

F.A.O. (2002). El estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2002. *Food & Agriculture Org.*

F.A.O. 2008. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils. *Rome, Italy: FAO Land and plant nutrition management service.*

Faostat (2018) <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Accessed 8 Mar 2018 *fi xing symbioses between rhizobia and the woody legumes Acacia and.*

Fraleigh, B., (1987). Importance des banques de ressources phylogénétiques. Amélioration et protection des plantes vivrières tropicales, (Eds) *Saint Pierre CA., Demaly Y., AUPELF-UREF, Québec, Canada, 13-18.*

Garra Trewavasi monod, 1950 dans Froese, R., & PAULY, D., (2018). fishbase. dans O. bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, I. vandepitte, D. Hobern, D. Remsen, P. Schalk, Re Dewalt, M. keping, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, R. Adlard, Em Adriaenssens, C. Aedo, E. Aescht, N. Akkari, P. Alfenas-zerbini, et al., *catalogue of life checklist (février 2018)*

Ghrib, C. D., Gharbi, F., REJEB, S., Khoudja, L., & Rejeb, M. N., (2011). Tolérance à la salinité de trois espèces d'Eucalyptus aux stades germinatif et plantule. *European Journal of Scientific Research, 50(2), 208-217.*

Gómez-Cadenas, A., Arbona, V., Jacas, J., Primo-Millo, E., & Talon, M., (2002). Abscisic acid reduces leaf abscission and increases salt tolerance in citrus plants. *Journal of Plant Growth Regulation, 21(3), 234-240.*

Gorham, J., (1990). Salt tolerance in the *Triticeae*: K/Na discrimination in synthetic hexaploid wheats. *Journal of Experimental Botany, 41(5), 623-627.*

Greenway, H., & Munns, R., (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual review of plant physiology, 31(1), 149-190.*

Grondin, A., Rodrigues, O., Verdoucq, L., Merlot, S., Leonhardt, N., & Maurel, C., (2015). Aquaporins contribute to ABA-triggered stomatal closure through OST1-mediated phosphorylation. *The Plant Cell*, 27(7), 1945-1954.

Hadjkouider, B., Boutekrabt, A., Lallouche, B., Lamine, S., & Zoghliami, N., (2017). Polymorphism analysis in some Algerian *Opuntia* species using morphological and phenological UPOV descriptors. *Botanical Sciences*, 95(3), 391-400.

Hanana, M., Hamrouni, L., Cagnac, O., & Blumwald, E., (2011). Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes. *Environmental Reviews*, 19(NA), 121-140.

Hamdan, I. I., & Afifi, F. U., (2004). Studies on the in vitro and in vivo hypoglycemic activities of some medicinal plants used in treatment of diabetes in Jordanian traditional medicine. *Journal of ethnopharmacology*, 93(1), 117-121.

Huang, J., Redman RE., (1995) Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. *Canadian Journal of Plant Science*, 75(4), 815-819.

Jabnoue, M., (2009). Adaptation des plantes au stress salin : caractérisation de transporteurs de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz (*Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro*).

Jacoby, B., (1994). Mechanisms involved in salt tolerance by plants. Pessaraki, M. ed., *Handbook of plant and Crop Stress*.

Khan, H. A., Ayub, C. M., Pervez, M. A., Bilal, R. M., Shahid, M. A., & Ziaf, K. (2009). Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annum* L.) at seedling stage. *Soil Environ*, 28(1), 81-87.

Kim, S., & Kihm, K. D., (2008). Effect of adsorption-induced surface stress change on the stiffness of a microcantilever used as a salinity detection sensor. *Applied Physics Letters*, 93(8), 081911.

Kroniewicz, L., (2011). Caracterisation physiologique et fonctionnelle du transporteur anionique ATCLC-C chez Arabidopsis Thaliana (*Doctoral dissertation, Aix-Marseille 2*).

Laghzali, M., (1987, June). Etude histologique et anatomique du greffage du pistachier (*Pistacia vera*). Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. *Reus (Tarragone) Espagne*.

Lallouche, B., Hadjkouider, B., Belouadah, A., Ben Madani, R., & Boutekrabt A., (2020). Phenotypic characterization of some lettuce cultivars (*lactuca sativa* l.) cultivated in Algeria. *Revue Agrobiologie, 10 (1), 1787-96*.

