

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Département Des Sciences Biologiques



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Présenté par : M^{elle} SELAMI Fatima Zohra

M^{elle} MEDDOUR Zineb

Thème

**Effet du stress salin sur la germination des graines de quelques
plantes spontanées sahariennes (*Retama retam*, *Genista saharae*
Asphodelus tenuifolius et *Oudneya africana*)**

Soutenu publiquement

Le : 31/05/2016

Devant le jury

Mme. OULED EL HADJ KHLIL A.	Professeur	Président	UKM Ouargla
Mr. CHAABENA A.	MA(A)	Examineur	UKM Ouargla
Mlle. TRABELSI H.	MC(B)	Promotrice	UKM Ouargla

Année universitaire : 2015/2016

Remerciements

Nous remercions avant tout ALLAH qui nous a donné la volonté et la force pour que nous puise achevé ce modeste travail.

Nous tiens à adresser nos sincères remerciements à Nos promotrice Mlle TRABELSI HAFIDA pour son encadrement et son soutien chaleureux qui nos ont permis de bien mener ce travail.

Nos vifs remerciements vont également à la présidente de jury Madame OULED EL HADJ KHLIL Amina, pour nos avoir accepté de présider ce jury, nous lui témoigner nos gratitudees et nos sympathies.

Nous avons aussi immense plaisir de remercier Mr. CHAABNA AHMAD d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Un remerciement particulier à Mme KACI SAFIA. Ingénieur de Laboratoire de bioressources sahariennes, et à Mme CHAOUCHE S.

Et aussi à CRSTRA Touggourt .

Tous les enseignants de la spécialité Biotechnologie végétale, le personnel laboratoire pédagogique

Grand remerciement pour l'équipe de la bibliothèque de la faculté.

A Toute notre promotion de Master Biotechnologie végétale 2015/2016.

Un grand merci à toutes les personnes qui se reconnaîtront et qui nos ont aidées et soutenue pour la réalisation de ce travail.

Nos vifs remerciements vont aussi à nos parentes dont l'encouragement patience ont été exemplaires.

✍ Zineb et Fatima

Liste des abréviations

TG	Taux de germination
TCG	Taux cumulé de germination
TQC	Taux quotidien de germination
TMG	Temps moyen de germination
NI	Nombre initial
NT	Nombre total

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Effet des prétraitements sur le taux de germination de deux espèces étudiées (à l'aide du test de Newman-Keuls (SNK) au seuil de 5%)	15
02	Effet des concentrations croissantes en NaCl sur le taux de germination des quatre espèces étudiées	17
03	Variation de Taux de germination finale en fonction de stress salin	19
04	Variation de Temps moyen de germination en fonction de la stress salin sur (Test de Newman-Keuls au seuil de 5%)	21

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Liste des espèces choisies avec zone et date de prélèvement	9
02	Solutions préparées	9
03	Durée de prétraitement par l'acide sulfurique pur (98%)	10
04	Température optimale de chaque espèces étudiées	11
05	Analyse de la variance des résultats de l'influence de prétraitements et de l'interaction ; espèce/prétraitements sur le taux de germination de deux espèces <i>Retama retam</i> , et <i>Genista saharae</i> .	16
06	Analyse de la variance des résultats de l'influence de la stress salin et de l'interaction ; espèce/concentration sur le taux de germination des espèces étudiées	20
07	Analyse de la variance des résultats de l'influence de la stress salin et de l'interaction ; espèce/concentration sur la vitesse de germination (TMG) des espèces étudiées	22

Liste des photos

N°	Titres	Page
01	les graines des quatre espèces étudiées : (1) <i>Retama retam</i> , (2) <i>Genista saharae</i> , (3) <i>Oudneya africana</i> , (4) <i>Asphodelus tenuifolius</i>	5
02	L'espèce <i>Retama retam</i>	6
03	plante de <i>Genista saharae</i>	7
04	plante de <i>Oudneya africana</i>	7
05	plante de <i>Asphodelus tenuifolius</i>	8
06	Mise en germination des graines au phytotron	11

Table des matières

Liste d'abréviation	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des photos	
Table des matières	
Introduction	1
Parti I : Synthèses bibliographiques	
Chapitre I Généralités sur la salinité	
I.1. Définition	3
I.2. Importance de la salinité	3
I.3. Définition de sols salés (sols halomorphes)	3
I.4. Définitions du stress	4
I.4.1. Catégories de stress	4
I.4.2. Stress salin	6
Chapitre II : Germination	
II.1. Définition	7
II.2. Morphologie et physiologie de la germination	7
II.2.1. Morphologie de la graine	7
II.2.2 Physiologie de la germination	7
II.3. Condition de la germination	7
II.3.1. Condition internes de la germination	7
II.3.2. Condition externes de la germination	7
II.3.2.1. L'eau	8
II.3.2.2. L'oxygène	8
II.3.2.3. La température	8
II.4. Types de germination	8
II.4.1. Germination épigée	8
II.4.2. Germination hypogée	8
II.5. Différent obstacles de la germination	9
II.5.1. Dormance embryonnaire	9
II.5.2. Inhibitions tégumentaires	9

II.5.3. Inhibitions chimiques	10
Chapitre III : Relation entre la salinité et la germination	
III.1. Effet de la salinité sur la germination	11
III.2. Conséquences de la salinité sur la plante	11
III.3. Effet de la salinité sur la croissance et le développement	11
III.4. Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante	12
III.5. Mécanismes d'adaptation à la salinité	12
III.5.1. Adaptations morphologiques	12
III.5.2. Adaptations anatomiques	13
Parti II : Matériel et méthodes	
1. Objectif	14
2. Choix des espèces	14
2.1. Matériels utilisés	14
2.2. Présentation des espèces étudiées	14
2.2.1. <i>Retama retam</i> (Forssk.) Webb	15
2.2.1.1. Description	15
2.2.1.2. Habitat	15
2.2.1.3. Répartition	15
2.2.1.4. Période de fructification	15
2.2.2. <i>Genista saharae</i> Coss.& Dur.	16
2.2.2.1. Description	16
2.2.2.2. Habitat	16
2.2.2.3. Répartition	16
2.2.2.4. Période de fructification	16
2.2.3. <i>Oudneya africana</i> R.Br.	16
2.2.3.1. Description	16
2.2.3.2. Habitat	17
2.2.3.3. Répartition	17
2.2.3.4. Période de fructification	17
2.2.4. <i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav.	17
2.2.4.1. Description	17
2.2.4.2. Habitat	17

2.2.4.3. Répartition	17
2.2.4.4. Période de fructification	17
3. Méthode d'étude	18
3.1. Collecte des échantillons	18
3.2. Préparation des solutions	18
3.3. Mise en germination des graines étudiées	19
3.3.1. Prétraitement des graines	19
3.3.2. Application du stress sur les graines	20
4. Mesure de germination	21
4.1. Taux de germination	21
4.1.1. Taux quotidien de germination	21
4.1.2. Taux cumulé de germination	21
4.2. Délai de germination	21
4.3. Vitesse de germination	22
5. Tests statistiques appliqués	22
Partie III : Résultats et Discussion	
1. Effet du prétraitement sur la germination des Fabaceae	23
2. Effets du stress salin sur la germination des espèces étudiées	24
2.1. Cinétique de germination	24
2.2. Effet de NaCl sur la germination	26
2.2.1. Effet de NaCl sur le Taux de germination	26
2.2.2. Effet de NaCl sur la vitesse de germination	28
Discussion	30
Conclusion	33
Références bibliographiques	34
Annexes	

Introduction

Introduction

La végétation des zones arides, en particulier celle du Sahara est très clairsemé, à aspect en général nu et désolé, les arbres sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables (OZENDA., 1983).

Dans les zones arides et semi- arides, la salinité des sols est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale (AL-KARAKI., 2000 ; BAATOUR et *al.*, 2004).

Les conditions climatiques de ces régions sont caractérisées par une faiblesse et une forte irrégularité des précipitations (MNIF et CHAIEB., 2004 ; REZGUI et *al.*, 2004), associées à une importante évaporation favorisant, l'accumulation des sels dans le sol (HAYEK et ABDELLY., 2004). La salinisation des sols a été estimé que 7% de la surface globale dans le monde est exposée à la salinité (MUNNS., 2002). L'Algérie se situe parmi les pays touchés, presque 3,2 millions d'hectares de la surface sont salins (HAMDY., 1999).

La salinité joue un rôle important dans l'existence et la distribution des plantes (ABDEL-KADER et SALEH., 2002) ; à la différence des glycophytes qui ne sont pas capables de supporter la présence de sel, les halophytes poussent mieux sur un sol riche en sel (CALU., 2006). Elles déclenchent des mécanismes de tolérance qui contribuent à l'adaptation au stress osmotique et ionique provoqué par la salinité élevée (LEE et *al.*, 2008).

Ces mécanismes permettant d'ajuster sa pression osmotique interne grâce aux électrolytes et aux solutés organiques (DRIOUICH et *al.*, 2001), principalement des sucres solubles et des acides aminés, comme la proline et la glycine bétaine (TAJI et *al.*, 2004 ; DENDEN et *al.*, 2005). Ils participent au maintien de la balance de la force osmotique pour conserver la turgescence nécessaire à la croissance et garder le volume cytosolique aussi élevé que possible (ZERRAD et *al.*, 2006).

Cependant, la graine étant le symbole du maintien des espèces dans les différents systèmes écologiques, elle constitue le moyen par lequel les individus expriment leur potentialité génétique (RICHARD et *al.*, 2010). La graine assure la reproduction des végétaux supérieurs. C'est le plus souvent un organe de résistance

Introduction

capable d'attendre très longtemps, à l'état pratiquement inerte, les conditions qui lui permettront d'entrer en activité et de donner naissance à une jeune plante; ce passage de la vie ralentie à la vie active, constitue la germination (CHAUSSAT et *al.*, 1975).

D'après CÔME (1970), une semence est considérée comme germée lorsque la radicule a percé les enveloppes ou, s'il s'agit d'un embryon nu, lorsque la radicule s'est visiblement allongée. Cette représentation de la germination (percée de la radicule) correspond à la phase finale de la germination.

Dans le cadre de cette approche et afin d'explorer l'effet de stress salin sur la germination des graines de quelques plantes spontanées du Sahara à intérêt multiples (écologique, pastoral, économique et médicinal) nous nous sommes intéressées à l'étude de la réponse germinative vis-à-vis le stress salin de quatre espèces étudiées (*Asphodelus tenuifolius*, *Genista saharea*, *Oudneya africana* et *Retama retam*).

*Synthèse
bibliographique*

I. Généralités sur la salinité**I.1. Définition**

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en Na, Ca, Mg sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (ASLOUM., 1990). Un sol salé indique la prédominance de NaCl.

La salinité des sols et des eaux, constitue un obstacle majeur sur la croissance des végétaux, dans les régions arides et semi-arides. La salinité est un facteur limitatif majeur de la productivité agricole, ces charges en sels soumettent les plantes à un stress permanent (GUPTA et ABROL., 1990).

I.2. Importance de la salinité

La teneur en sels est le critère le plus important pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. Cette teneur peut être exprimée en termes de conductivité électrique ou en ppm ou meq/l. La concentration totale est plus importante car la plupart des cultures répondent à la concentration ionique totale du milieu de croissance (effet osmotique) plutôt qu'à un ion spécifique. Généralement, une augmentation de la teneur en sels dans l'eau d'irrigation résultera dans une augmentation de la salinité de la solution du sol. La vitesse et le degré de cette augmentation dépendront de:

- Lessivage, c'est-à-dire la quantité d'eau apportée par irrigation ou par des pluies en besoins de la culture et l'efficacité du lessivage;
- La composition ionique de l'eau d'irrigation et la tendance de quelques ions, tels que Ca^{++} , HCO_3^- , SO_4^{--4} , à précipiter après l'extraction de l'eau du sol;
- Propriétés physiques du sol tel que l'infiltration, les caractéristiques hydriques et le drainage (ANTIPOLIS., 2003).

I.3. Définition de sols salés (sols halomorphes)

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique

(évaaporites), hydrogéologique (eaux souterraines) ou hydrologique (eaux marines) (GIRARD et *al.*, 2005).

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure. On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5 g/l (ROBERT., 1996). Selon CALVET (2003) un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 ds/m.

Génétiquement, les sols sont constitués par deux unités très différentes, les Sali sols, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexes. Les sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants (BOUTEYRE et LOYER., 2003).

I.4. Définitions du stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (HOPKINS., 2003).

Selon DUTUIT et *al* (1994), le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence.

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement. D'après JONES et *al* (1989): "C'est une force ou influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner".

Au niveau d'un écosystème par exemple, toute contrainte externe qui limite la productivité en deçà de la potentialité génétique d'une plante peut être considérée comme stress (GRIME., 1979).

I.4.1. Catégories de stress

Les plantes sont souvent confrontées à des conditions environnementales défavorables qu'on peut dénommer «stress » et qui ont pour conséquence une diminution de la croissance. Tous les stress impliquent des réactions de signalisations capables d'aboutir à la mise en place de défense ou de déclencher une mort cellulaire programmée.

On distingue deux grandes catégories de stress:

- Biotique: imposé par d'autres organismes (insectes, herbivores...).
- Abiotique: provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physico-chimique comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité...

Les stress abiotiques ou environnementaux affectent la croissance et le rendement des plantes, contrairement aux animaux qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables. Les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux chocs chimiques ou physiques, engendrés par l'environnement en contrôlant et en ajustant leur système métabolique.

On peut considérer que la notion de stress implique, d'une part, une déviation plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante ou de l'animal; et d'autre part une réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie, avec soit une adaptation à la nouvelle situation, soit à la limite dégradation menant à une issue fatale (LACLERC., 1999).

Pour survivre, la plante doit échapper ou éviter le stress. Nous citerons le cas des géophytes et des hémicryptophytes en hiver, grâce à leurs parties souterraines ou très proches du sol, également les thérophytes printanières qui évitent de pousser pendant la saison froide et la saison chaude (LACLERC., 1999).

Dans le cas du stress salin, la présence de fortes concentrations de sels dans le milieu crée une pression osmotique élevée dans l'environnement racinaire, réduisant la disponibilité de l'eau du sol pour la plante. A ce déficit hydrique s'associe un stress ionique dont l'ampleur dépend de la perméabilité des membranes végétales vis-à-

vis des ions, et du niveau de toxicité de ces ions pour l'espèce végétale considérée (HAMZA., 1980). Le maintien des processus vitaux dans ces conditions de forte salinité passe donc par une résistance de la plante à la déshydratation, par une adaptation de

son potentiel osmotique afin de rétablir les relations hydriques et d'assurer une alimentation en eau convenable, ainsi que par un contrôle efficace des flux ioniques intracellulaires (CHRETIEN., 1992).

I.4.2. Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (HOPKINS., 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (TREMBUN., 2000).

La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (LEVIGNERON et *al.*, 1995).

Ces mêmes auteurs précisent que, les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes:

- Le stress hydrique: une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol. Ce phénomène assure d'une part, la poursuite de l'absorption de l'eau du sol, et d'autre part, la rétention de l'eau intracellulaire et le maintien de la turgescence. Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et la perte de la turgescence.
- Le stress ionique: en dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique;
- Le stress nutritionnel: des concentrations salines trop fortes dans le milieu, provoquent une altération de la nutrition minérale, en particulier vis-à-vis des transporteurs ioniques cellulaires. Le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure avec le nitrate, le phosphore et le sulfate.

Chapitre II : Germination**II.1. Définition**

La germination est une période transitoire au cours de laquelle la graine qu'était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (DEYSSON, 1967).

La germination correspond au passage de l'état de vie ralentie à l'état de vie active, que les réserves qui jusque l'assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule (JEAM et al., 1998).

II.2. Morphologie et physiologie de la germination**II.2.1. Morphologie de la graine**

La graine s'imbibe d'eau et se gonfle, le tégument se fend et la radicule émerge et s'oriente vers le milieu (sol) selon un géotropisme (gravitropisme) positif. Puis, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut. Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (MEYER et al., 2004).

II.2.2 Physiologie de la germination

Au cours de la germination, la graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquies l'émergence nécessaire. La perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène. Les réserves de toute nature sont digérées (MICHEL., 1997).

II.3. Condition de la germination**II.3.1. Condition internes de la germination**

Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même, qu'elle doit être vivante, mure, apte à germer (non dormante) et saine (JEAM et al., 1998).

II.3.2. Condition externes de la germination

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, et la température (SOLTNER, 2007).

II.3.2.1. L'eau

Selon CHAUSSAT et al., (1975), La germination exige obligatoirement de l'eau, celle ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et le gonflement de leurs cellules, donc leur division (SOLTNER, 2007).

II.3.2.2. L'oxygène

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (SOLTNER, 2007). Selon MAZLIAK (1982), une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination.

D'après MEYER et al., (2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

II.3.2.3. La température

La température a deux actions ;Soit directe par l'augmentation de vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour la quelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (MAZLIAK,1982), soit indirect par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (CHAUSSAT et al., 1975).

II.4. Types de germination**II.4.1. Germination épigée**

La graine est soulevée hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyl qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons. Le premier entre-nœud donne l'épicotyl. Les premières feuilles, au dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales (AMMARI, 2011).

II.4.2. Germination hypogée

La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol (AMMARI, 2011).

II.5. Différent obstacles de la germination

Ce sont tous des phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon non dormant (ce qui donne naissance à la nouvelle plante et constitue la partie vivante et active de la semence) placé dans des conditions convenables (MAZLIAK, 1982).

L'inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, et/ou embryonnaire due à des substances chimiques associées aux graines, ou à une dormance complexe (BENSAID, 1985).

Des graines qui ne germent pas, quelles que soient les conditions de milieu, sont des graines dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit les téguments, on parle alors plutôt d'inhibitions tégumentaires, soit l'embryon, on parle alors de dormance au sens strict, soit les deux à la fois (SOLTNER, 2001).

II.5.1. Dormance embryonnaire

Dans ce cas les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances. L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire ». Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination on parle alors de « dormance secondaire » (CHAUSSAT et al., 1975)

II.5.2. Inhibitions tégumentaires

Les dormances tégumentaires peuvent provenir : d'une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des « graines dures » (SOLTNER, 2001).

La levée de l'inhibition tégumentaire des graines constitue un facteur adaptatif important pour la survie de l'espèce, puisqu'elle permet le maintien d'un stock de graine et leurs viabilité dans le sol.

D'après MAZLIAK (1982), les inhibitions tégumentaires peuvent être facilement définies par : les semences ont des enveloppes ;

- Totalement imperméable à l'eau.
- Les enveloppes séminales ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène.
- Des enveloppes trop résistants pour que l'embryon puisse les rompre.

II.5.3. Inhibitions chimiques

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles. Leur nature exacte reste généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (MAZLIAK, 1982).

III.1. Effet de la salinité sur la germination

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont: l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (ZID., 1982).

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement (BOUKACHABIA., 1993) et d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits, diminuent d'une façon importantes avec l'augmentation de la salinité.

D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'état physiologique de l'organe (ELMEKKAOUI., 1990).

III.2. Conséquences de la salinité sur la plante

Les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (LACHIHEB et *al.*, 2004).

Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (DEBEZ et *al.*, 2001).

III.3. Effet de la salinité sur la croissance et le développement

Le stress salin entraîne des modifications morphologiques, mais c'est le poids de la matière végétale sèche et la longueur des tiges qui rendent compte du milieu de la tolérance ou de sensibilité des plantes au sel (BEKHOUCHE., 1992).