Lallouche, B., Boutekrabt, A., Hadjkouider, A., Riahi, L., Lamine, S., & Zoghlami, N., (2017). Use of physio-biochemical traits to evaluate the salt tolerance of five Opuntia species in the Algerian steppes. *Pakistan Journal of Botany, 49(3), 837-845*.

Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Casse-Delbart, F., (1995). Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures, 4(4), 263-273*.

Maas, E. V., (1986). Salt tolerance of plants. *Applied agricultural research, 1(1), 12-25*.

Mahjoubi, H., (2018). Nouvelle stratégie d'amélioration de la productivité végétale en condition de stress environnemental via un meilleur contrôle du cycle cellulaire (*Doctoral dissertation, Strasbourg*).

Mansour, M., (2013). Etude expérimentale et modélisation de l'oxydation sèche d'une poudre de nanoparticules de cuivre (*Doctoral dissertation, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne*).

Manzano, A. R., Nodals, A. A. R., Gutiérrez, M. I. R., Mayor, Z. F., & Alfonso, L. C. (2001). Morphological and isoenzyme variability of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) germplasm in Cuba. *Plant genetic resources newsletter, 31-40*.

Margara, J., & Phelouzat, R., (1984). Structure et ontogenèse des néoformations observées in vitro sur le pétale de *Begonia*× *elator*. *Canadian journal of botany*, 62(12), 2798-2803.

Misirlis, K., Voivontas, D., Manoli, E., Arampatzis, G., & Assimacopoulos, D., (2001). A tool for the design of desalination plants powered by renewable energies. *Desalination*, 133(2), 175-198.

Monjauze A., 1968.Répartition et écologie de *Pistacia Atlantica* Desf., en Algérie, Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Tome 56, p128.

Monjauze A.1980. Connaissance du bétoum *Pistacia Atlantica* Desf. Biologie et forêt. *Revue Forestière Française*, N 4 :p357-363.

Mouhajir, F., Pedersen, J. A., Rejdali, M., & Towers, G. H. N., (2001). Phenolics in Moroccan medicinal plant species as studied by electron spin resonance spectroscopy. *Pharmaceutical biology*, 39(5), 391-398.

Mujica, A., & Jacobsen, E. S., (2001). Genetic resources and breeding of the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Submitted Plant Genetic Resources Newsletter*.

Munns, R., (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment*, 16(1), 15-24.

Munns, R., (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), 239-250.

Munns, R., and Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681.

Munns, R., Schachtman, D. P., & Condon, A. G., (1995). The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. *Functional Plant Biology*, 22(4), 561-569.

Noble, C. L., & Rogers, M. E., (1992). Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. *Plant and soil*, 146(1), 99-107.

Olsen, M., & OMS, G., (1999). Prévention des mycotoxines et décontamination. *Étude de cas : Prévention des aflatoxines dans les pistaches.*

Oukabli, A., Laghezali, M., Mannouni, A., & Lahlou, M., Evaluation morphologique et pomologique de 42 génotypes locaux et étrangers de figuier *Ficus Carica* L.

Oukara, A., Nsiampa, N., Robbe, C., & Papy, A., (2014). Injury risk assessment of non-lethal projectile head impacts. *The open biomedical engineering journal*, 8, 75.

Ozenda, P., (1983). Flore du Sahara. 2e éd. CNRS, Paris.

Padulosi, S., (1996). Hulled Wheats: Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy (Vol. 4). *Bioversity International*.

Parida, A., Das, A. B., & Das, P., (2002). NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins, and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures. *Journal of Plant Biology*, 45(1), 28-36.

Partridge, T. R., & Wilson, J. B., (1987). Salt tolerance of salt marsh plants of Otago. *New Zealand journal of botany*, 25(4), 559-566.

Patrick, P., (1997). Des gènes à surveiller. *Biofutur*, 1997(164), 16-18.

Pesson, P., & Louveaux, J., (1984). Pollinisation et productions végétales *INRA*. 663pp.

Prado F.E., Boero C., Gallardo M., Gonzalez J.A., 2000. “Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. Seeds”, *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 41, pp. 27-34. *Prosopis*”. *Academic dissertation in microbiology. Helsinki. Thesis. 80p.*

Quezel, P., & Santa, S., (1962). New flora of Algeria and southern desert regions. *New flora of Algeria and southern desert regions.*

Rahneshan, Z., Nasibi, F., & Moghadam, A. A., (2018). Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. *Journal of plant interactions*, 13(1), 73-82.