Selon LEVIGNERON et *al* (1995), une augmentation brutale de la salinité du sol se traduit par une réduction immédiate de la croissance foliaire. Un retard de croissance important est signalé chez la plupart des glycophytes dès 50mM/l de NaCl dans la solution du sol. Par contre chez les halophytes leur croissance ne semble diminuer que pour des concentrations beaucoup plus élevées

Parmi les manifestations morphologiques des plantes au stress salin, on distingue:

- Une faible ramification, une diminution de la longueur de diamètre, du poids sec des tiges, racines constatés sur les tomates;
- Un raccourcissement des entre-nœuds et une diminution du nombre de nœuds;
- Une réduction du nombre de feuilles et de la surface foliaire (LARHER et *al.*, 1987).

III.4. Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante

Un excès de sel dans le protoplasme conduit à des modifications dans la balance ionique, des perturbations des enzymes, membranes et autres macromolécules. Ces perturbations entraînent une faible production d'énergie par la phosphorylation et la photo respiration, une assimilation de l'azote est perturbée, et un dérèglement de nombreuses voies métaboliques.

Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la photosynthèse, par effet du sel dans le stroma des chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. La glycolyse et le cercle de Krebs sont aussi affectés. L'acquisition de nutriments minéraux, comme le potassium, les nitrates ou le calcium est également réduite. La plante montre alors des signes de stress par la production d'anthocyanes ou la destruction de la chlorophylle. Si chez certaines halophytes, la croissance est stimulée par un apport modéré de sel, ce phénomène reste limité par un niveau de tolérance. Des stress extrêmes conduisent au nanisme et à l'inhibition de la croissance. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir fini leur croissance, et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite.

III.5. Mécanismes d'adaptation à la salinité

III.5.1. Adaptations morphologiques

La succulence, qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules constitutives des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes. La succulence des cellules foliaires augmente, se traduisant par une augmentation de l'épaisseur des feuilles sont l'une des modifications qui apparaît de

façon plus importante chez les espèces les plus tolérantes. On note de plus la réduction de la surface foliaire (RAACHE et KARBOUSSA., 2004).

III.5.2. Adaptations anatomiques

Des modifications anatomiques apparaissent au niveau des différents organes lors d'un stress salin. Selon POLJAKOFF-MAYBER (1975), on observe des modifications du cortex qui, chez les halophytes est constitué de deux à trois couches de cellules seulement, ainsi qu'une diminution du diamètre de la stèle au niveau des racines du blé et chez la tige de la tomate, où le cortex devient épais alors que le nombre de vaisseaux conducteurs diminue.

D'autres modifications s'observent sous l'effet de la salinité comme la raréfaction des stomates, la présence de tissus de soutien et l'abondance du parenchyme aquifère (DJEGHBALA., 2005).

Certaines plantes peuvent développer différentes stratégies qui leur permettent de réguler les concentrations internes en ions. Lors d'un stress salin, les halophytes sont capables de compartimenter les ions Na^+ et Cl^- au niveau vacuolaire. Certaines halophytes possèdent des structures spécialisées, appelées « glandes à sel », constituées d'une à plusieurs cellules, sont souvent protégées par une mince cuticule perforée de pores, situées au niveau des cellules épidermiques des feuilles et des tiges, ayant pour rôle d'excréter le sel, lorsque la charge minérale des tissus est excessive (THOMSON., 1975).

*Matériel et
méthodes*

I.1. Objectif

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de stress salin (la tolérance à la salinité) sur la germination des graines de quelques plantes spontanées du Sahara septentrional algérien.

I.2. Choix des espèces

Nous avons choisi dans notre étude 04 espèces végétales selon la disponibilité de leurs graines sur terrain.

I.2.1. Matériels utilisés

Les tests de germination ont été faits sur les graines de 4 espèces spontanées à intérêts multiples (médicinal, économique et écologique.), à savoir *Retama retam* , *Genista saharae* , *Oudneya africana* et *Asphodelus tenuifolius* provenant des parcours sahariens.



Photo 1 : Graines des quatre espèces étudiées : (1) *Retama retam*, (2) *Genista saharae*, (3) *Oudneya africana*, (4) *Asphodelus tenuifolius*.

I.2.2. Présentation des espèces étudiées

Les quatre espèces retenues dans cette étude sont très communes dans le Sahara algérien. Leurs noms scientifiques sont écrits conformément à la clé d'identification Flore du Sahara (OZENDA., 1991).

I.2.2.1. *Retama retam* (Forssk.) Webb

I.2.2.1.1. Description

Arbrisseau à longs rameaux pouvant dépasser les trois mètres de haut, soyeux, à fond jaunâtre. Rameaux fortement sillonnés en long. Feuilles inférieures trifoliolées, les autres simples, toutes très caduques. Fleurs blanches en petites grappes latérales le long des rameaux. Gousses ovoïdes aigues, terminées en bec (OZANDA., 1991).



Photo 2: L'espèce *Retama retam*

I.2.2.1.2. Habitat

En pieds isolés ou colonisant de très grandes surfaces dans les dépressions, les lits d'oued et les zones sableuses (CHEHMA., 2006).

I.2.2.1.3. Répartition

Commun dans tout le Sahara septentrional.

I.2.2.1.4. Période de fructification

En janvier- février (CHEHMA., 2006).

I.2.2.2. *Genista saharae* Coss.& Dur.**I.2.2.2.1. Description**

Arbuste de 1 à 2 mètres de haut, à longs rameaux . Feuilles unifoliées, étroites, très caduques. Fleurs jaunes espacées le long des rameaux. Gousses longues pendantes, à paroi parcheminée (CHEHMA., 2006).

I.2.2.2.2. Habitat

Terrains sableux, dans des dépressions et lits d'oued.



CHEHMA A, 2006

Photo3 : L'espèce *Genista saharae***I.2.2.2.3. Répartition**

Commun au Sahara septentrional, manque au Sahara central. Endémique saharien.

I.2.2.2.4. Période de fructification

En février- mars (CHEHMA., 2006).

I.2.2.3. *Oudneya africana* R.Br.**I.2.2.3.1. Description**

Plante vivace en buisson rameux, pouvant atteindre 1 mètre de haut. Feuilles entières en spatule, un peu charnues. Fleurs cylindrique étroit.

Plante pérenne, ligneuse, en période chaude, qui régénèrera dès que les conditions seraient favorat



Meddour et Selami, 2016

Photo4 : L'espèce *Oudneya africana*

I.2.2.3.2.Habitat

Rencontrée dans les zones sableuses, plusieurs pieds, à coté des herbes du genre *Stipagrostis*.

I.2.2.3.3.Répartition

Sahara septentrional.

I.2.2.3.4.Période de fructification

En mars avril (CHEHMA., 2006).

I.2.2.4. *Asphodelus tenuifolius* Cav.**I.2.2.4.1.Description**

Plante annuelle de 10à 30 cm .Feuilles cylindriques, creuses, de couleur vert vif, prenant naissance à la base. Longues hampes ramifiées dressées portant des fleurs blanches à pédoncule dressé.

**I.2.2.4.2. Habitat**

Après les pluies, en pieds isolés ou en petites colonies dans sur les sols rocailleux, dans les lits d'oued et dépressions ensablées.

I.2.2.4.3. Répartition

Assez commun dans tout le Sahara.

I.2.2.4.4. Période de fructification

En mars-avril (CHEHMA., 2006).

Photo 5 : L'espèce *Asphodelus tenuifolius*

I.3. Méthodes d'étude

I.3.1. Collecte des échantillons

La collecte des graines a été faite, sur terrain, directement des plantes de différents individus. Elles ont été conservées dans des sacs en papier, munis d'une étiquette avec le nom de l'espèce, la provenance et la date de collecte (tableau 1).

Tableau 01 : Liste des espèces choisies avec zone et date de prélèvement

Famille	Nom scientifique	Nom Vernaculaire	Date de récolte	Provenance
Brassicaceae	<i>Oudneya africana</i>	Henat l'ibel ()	3/05/2014	Hassi Ben Abdellah
Fabaceae	<i>Genista saharae</i>	Merkh ()	01/05/2014	Taybat
	<i>Retama retam</i>	Rtem ()	15/05/2015	Touggourt
Liliaceae	<i>Asphodulus tenuifolius</i>	Tazia (الطازية)	20/03/2014	Sebseb

I.3.2. Préparation des solutions

Afin d'appliquer le stress salin sur la germination des graines, nous avons préparé 6 différentes solutions, avec le témoin (l'eau distillé) (Tableau 2).

Tableau 02 : Solutions préparées

Traitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Traitements salin NaCl (g /l)	0	3	6	9	12	15	18
Traitements salin NaCl(mM/l)	0	50	100	150	200	250	300

I.3.3. Mise en germination des graines étudiées

I. 3.3.1. Prétraitement des graines

L'inaptitude à la germination de certaines graines peut être due à l'action séparée ou simultanée d'inhibition tégumentaire, embryonnaire (dormance) ou de substances chimiques associées. On lève ces inhibitions par des traitements spécifiques appelés prétraitements. Les graines de l'espèce *Retama retam* et *Genista saharae* présentent une inhibition tégumentaire (NEFFATI et AKRIMI.,1996). Cette inhibition induite par la dureté des téguments et leur imperméabilité à l'eau, elle a été mentionnée chez les espèces de la famille des Fabaceae, cette inhibition tégumentaire est levée par des prétraitements (scarification naturelle ou artificielle du tégument) pour permettre l'imbibition et la germination des graines (JAOUADI et al., 2010).

Afin de lever l'inhibition tégumentaire des graines, nous avons procédé à un prétraitement à l'acide sulfurique pur (98%) selon deux différentes durées de trempage pour les deux espèces *Retama retam*, et *Genista saharae* (Tableau3).

Après ce prétraitement, les graines ont été lavées plusieurs fois à l'eau distillée, puis mises en germination à 25°C et à l'obscurité dans des boîtes de pétri contenant deux couches de papier filtre et imbibée par 4mL de l'eau distillée.

Tableau 3 : Durée de prétraitement par l'acide sulfurique pur (98%)

Espèces	Prétraitement			Espèces	Prétraitement		
	T0	T1	T2		T0	T1	T2
<i>Retama retam</i>	Aucun traitement	2h30min	3h	<i>Genista saharae</i>	Aucun traitement	30min	1h

I.3.3.2. Application des stress sur les graines

Après avoir identifié le prétraitement à l'acide sulfurique comme étant le meilleur pour lever l'inhibition tégumentaire, nous l'avons utilisé dans tous nos essais ultérieurs.

Les graines de quatre espèces ont été désinfectées à l'eau de javèle à 5% pendant 2 min, puis rincées à l'eau distillée trois fois (5min), ensuite mises à germer à l'obscurité, dans des boîtes de Pétri en verre sur double couches de papier filtre avec quatre répétitions de chaque espèce (témoin) et aussi quatre répétitions pour chaque solution, à raison de 25 graines par boîtes.

Dans le cas des essais relatifs à l'influence de la salinité, les graines ont été imbibées avec 4ml des solutions correspondant à différentes concentrations de NaCl. Nous avons imbibé le papier filtre des boîtes de pétri (photo 6) par les solutions des différentes concentrations de NaCl (0, 3, 6, 9, 12, 15 et 18 g/L). La durée du test a été fixée à la période de germination selon la stabilité des graines germées après le 8^{ème} jours. Les boîtes ont été ensuite placées dans un phytotron à une température optimale qui est testé à partir des teste préliminaire, donc pour chaque espèce leur température optimale (Tableau 04); l'observation a été faite chaque 2 jour avec imbibition au besoin.

Tableau 04 : Température optimale de chaque espèce étudiée

Espèces étudiées	<i>Retama retam</i>	<i>Genista saharae</i>	<i>Oudneya africana</i>	<i>Asphodelus tenuifolius</i>
Température optimale	25°C	15°C	20°C	15°C



Photo6 : Mise en germination des graines au phytotron

I.4. Mesure de germination

Les paramètres étudiés à la fin de l'expérience sont:

I.4.1. Taux de germination

Le taux de germination est déterminé à partir du nombre total des graines mises en germination et le nombre des graines germées (AHOTON *et al.*, 2009).

I.4.1.1. Taux quotidien de germination

$$\text{TQG\%} = \frac{\text{Nombre de graine germées quotidiennement} * 100}{\text{Nombre total de graines testées}}$$

Le pourcentage de la germination quotidienne dans les conditions de l'expérimentation est la cinétique d'évolution de la germination, obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de la germination et des traitements subis par la semence (BELKHOUDJA et BIDAI., 2004).

I.4.1.2. Taux cumulé de germination

Le taux de germination (TG%) qui exprime le taux de semences capable de germer dans des conditions bien définies $\text{TCG\%} = \frac{NI * 100}{NT}$

I.4.2. Délai de germination

Le délai d'attente ou le délai de germination est le temps écoulé entre le semis et la première germination (AHOTON., 2009).

I.4.3. Vitesse de germination

La vitesse de germination peut s'exprimer par la durée médiane de germination (SCOTT et *al.*, 1984) ou par le temps moyen de germination (le temps au bout duquel on atteint 50% des graines germées) (COME., 1970).

La vitesse ou temps de germination : c'est le temps moyen de germination (T.M.G. en jours) qui représente l'inverse x 100 du coefficient de KOTOWSKI(CV).

Le temps moyen de germination, s'exprime de la façon suivante :

$$\text{TMG} = 1 / \text{CV} \times 100 \quad \text{CV} = n / (n \cdot j_n) \times 100 \text{ où}$$

n : le nombre des semences germées au temps T1;

j : jour ;

j_n : nombre de jour après l'ensemencement.

Cette formule donne le temps moyen (TMG) des graines étudiées et représente l'inverse X 100 du coefficient de vélocité de KOTOWSKI (1926). Généralement le CV augmente avec le nombre de graines germées dans un temps de germination plus court.

I.5. Tests statistiques appliqués

Nous avons fait une analyse de la variance (ANOVA) par XLSTAT (2014) dans le but à déterminer s'il existe une différence significative entre les différents traitements, autrement dit voir l'efficacité de l'effet de stress sur le taux de germination en comparaison avec le témoin.

Résultats et discussion

II.1. Effet du prétraitement sur la germination des Fabaceae

Les résultats obtenus concernant le meilleur taux de germination selon les différentes durées de trempage dans l'acide sulfurique pur (98%) pour les deux espèces étudiées soit (*Retama retam*, et *Genista saharae*) à 25°C apparaissent dans la figure (01)

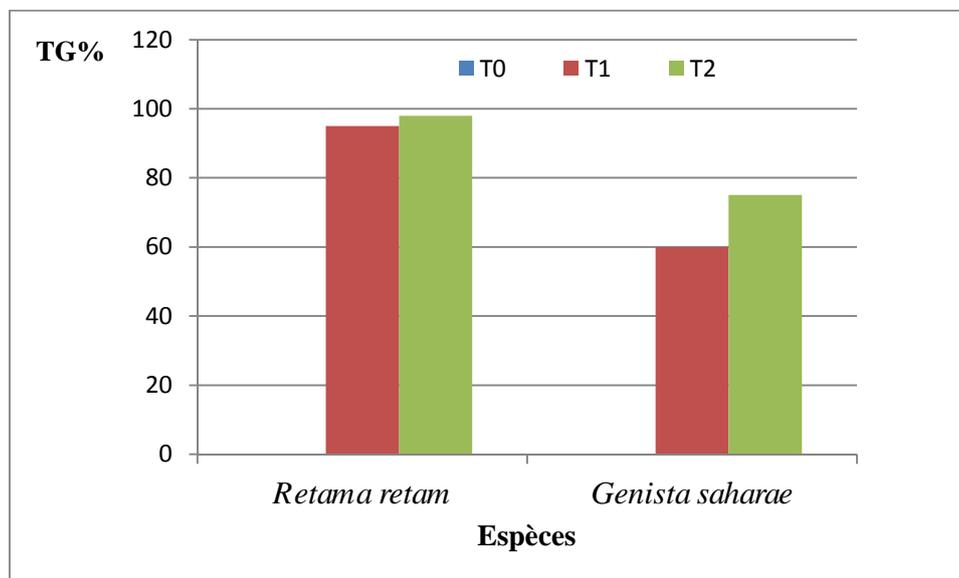


Figure 01 : Effet des prétraitements sur le taux de germination de deux espèces étudiées

La figure (01) illustrant les variations de taux de germination en fonction deux différentes durées de trempage dans l'acide sulfurique pour chaque espèce de la famille Fabaceae.

Pour les graines sans traitement (T0) le taux de germination est nul chez les deux espèces (*Retama retam* et *Genista saharae*).

Pour le T1 (2h30min de trempage), le taux de germination de l'espèce *Retama retam* est de 95%, chez l'espèce *Genista saharae* le taux de germination pour le T1 (30min de trempage) est de 60% et pour le T2 chez *Retama retam* (Pendant 3h) un taux de germination atteint 98%, alors que chez *Genista saharae* le trempage pendant 1h donne un TG% 77%.

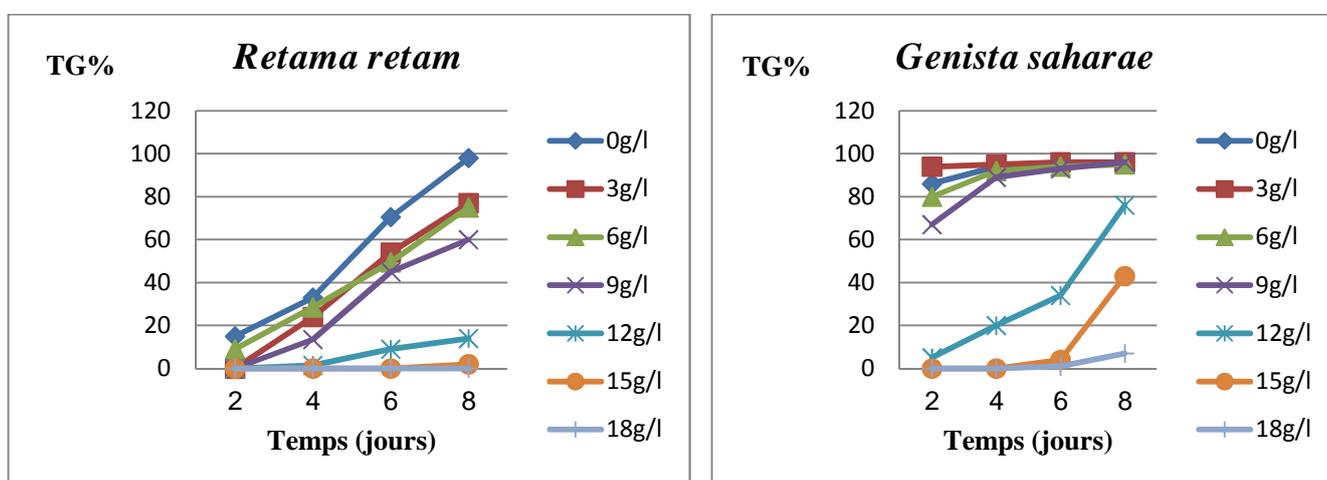
Nos résultats correspondent ceux de JAOUADI *et al.* (2010) qui ont montré que les téguments des graines ont une structure anatomique typique des Fabaceae qui se traduit par une forte inhibition tégumentaire de la germination. Cela implique qu'une scarification Naturelle ou artificielle du tégument est nécessaire pour permettre l'imbibition et la germination des graines.

La scarification par l'acide sulfurique permet d'avoir un démarrage plus rapide de la germination et des taux de germination plus élevés chez *Retama retam* (3h), et *Genista saharae* (1h), en effet nous avons pris en considération ces deux prétraitements appropriés afin d'appliquer le stress salin.

II.2. Effets du stress salin sur la germination des espèces étudiées

II.2.1. Cinétique de germination

Les résultats des taux de germination des graines de différentes espèces étudiées en fonction du temps (jours) durant la durée expérimentale varient selon la concentration en NaCl (figure, 02).