Räsänen, L- A., (2002). Biotic and abiotic factors influencing the development of N₂-fixing symbioses between rhizobia and the woody legumes *Acacia* and *Prosopis*. *Academic dissertation in microbiology. Helsinki. Thesis. 80Pp.*

Rengasamy, P., (2006). World salinization with emphasis on Australia. *Journal of experimental botany*, 57(5), 1017-1023.

Rivero, R. M., Mestre, T. C., Mittler, R. O. N., Rubio, F., Garcia-Sanchez, F. R. A. N. C. I. S. C. O., & Martinez, V., (2014). The combined effect of salinity and heat reveals a specific physiological, biochemical and molecular response in tomato plants. *Plant, cell & environment*, 37(5), 1059-1073.

Rouskas, V. S. G. N., (1996). HiPeR-[^]: A High Performance Reservation Protocol with fook-ahead for *Broadcast WDM Networks*.

Sanchez-Vives, Wang, X. J., Liu, Y., M. V., & McCormick, D. A., (2003). Adaptation and temporal decorrelation by single neurons in the primary visual cortex. *Journal of neurophysiology*, 89(6), 3279-3293.

Sayar, R., Bchini, H., Mosbahi, M., & Ezzine, M., (2010). Effects of salt and drought stresses on germination, emergence and seedling growth of Durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Journal of Agricultural Research*, 5(15), 2008-2016.

Seigue, A., (1985). La campagne feux de forêts 1984. *Forêt Méditerranéenne*, 7(1), 81-84.

Serrar, M., Guedira, A., Lamhamedi, M. S., Satrani, B., Boulmane, M., & Douira, A., (2012). Valorisation des matières résiduelles et de la biomasse forestière au Maroc : Compostage et confection de substrats organiques pour la production de plants forestiers. *Nature & Technology*, (7), 87.

Smith, S. E., Al-Doss, A., & Warburton, M., (1991). Morphological and agronomic variation in North African and Arabian alfalfas. *Crop Science*, 31(5), 1159-1163.

Sofo, A., Dichio, B., Xiloyannis, C., & Masia, A., (2004). Lipoxygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive trees in response to drought stress. *Physiologia plantarum*, 121(1), 58-65.

Solar, G., Moscoso, M., & Espinosa, M. (1993). Rolling circle-replicating plasmids from Gram-positive and Gram-negative bacteria: a wall falls. *Molecular microbiology*, 8(5), 789-796.

Sterry, P. (2001). Toute la nature méditerranéenne : toute la faune et la flore en 1500 photographies. *Delachaux & Niestlé*.

Tal, M., & Shannon, M. C. (1983). Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: responses of *Lycopersicon esculentum*, *L. cheesmanii*, *L. peruvianum*, *Solanum pennellii* and F1 hybrids to high salinity. *Functional Plant Biology*, 10(1), 109-117.

Tavallali, V., Rahemi, M., & Panahi, B., (2008). Calcium induces salinity tolerance in pistachio rootstocks. *Fruits*, 63(5), 285-296.

Van der Moezel, P. G., Watson, L. E., Pearce-Pinto, G. V. N., & Bell, D. T., (1988). The response of six Eucalyptus species and Casuarina obesa to the combined effect of salinity and waterlogging. *Functional Plant Biology*, 15(3), 465-474.

Wang, Y., & Nii, N., (2000). Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in Amaranthus tricolor leaves during salt stress. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(6), 623-627.

Wu, H., Zhu, M., Shabala, L., Zhou, M., & Shabala, S., (2015). K⁺ retention in leaf mesophyll, an overlooked component of salinity tolerance mechanism: a case study for barley. *Journal of integrative plant biology*, 57(2), 171-185.

Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K., (2005). Organization of cis-acting regulatory elements in osmotic-and cold-stress-responsive promoters. *Trends in plant science*, 10(2), 88-94.

Zhang, L., Ma, H., Chen, T., Pen, J., Yu, S., & Zhao, X., (2014). Morphological and physiological responses of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plants to salinity. *PLoS One*, 9(11), e112807.

Zohary, M., (1973). Geobotanical foundations of the Middle East. *Fischer*.

Zohary, T., Robarts, R. D., (1987). Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration, and growth rates of bloom-forming cyanobacteria. *New Zealand journal of marine and freshwater research*, 21(3), 391-399.