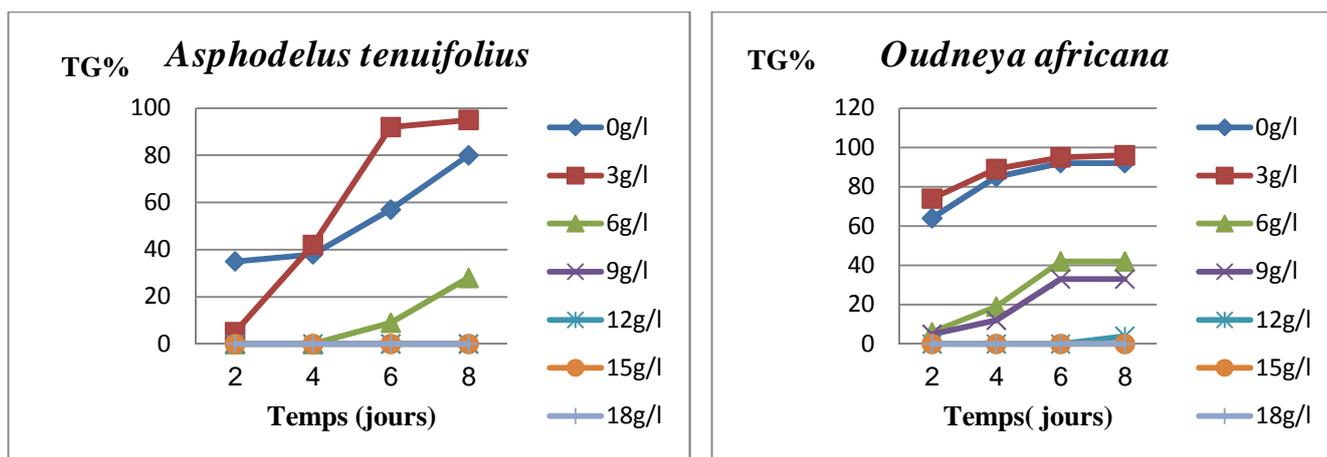


Figure 02: Effet des concentrations croissantes en NaCl sur le taux de germination des quatre espèces étudiées.

Les données de la figure 02 montrent que la cinétique de la germination des graines est décroissante sous l'effet des concentrations croissantes en NaCl.

Nous remarquons que le taux de germination des graines est beaucoup plus élevé chez le témoin et en présence de faibles concentrations en sel (NaCl) (3g/l) qu'en présence des fortes concentrations en sel, il est décroissant et nul.

L'examen de figure (2) montre que le meilleur taux de germination de l'espèce *Retama retam* est 98% pour le témoin alors que pour le stress salin ce dernier est réduit graduellement selon les concentrations : 3, 6 et 9g/l (77%, 75% et 60% respectivement) et nul pour la concentration 18g/l.

Mais chez l'espèce *Genista saharae* le taux de germination est fortement élevé pour les quatre premiers traitements (0g/l, 3g/l, 6g/l et 9g/l de NaCl) soit (96%, 96%, 95%, 96% respectivement) et diminue graduellement selon les concentrations 12, 15 et 18g/l soit (76%, 43% et 7% respectivement).

chez l'espèce *Asphodelus tenuifolius* le taux de germination est élevé pour le deuxième traitement (3g/l de NaCl) (95%) par rapport au témoin (T0) qui atteint (80%), alors qu'il diminue à partir de la concentration (6g/l) soit (28%), et est complètement nul chez le reste des concentrations (9, 12, 15 et 18g/l).

Chez l'espèce *Oudneya africana* le taux de germination est sensiblement identique entre le deuxième traitement (3g/l de NaCl) soit (96%) et le témoin (92%). Il diminue à

partir de 6 et 9g/l) soient (42%, 33% respectivement), alors qu'il est complètement nul chez le reste des concentrations (12,15 et 18g/l).

Le délai de germination augmente avec l'augmentation de la salinité. On note, chez les deux espèces *Genista saharae* et *Oudneya africana*, aucun retard par rapport au témoin reste stable (2 jours pour la concentration 3g/l). Mais chez *Retama retam*, *Asphodelus tenuifolius*, un retard par rapport au témoin de 2 à 4 jours pour les concentrations (3 et 6g/l) de NaCl.

II.2.2. Effet de NaCl sur la germination

II.2.2.1. Effet de NaCl sur le Taux de germination

Dans le but de mieux cerner l'effet de la salinité sur la germination des espèces étudiées, on a exprimé les résultats de l'effet de stress salin sur le taux cumulé de germination (Figure 03).

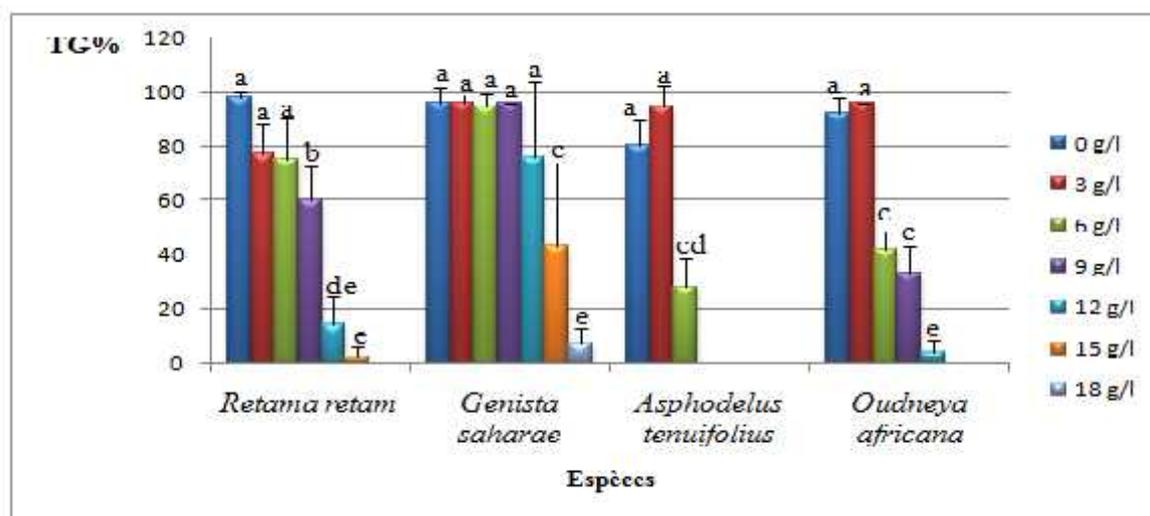


Figure 03 : Variation de Taux de germination final en fonction du stress salin (Test de Newman-Keuls au seuil de 5%)

L'examen de la Figure (03) montre que le Taux cumulé de germination des quatre espèces étudiées sous l'effet des différentes concentrations en NaCl. Le taux de germination est maximal lorsque les graines sont imbibées à l'eau distillée chez l'espèce *Retama retam*, dans ce cas, le TG est de 98 %, pour *Genista saharae* lorsque imbibition à l'eau distillée et les solutions de 3,6,9 g/l ; le TG est de 96% , 95% chez *Asphodelus tenuifolius* et 96% chez *Oudneya africana* lorsque l'imbibition par la solution de 3g/l.

Tandis que les concentrations croissantes de NaCl provoque une diminution graduelle de taux de germination des espèces étudiées par rapport au témoin, pour les graines deux espèces *Asphodulus tenuifolius* et *Oudneya africana*, nous observons une diminution remarquable de taux de germination et elle devient nulle à partir du 12g/l en NaCl avec la similarité de deux concentration (témoin,3g/l) (le même groupe homogène « a »).

Chez les graines de l'espèce *Retama retam*, le taux de germination diminue graduellement puis chute remarquable à la dernière concentration (18g/l) avec la similarité entre les trois concentration (0,3,6g/l) (le même groupe homogène « a »). Alors que pour les graines de l'espèce *Genista saharae* résiste aux concentrations 3, 6, 9 jusqu'à 18g/l de NaCl avec la similarité entre les cinq concentration (0,3,6,9,12g/l) (le même groupe homogène « a »)..

Pour confirmer l'effet de stress salin sur le taux de germination et nous avons procédé à l'analyse de la variance de l'effet de stress salin sur le taux de germination des différentes espèces étudiées qui apparue dans le Tableau (06) .

Tableau (06) : Analyse de la variance des résultats de l'influence de stress salin sur le taux de germination des espèces étudiées (du test de Newman- Keuls (SNK) au seuil de 5%).

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Species	0	0,000			
Concentration of NaCl	6	771,429	128,571	42,188	< 0,0001
Species *Concentration of NaCl	21	536,000	25,524	8,375	< 0,0001

Ce tableau de l'analyse de la variance (tableau 06) montre un effet très hautement significatif des deux facteurs (espèce et concentration) sur le taux de germination ce qui

signifie qu'il y a une réponse germinative différente entre les différents traitements de NaCl.

Pour les quatre espèces, l'effet de salinité sur le taux de germination n'est pas significatif alors que chez d'autres espèces il est significatif à une certaine concentration. A cet effet chez l'espèce *Retama retam* on observe qu'une différence hautement significative marquée à partir de la concentration (9g/l) jusqu'à (18g/l).

Chez l'espèce *Genista saharae* on observe qu'une différence est aussi hautement significative marquée de 15 à 18g/l.

Pour les deux espèces *Asphodelus tenuifolius* et *Oudneya africana* la différence très hautement significative est observée de la concentration 6g/l jusqu'à 18g/l (Annexe 03).

II.2.2.2. Effet de NaCl sur la vitesse de germination

Dans le but de mieux cerner l'effet de la salinité sur la germination de ces espèces, on a exprimé les résultats d'effet de stress salin sur le temps moyen de germination (TMG) (Figure 04).

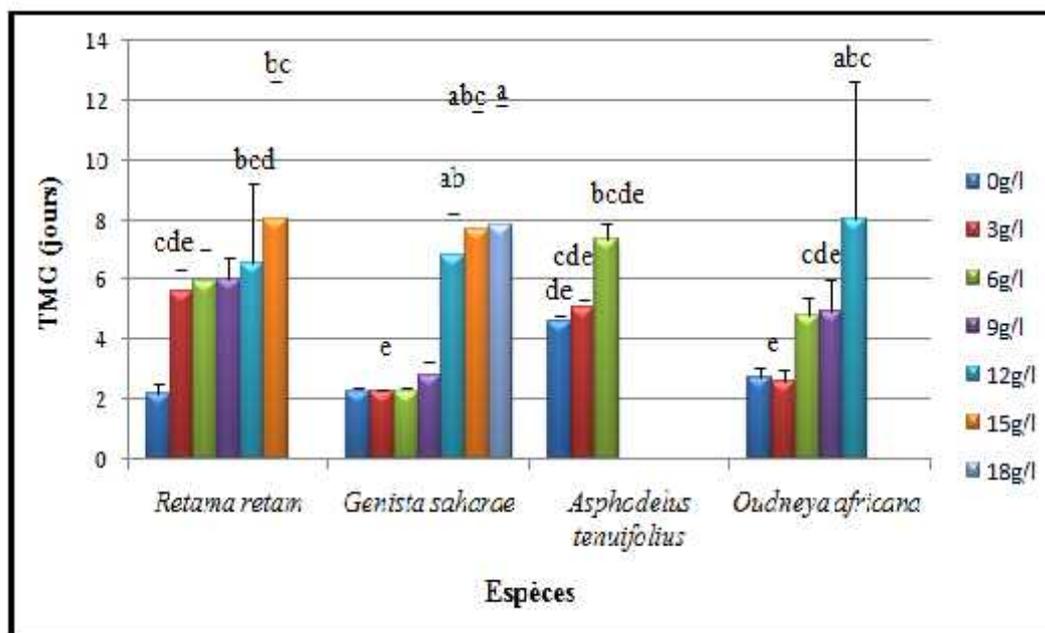


Figure 04 : Variation de la vitesse de germination en fonction du stress salin sur (Test de Newman-Keuls au seuil de 5%)

La figure 04 explique la variation de la vitesse de germination en fonction de stress salin sur les quatre espèces étudiées. Le temps moyen de la germination n'a été affecté que très peu par la faible dose de sel par rapport au témoin.

L'augmentation de la salinité de provoque un ralentissement significatif de temps moyen de germination ($P < 0.001$) (tableau 07). Ce retard est, en effet, de l'ordre de 4 jours à la concentration 3g/l. chez *Retama retam* et chez *Genista saharae* est de 5 à 6 jours à (15,18g/l), pour *Asphodelus tenuifolius* est de 3 jours à la concentration 3g/l et de 7 jours à la concentration 6g/l. *Oudneya africana* est de 3 jours à la concentration 6 g/l et 9g/l, et de 4 jours à la concentration 12g/l.

Tableau (07) : Analyse de la variance des résultats de l'influence de stress salin sur le temps moyen de germination (TMG) des espèces étudiées (Test de Newman-Keuls au seuil de 5%)

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Species	0	0,000			
Concentration of NaCl	6	120,651	20,108	6,421	< 0,0001
Species * Concentration of NaCl	21	509,833	24,278	7,752	< 0,0001

Le temps moyen de germination s'allonge en fonction du stress salin. Il n'a été affecté que très peu par la faible concentration de sel.

L'augmentation de la salinité de 3 à 18g/l provoque un ralentissement significatif de la vitesse de germination ($P < 0.0001$).

Discussion

Les graines de *Retama retam* et *Genista saharea* étudiées présentent également des comportements variés vis-à-vis des différentes durées de traitement chimique au moment de leur germination. L'effet du traitement est hautement significatif sur le taux et le temps moyen de germination. Les résultats obtenus mettent en évidence l'effet traitement qui a un rôle très important pour la germination des graines.

L'immersion, pendant une heure, des semences de *Genista saharea* dans l'acide sulfurique pur permet d'obtenir le plus fort taux de germination (77%). Bien que l'immersion pendant 3h des graines de *Retama retam* permet d'obtenir un taux atteignant 95%. L'efficacité de l'acide sulfurique pour lever l'inhibition tégumentaire des espèces de la familles des Fabaceae avait été démontrée par plusieurs auteurs (VORA., 1989 ; DANTHU et al.,1996 ; HATIMI et al.,1997 et CHALABI, 2008) qui ont montrés que le trempage des graines des Fabaceae dans l'eau, n'est d'aucune efficacité pour lever l'inhibition tégumentaire, le traitement le plus efficace est la scarification à l'acide sulfurique concentrée, permet d'obtenir un fort taux de germination.

Nos résultats montrent que la germination des graines des espèces étudiées (*Genista saharae*, *Oudneya africana* , *Retama retam* et *Asphodelus tenuifolius*) sont inhibées quand les concentrations de sel en NaCl de la solution d'imbibition sont abaissés, nos résultats sont en accord avec les résultats de plusieurs études antérieures comme (REJILI et al.,2006 et NEFFATI., 1994).

Une différence significative de sensibilité à la salinité existe entre les quatre espèces étudiées. Ce comportement classique, aussi bien chez les glycophytes que chez les halophytes, est une caractéristique générale de toutes les espèces.

En effet, CHAOUCH KHOUANE et BOUKHETTA (2015) ont montré que les espèce *Zygophyllum album*, *Peganum harmala* et *Helianthemum lippii* sont sensibles à la présence de NaCl (jusqu'à 9g/l pour les deux espèces *Zygophyllum album*, *Peganum harmala* et jusqu'à 18g/l pour l'espèce *Helianthemum lippii*), et leur réponse en phase germinative est plus élevée en absence du sel.

Le résultat de REJILI et al. (2006) et NEFFATI (1994) ont aussi démontré que l'espèce *Lotus creticus* de la famille Fabaceae est capable de germer à des taux supérieurs

ou égaux à 50% des témoins jusqu'à des concentrations en NaCl de 9 g/l, cela rejoint nos résultats pour l'espèce *Genista saharae* qui tolère la salinité jusqu'à 9g/l.

La réponse à la salinité peut être alors déduite : les semences de *Genista saharea* tolèrent la salinité jusqu'à 15 g/l avec un taux de germination de 43%. Tandis que la réponse à la salinité était très faible chez les trois espèces, à savoir *Asphodelus tenuifolius*, *Oudneya africana* et *Retama retam*, nous pouvons déduire que la germination de *Genista saharea* est moins perturbée par la présence du sel, en plus, le taux de germination n'est pas affecté par des concentrations salines de 15 g/l. L'effet de NaCl sur le comportement germinatif *Genista saharea* se traduit par une augmentation du temps de latence et une diminution de la vitesse et du taux de germination.

L'examen des résultats obtenus permet de classer les graines de nos espèces selon leur sensibilité au sel en 03 groupes :

- **graines sensible:** Il s'agit de, *Asphodelus tenuifolius* et *Oudneya africana*, la concentration de NaCl inférieure à 6g/l permet d'obtenir un taux de germination supérieure à 50% du celle du témoin.
- **graines tolérante :** Il s'agit de l'espèce *Retama retam*, elle s'est avérée l'espèce tolérante au sel en phase germinative puisque la concentration de NaCl inférieur à 9g/l permet un taux de germination >50% de celle du témoin.
- **graines résistante :** Il s'agit de l'espèce *Genista saharae*, elle résiste au sel jusqu'à la concentration 12g/l, puisque son taux de germination est supérieur à 50% de celle du témoin.

L'inhibition de la germination des espèces en milieu salé est provoquée soit par la toxicité spécifique des ions soit par l'effet osmotique du sel. Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber les quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation nécessaire au déclenchement du processus de germination. Ils conduisent à une diminution de la vitesse de germination (REJILI et al., 2006).

Les effets toxiques, liés à une accumulation cellulaire de sels et provoquant des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en

germination (UNGAR, 1982), empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de taux de germination (REJILI *et al.*, 2006).

A partir nos résultat on peut remarquer une relation entre la tolérance à la salinité au moment de la germination et l'écologie de chaque espèce. Dans ce sens, NEFFATI (1994) signale que la connaissance de la tolérance de la salinité au moment de la germination est une information utile mais non suffisante pour expliquer la distribution des espèces et leur développement dans les milieux salés.

Finalement, il y a lieu de signaler que ce classement doit tenir compte le stade du développement de la plante car il a été démontré qu'une espèce peut être sensible à un stade et tolérante à un autre et que le mécanisme de tolérance nécessite une réelle adaptation des majeures parties de la plante ou bien de leurs tissus sinon de leurs cellules (REJILI *et al.*, 2006).

Conclusion

Conclusion

En guise de conclusion, on peut dire que l'étude du comportement germinatif de quatre espèces autochtones (*Retama retam*, *Genista saharea*, *Asphodelus tenuifolius* et *Oudneya africana*) du Sahara en condition de stress salin (stress thermique, salin et hydrique), ont permis d'obtenir les principaux résultats suivants :

- Les graines des deux Fabaceae (*Genista saharea*, *Retama retam*) sont caractérisées par une inhibition tégumentaire qui a été levée par le trempage dans l'acide sulfurique pur pendant une heure pour la première et 3 heures pour la deuxième. Ce dernier améliore significativement le taux de germination. Une telle inhibition constitue une stratégie adaptative aux conditions contraignantes du milieu aride.

-L'étude de l'effet du stress salin a révélé que l'élévation de la concentration du chlorure de sodium NaCl provoque une diminution de taux et de temps moyen de germination à des fortes doses chez les quatre espèces étudiées.

L'examen des données permet de classer les graines de nos espèces étudiées selon leur sensibilité à l'effet du sel en phase germinative en trois groupes :

- Graines sensibles : *Asphodelus tenuifolius* et *Oudneya africana* .
- Graines tolérante : *Retama retam*.
- Graines résistante : *Genista saharae* .

Notre travail n'est qu'une introduction à la recherche de la réponse des graines des plantes spontanées au stress salin au stade de germination, pour arriver à cet objectif il est indispensable de faire des études plus complètes, il serait indispensable

-D'expérimenter les effets de stress salin sur d'autres stades (stade de croissance)

-D'étudier la réponse de germination de ces espèces face au stress salin avec d'autres intervalle des concentrations

-D'étudier la réponse de germination des espèces appartenant à la même famille pour faciliter la comparaison.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **ABDEL-KADER D.Z., SALEH A.A.H.(2002).** Protection induced by external Ca⁺⁺ application on praline accumulation, ion balance , photosynthetic pigment, ABA concentration and protein of mustard seedlings (*Sinapis alba* L.) under salinity stress. 6Egyptian Journal of Biology, Vol.4.P 14-22. Agricultures.4 (4): 263-273.
- **AHOTON, L.E., J.B. ADJAKPA, M. M'PO IFONTI et E.L. AKPO. (2009).** Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub., (Césalpiniacées). Tropicultura 27(4).P 233-238.
- **AL-KARAKI.(2000).** Growth, water use efficiency, and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. Journal of plant Nutrition,Vol.23.P 1-8.
- **ANTIPOLIS S. (2003).** Les cahiers du plan bleu 2. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens Etude bibliographique.71 P.
- **ASLOUM H. (1990).** Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicum esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis: 24- 32.
- **BAATOUR O., M'RAH S., BEN BRAHIM N., BOULESNEM F.,LACHAAL M. (2004).** Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. Revue des régions Arides, Tome 1.P 346-358.
- **BEKHOUCHE H. (1992).** Etude de la germination de quelques lignées de pois chiche soumis à la salinité, croissance, anatomie des racines. Thèse D.E.S. Biol. Université d'Oran. 68 P.
- **BELKHODJA M., BIDAI Y. (2004).** Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. Sécheresse n°4, vol 15. P 334.
- **BIDAI Y. (2001).** Le métabolisme de la praline chez l'*Atriplex halimus* L. stressée à la salinité. Mémoire de magister en physiologie végétale, Université Es-Senia, Oran : 69-71.
- **BOUTEYRE G., LOYER Y. (2003).** Sols salés eaux saumâtre des régions arides tropicales et méditerranéennes in l'aridité, une contrainte au développement. ORSTOM, Paris.

- **CALU G. (2006).** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiella halophila*. Trends in Plant Science. P 1-8.
- **CALVET R. (2003).** Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole, 511 P. Cambridge University Press.
- **CHALABI K. (2008).** Etude floristique des formations sahariennes et de la germination des graines de *Retama retam* de la région de Taleb El Arbi (W.d'EL Oued). Thèse de Magister, Université d'Oran. 134p.
- **CHAOUCH KHOUANE R. (2015).** Effet de stress abiotique « salin et hydrique » sur la germination de quelques espèces spontanées sahariennes. Projet de Licence. Université Kasdi Merbah- Ouargla. 41p.
- **CHAUSSAT R et LEDEUNEF Y. (1975).** la germination des semences. Ed. Bordas. Paris. BRUXELLES MONTREAL.
- **CHEHMA A. (2006) .** Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérienne. Labo. Rech. Prot. Ecos zones arides et semi arides. Uni Ouargla.
- **CHRETIEN D. (1992).** La résistance au sel chez le jojoba (*Simmondsia chinensis* LS), croissance et modification du contenu lipoprotéique de calcs cultivés en présence d'une teneur élevé en NaCl. Thèse doct. Univ. Paris VI, 144 P.
- **COME D (1970).** Les obstacles à la germination. Ed. Masson et Cie, Paris. P162.
- **CRAMER G R. (1997).** Uptake and role of ions in salt tolerance, in P K JAIWAL., R P SINGH and A GULATI, (Eds). Strategies for improving salt tolerance in higher plants, Oxford and IBH publishing CO. Pvt. Ltd, New Delhi: 55-86.
croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. Cahiers d'Etudes et de Recherches
- **DANTHU P., GAYE A., ROUSSEL J et SARR A. (1996).** Long-term conservation of seed pretreated by sulfuric acid. In: Innovation in tropical tree seed technology, Copenhagen, Danida Forest Seed Centre. 44P.
- **DEBEZ A., CHAIBI W., BOUZID S. (2001).** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones/Agricultures, Vol. 10, No. 2: 135- 138.

- **DENDEN M., BETTAIEB T., SALHI A., MATHLOUTHI M. (2005).** Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales, *Tropicultura*, Vol.23. P220-225.
développement. Ed. MASSON, Paris. 96 P.
- **DRIOUICH A., OUHSSINE M., OUASSOU A., BEN GUEDDOUR R. (2001).** Effet de NaCl sur l'activité du phosphénol pyruvate carboxylase (PEPC) foliaire et son rôle sur la synthèse du malate et de la proline chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). *Science Letters*, Vol.3. P1-7.
- **DUTUIT P., POURRAT Y., DUTUIT J M. (1994).** La notion de stress de la cellule à
- **EL-MEKKAOUI M. (1990).** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le et de la salinité. *Rev. FAC.Sc. Tunis*, 2 : 195-205. ETIENNE : 188-235. *Francophones/Agricultures*, Vol. 10, No. 2: 135- 138.
- **GIRARD P., PROST J., BASSEREAU P. (2005).** Passive or Active Fluctuations in graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. *Options Méditerranéennes*.
- **GRIME J P. (1979).** *Plant strategies and vegetation processes*. New York: John Wiley
- **HAMDY A. (1999).** Saline irrigation and management for a sustainable use. In: *Advanced Short Course on Saline Irrigation Proceeding*, Agadir. P152-227.
- **HAMZA M. (1980).** Réponse des végétaux à la salinité. *Physiol., Vég.* 18 (1): 69-81.
- **HATIMI A., ACHOURI M et OIHABI A. (1997).** Endomycorhization de légumineuses fixatrices des dunes : croissance et nutrition phosphatée. *Sécheresse*. p102.
- **HAYEK T., ABDELLY C. (2004).** Effets de la salinité sur l'état hydrique foliaire, la conductance stomatique, la transpiration et le rendement en grains chez 3 populations de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.). *Revue des Régions Arides*, Tome 1. P 273-284.
- **HOPKINS W G., (2003).** *Physiologie végétale*. 2ème édition. De Boeck, Bruscelles. P 61-476. in NaCl stress environments. *Plant Physiology*. 109 (3): 735- 742. Ingénieur, Université de Ouargla, 67 P.

- **JAOUADI W., HAMROUNI L., SOUAYEH N., KHOUJA M.L. (2010).** Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* TU-1007 Tunisie. pp643-652.
- **JONES H G., FLOWERS T J., JONES M B. (1989).** *Plants under stress.* Cambridge,
- **KOTOWSKI F. (1926).** Temperature relations to germination of vegetable seeds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* (23). P176- 184. l'écosystème. Sécheresse, Vol. 5, N°. 1: 23- 31.
- **LACHIHEB K., NEFFATI M., ZID E. (2004).** Aptitudes germinatives de certaines
- **LACLERC J C. (1999).** *Ecophysiologie végétale.* Publication de l'université SAINT
- **LARHER F., HUQIS M., GERNAT-SAUUGE D. (1987)** . Les colloques d'INRA.
- **LEE G., CARROW R.N., DUNCAN R.R., EITEMAN M.A., RIEGER M.W. (2008).** Synthesis of organic osmolytes and salt tolerance mechanisms in *Paspalum vaginatum*. *Environmental and Experimental Botany*, Vol.63.P 19-27.
- **LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY** Membranes Containing Proteins *Phys. Rev. Lett.* 94, 088102: 60-64.
- **MNIF L., CHAIEB M. (2004).** Efficacité comparée de l'utilisation de l'eau de pluie en milieu aride par quatre populations d'une Poaceae pérenne. *Revue des régions Arides*, Tome1.P 252-257.
- **MUNNS R. (2002).** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*, Vol. 25. P 239-250. N°7, nutrition azotée des légumineuses, P.GUY. Ed INRA: 181-192.
- **NEFFATI M. (1994).** Caractérisation morpho-biologique de certaines espèces végétales Nord-africaines. Implications pour l'amélioration pastorale. Thèse Doct. Uni. Gent. 264p.
- **NEFFATI M., AKRIMI N. (1996).** Etude des caractéristiques germinatives des semences de quelques légumineuses spontanées de Tunisie steppique. Editée par l'institut des Régions Arides- Médenine- Tunisie. 287p.
- **NIU X., RSESSAN R A., HASEGAWA P M., PARDO J M. (1995).** Ion homeostasis
- **OZENDA P. (1991).** *Flore et végétation du Sahara.* 2ème édition. Ed. C.N.R.S. Paris. 622p.

- **OZENDA P. (1983).** Flore de Sahara, Ed. C.N.R.S, Paris. 622p.
- **P., CASSE-DELBART F.(1995).** Les plantes face au stress salin. Cahiers plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. Sécheresse.11 (2): 109-116.
- **PLATT-ALOIA K.A. & THOMSON W.W. (1986) :** The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant. Cell Environnement,(9). P 727-733.
- **POLJAKOFF-MAYBER A. (1975).** Morphological and anatomical changes as a response to salinity stress, in Plants in Saline Environments. Ecological Studies. Analysis and Synthesis (POLJAKOFF-MAYBER, A. et GALE, J., Eds). Vol. 15: 97-117. Springer, Berlin.
- **RAACHEL., KARBOUSSA-HALOUA R. (2004).** Caractérisation morphologique et anatomique de quelque espèces halophiles dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ingénieur, Université de Ouargla, 67 P.
- **REJILI M ., VADEL A.M et NEFFATI M., (2006).** Comportements germinatifs de deux populations de (*Lotus creticus* L.)en présence du NaCl. Institut de Régions Arides. Tunisie.78p. response to salinity stress, in Plants in Saline Environments. Ecological Studies.
- **REZGUI M., BIZID E.,BEN MECHLIA N.(2004).**Etude de la sensibilité au déficit hydrique chez quatre varieties de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en conditions pluviales et irriguées en Tunisie. Revue des Régions Arides, Tome 1.P 258-265.
- **RICHARD D et CHEVALET P., (2010).** Biologie licence. 2ème édition. Ed. DUNOD. Paris.
- **ROBERT M. (1996).** Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le
- **SCOTT S.J., JONES R.A., WILLIAMS W.A. (1984).** Review of data analysis methods for seed germination. Crop science, 24(6).P 1192-1199.sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier. p 191.
- **TAJI T.,SEKI M., SATOU M., SAKURAI T., KOBAYASHI M., ISHIYAMA K., NARUSAKA Y., NARUSAKA M., ZHU J.K.,SHINOZAKI K.(2004).** Comparative genomics in salt tolerance between *Arabidopsis* and *Arabidopsis*-related halophyte salt cress using *Arabidopsis* microarray. Plant Physiology,Vol.135. P 1667-1709.
- **THOMSON W W . (1975).** The structure and function of salt glands. In: Plants in Saline Environments. Ecological Studies 15. Plojakoff–Mayber, A.and J. Gale (eds.): 118-46. Springer-Verlag, Berlin.

- **TREMBLIN G. (2000).** Comportement auto-écologique de *Halopeplis amplexicaulis*: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. Sécheresse. P 109-116.
- **TREMBLIN G. (2000).** Comportement auto-écologique de *Halopeplis amplexicaulis*:
- **UNGAR I.A., (1982).** Germination ecology of Halophytes in D.N. ESN et K.S. RAJPUROHTT, eds. Contribution to the ecology of halophytes. P143-154
- **ZERRAD W., HILLALI S., MATAOUI B., EL ANTRI S., EL HMYENE A. (2006).** Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. Congrès International de biochimie, Agadir. P 371-376.
- **ZID E. (1982)** Relations hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium* : effets de l'âge

Annexe

Annexe (01)

photos de germination



Photo7 : germination des graines de *Retama retam*.



Photo8 : germination des graines de *Genista saharae*.



Photo9 : germination des graines de *Asphodelus tenuifolius*.

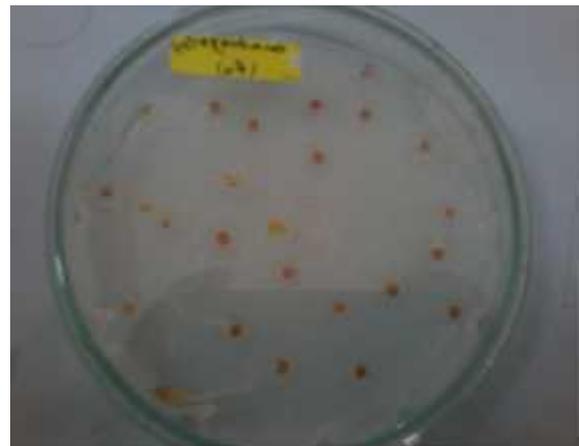


Photo10 : germination des graines de *Oudneya africana*.

Annexe(02)

Test de Normalité

Test interpretation:

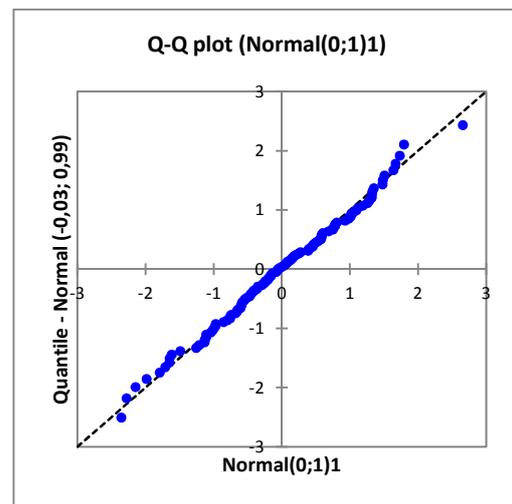
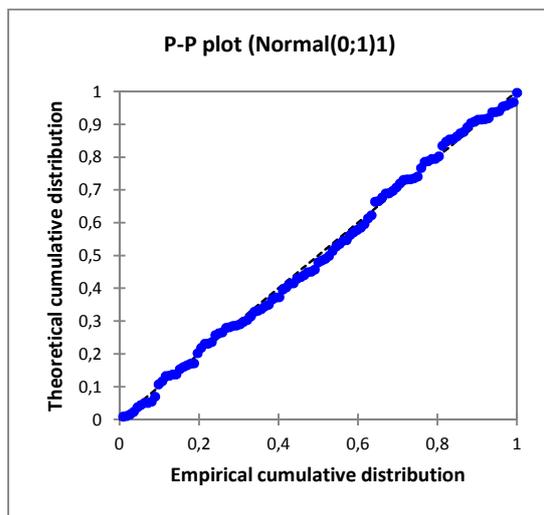
H0: The variable from which the sample was extracted follows a Normal distribution.

Ha: The variable from which the sample was extracted does not follow a Normal distribution.

As the computed p-value is greater than the significance level $\alpha=0,05$, one cannot reject the null hypothesis H0.

The risk to reject the null hypothesis H0 while it is true is 81,42%.

Q-Q plot (Normal(0;1)1)



Summary:

Variable\Test	Shapiro-Wilk	Anderson-Darling	Lilliefors	Jarque-Bera
(Normal(0;1)1)	0,844	0,878	0,989	0,814

Annexe (03)

Tableau (06) : Niveaux de signification (ANOVA) de l'influence de stress salin sur le taux de germination des espèces étudiées

Espèce	Stress salin	Niveau de signification	Effet de stress salin sur le taux de germination
<i>Retama retam</i>	T0(témoin)		Pas d'interaction
	T1(3g/l)	0,005	hautement significatif
	T2(6g/l)	0,002	hautement significatif
	T3(9g/l)	<0,0001	Très hautement significatif
	T4 (12g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T5(15g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T6(18g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
<i>Genista saharae</i>	T0(témoin)	0,785	Non significatif
	T1(3g/l)	0,785	Non significatif
	T2(6g/l)	0,683	Non significatif
	T3(9g/l)	0,785	Non significatif
	T4(12g/l)	0,003	hautement significatif
	T5(15g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T6(18g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	T0(témoin)	0,016	Significatif
	T1(3g/l)	0,683	Non significatif
	T2(6g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T3(9g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T4(12g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T5(15g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T6(18g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
<i>Oudneya africana</i>	T0(témoin)	0,414	Non significatif
	T1(3g/l)	0,785	Non significatif
	T2(6g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T3(9g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T4(12g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T5(15g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif
	T6(18g/l)	< 0,0001	Très hautement significatif

Effet de stress salin sur la germination des graines de quelques plantes spontanées du Sahara (*Asphodelus tenuifolius*, *Genista saharae*, *Oudneya africana* et *Retama retam*).

Résumé: La germination est l'étape fondamentale au développement des plantes, la graine est l'élément incontournable à la germination et la prolifération des plantes. L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de stress salin sur quatre espèces spontanée (*Asphodelus tenuifolius*, *Genista saharae*, *Oudneya africana* et *Retama retam*) répondues au Sahara. Pour cela, des tests de germination à des concentrations variables de chlorure de sodium (NaCl) : 0 mM (témoin), 50 mM, 100 mM, 200 mM et 300 mM ont été réalisés à la température optimale de germination de chaque espèce. L'effet du stress salin a montré que l'élévation de la concentration de NaCl induit une diminution de taux aussi bien que la vitesse de germination. La limite physiologique de la germination n'est pas la même pour toutes les espèces étudiées, les concentrations de NaCl (6 g/l), (12 g/l), (15 g/l) et (18 g/l) constituent la limite physiologique chez *Asphodelus tenuifolius*, *Oudneya africana*, *Retama retam* et *Genista saharae* respectivement.

Mots clés: Graine, Germination, Plantes spontanées, Stress salin, Sahara.

Effect of saline stress on the seed germination of some Saharan spontaneous plants. (*Asphodelus tenuifolius*, *Genista saharae*, *Oudneya africana* and *Retama retam*).

Abstract: Germination is the basic step for the development of plants, the seed is the key element to the seed germination and plants growth. The aim of our work is the study of the effect of saline stress on four spontaneous species (*Asphodelus tenuifolius*, *Genista saharae*, *Oudneya africana* and *Retama retam*) which located in sahara. For that, germination's tests have realized in deferents concentrations of sodium chloride (NaCl) : 0 mM (control), 50 mM, 100 mM, 200 mM and 300 mM we executed in the optimum temperature of each species. The effect of saline stress showed that elevation of NaCl's concentration induces a decrease of rate, and the speed of germination. The physiological limit of the germination is not the same for all the studied species, the NaCl's concentration (6 g/l), (12 g/l), (15 g/l) et (18 g/l) are physiological limit respectively at *Asphodelus tenuifolius*, *Oudneya africana*, *Retama retam* and *Genista saharae*.

Key word: Seed, Germination, Spontaneous plants, Saline stress, Sahara.

تأثير الإجهاد الملحي على انتشار بذور بعض النباتات الصحراوية البرية

Retama *Oudneya africana*, *Genista saharae*, الطازية *Asphodelus tenuifolius*)
(*retam*

: الانتاش هو المرحلة الأساسية لتطور النباتات، البذرة هي العنصر الأساسي في هذه المرحلة. الهدف من عملنا هذا

هو دراسة تأثير الملوحة على 4 أنواع من النباتات الصحراوية (*Asphodelus tenuifolius* الطازية، *Genista* لهذا استعملنا تراكيز

(*Retama retam* *Oudneya africana*, *saharae* مختلفة من كلوريد الصوديوم: 0 mM (مشاهدة) 50 100 200 300 mM

تأثير الإجهاد الملحي بين ان ارتفاع تراكيز الإجهاد الملحي يؤدي إلى تخفيض معدل الانتاش وكذلك سرعته.

الفيزيولوجي للانتاش مختلف بالنسبة للأنواع المدروسة، تراكيز الملوحة (6 /)، (12 /) (15 /) (18 /) الحد الفيزيولوجي عند الطازية، حنة الإبل، الرم، المرخ، على الترتيب.

برية، إجهاد ملحي، صحراء.

الكلمات المفتاحية: