

LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS

% : pourcentage.

C° : degré Celsius.

NaCl : Chlorure de sodium.

Ddl : degré de liberté.

P : probabilité.

pH : potentiel hydrogène.

C.E : conductivité électrique.

H : heure.

Ha : hectare.

G : gramme.

mM : milli mole.

$\mu\text{g.g}^{-1}$ MF : microgramme par gramme de matière fraîche.

mm : millimètre.

m : mètre.

l : litre.

ppm : partie par million

Mmhos/Cm : Milimhos par centimètre.

Qx : quintaux.

INRA: Institut National de la Recherche Agronomique.

DSA : direction des services agricoles.

ICRISAT: International Crops Research For The Semi-Arid Tropics; Hyderabad; India.

ICARDA: International Center for Agricultural Research in the dry Area.

Fig: figure.

Chlo a: chlorophylle a.

Chlo b: chlorophylle b.

Chlo total: chlorophylle totale.

HS: hautement significatif.

S : significatif.

NS : non significatif.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des principales abréviations	

Résumé

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I- LES STRESS CHEZ LES PLANTES	3
1. Définition d'un stress.....	3
2. Les différents types de stress abiotiques.....	3
a- Le stress hydrique.....	3
b- Le stress thermique.....	4
c- Le stress salin.....	4

II- LA SALINITE

1. Origines de la salinité	4
- Salinité naturelle ou primaire.....	4
- Salinité anthropique ou secondaire.....	4
2. Evaluation et mesure de la salinité et classification des sols salés	
- La conductivité électrique (C.E).....	4
- Le pourcentage du sodium échangeable (ESP).....	4
- Le ratio d'absorption du sodium (SAR).....	4
3. La classification des végétaux selon leur résistance et/ou leur tolérance.	
3.1. Les halophytes facultatives	5
3.2. Les halophytes obligatoires ou les vraies halophytes.....	5
3.3. Les halophytes alternées ou les non -halophytes résistantes.....	5
3.4. Les glycophytes ou alophobes.....	5
4. Effet de la salinité sur les plantes	
4.1. Sur la germination.....	5
4.2. Sur les racines.....	6
4.3. Sur la croissance des plantes.....	6
4.4. Sur la photosynthèse.....	7

5. Mécanismes de la tolérance au sel

5.1. L'exclusion.....	7
5.2. L'inclusion.....	7

III- LA GERMINATION

1. Définition.....	7
2. Morphologie de la graine.....	8
3. Physiologie de la germination.....	8
4. Condition de la germination.....	8
5. Les phases de la germination.....	8
6. Différent obstacles de la germination	
6.1. La phase de quiescence.....	9
6.2. La dormance.....	9

III- LA PLANTE : LE POIS CHICHE

1- Généralités.....	10
2- Origine.....	10
3- Types de cultivars.....	10
3- Classification botanique.....	11
4. Les caractères morphologiques et physiologiques du pois chiche	
4.1. Les caractères morphologiques.....	12
4.1.1. Partie aérienne.....	12
4.1.2. Partie souterraine.....	12
4.2. Les caractères physiologiques.....	13
4.2.1. La période végétative.....	13
4.2.2. La période de reproduction.....	13
5. Les exigences écologiques du pois chiche.....	13
6. Les exigences en éléments minéraux du pois chiche.....	13
7. Les zones principales de la production du pois chiche en Algérie.....	14
8. Importance Du Pois Chiche.....	14
8.1. Dans le monde.....	15
8.2. En Algérie.....	15

CHAPITRE II – MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II – MATERIEL ET METHODES

1. Site de l'expérimentation.....	16
2. Matériel utilisé.....	16
➤ Les graines du pois chiche.....	16
➤ Les solutions salines.....	16
➤ Le sol.....	16
3. Méthodes.....	17
3.1. La germination du pois chiche.....	17
3.1.1. La mise en germination.....	17
3.1.2. Le protocole expérimental.....	18
3.1.3. Les paramètres étudiés.....	19
➤ Précocité de la germination.....	19
➤ Taux quotidien de la germination.....	19
➤ Estimation du taux final de germination.....	19
➤ Cinétique de germination.....	19
➤ La longueur de la radicule.....	20
3.2. Le stade jeune du pois chiche.....	21
3.2.1. Le semis du pois chiche.....	21
3.2.2. Le protocole expérimental.....	22
3.2.3. Application du stress.....	22
3.2.4. Les paramètres étudiés.....	23
a. La longueur des tiges.....	23
b. La chlorophylle.....	23
➤ Le protocole.....	24
➤ Extraction.....	24
➤ Dosage.....	24
c. La teneur en eau des tiges et des racines.....	24
4. Traitement statistique.....	25

CHAPITRE III : RESULTATS.

1)- Caractéristiques de la germination des graines

a- Effet de la salinité sur précocité de la germination.....	26
b- Sur le taux quotidien de la germination.....	26
- Après 48 heures.....	26
- Après 72 heures.....	27
- Après 96 heures.....	28
c- Effet de la salinité sur le taux finale de la germination.	28
d- Effet de la salinité sur la cinétique de la germination.....	29

II)- Caractéristiques de croissance

a- Effet de la salinité sur la longueur de la radicule.....	30
- Analyse de la variance pour le paramètre longueur de la radicule.....	30
b- Effet de la salinité sur la hauteur de la tige principale.....	32
- Analyse de la variance pour le paramètre longueur des tiges.....	33

III)-Caractéristiques biochimiques.....

a- Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle a.....	35
- Analyse de variance pour le paramètre la teneur en chlorophylle a.....	35
b- Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle b.....	37
- Analyse de la variance du paramètre teneur en chlorophylle b.....	37
c- Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle totale.....	39
- Analyse de la variance pour le paramètre chlorophylle totale	39

IV)- Caractéristiques hydriques.....

a- La teneur en eau des tiges.....	41
- Analyse de la variance pour le paramètre teneur en eau des tiges.....	41
b- La teneur en eau des racines.....	42
- Analyse de la variance pour le paramètre teneur en eau des racines.....	42

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE.....

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....

INTRODUCTION

Clickours.com

INTRODUCTION

La salinisation est un problème écologique majeur qui affecte un nombre croissant de régions du globe, fréquemment associé à la contrainte hydrique, elle réduit les surfaces cultivables et menace l'équilibre alimentaire mondial (DERKAOUI.,2011).

A l'échelle du globe, près de 400 millions d'hectares sont affectés par le phénomène de désertification (JOUVE *et al.*, 2002), dont 10 millions sont considérés affectés par la salinité (MUNN., 2002). Les surfaces agricoles affectées par la salinité dans le monde seraient de 340 millions d'ha soit 23% des terres cultivées (CHEVERRY., 1995), dont 3,2 millions d'hectares de terres menacés par la salinité en Algérie (BELKHODJA et BIDAI., 2004). La salinisation des sols au niveau des régions aride et semi-aride est un facteur qui réduit considérablement les rendements agricoles de diverses cultures, liées aux conditions climatiques mais également aux recours souvent mal contrôlé de l'irrigation (BENNACEUR *et al.*, 2001). Ce phénomène s'est aussi accentué par l'usage abusif des engrais, la fertilisation et l'irrigation localisée conduisant aussi à élever la concentration des sels dans les sols (MOUHOUCHE *et al.*, 1999).

La question de la résistance ou de la tolérance aux stress rejoint le problème agricole concret de la stabilité des rendements. D'un point de vue agronomique, le travail sur le stress doit avoir pour objectif de donner des solutions pour mieux définir les itinéraires techniques, faciliter les processus de sélection variétale (mieux cibler les phénotypes recherchés), identifier des caractères génétiques pertinents et rendre possible leur fixation dans des génotypes présentant par ailleurs de bonnes performances agronomiques (GRAVOT., 2009).

Face à ce danger toutes les plantes ne sont pas égales. Certaines, nommées halophyte ont développé des réponses physiologiques pour assurer leur approvisionnement en eau tout en préservant leur métabolisme, et les glycophytes, ne sont pas capables de supporter la présence du sel (GUILAUM CALU., 2006).

Les légumineuses alimentaires sont cultivées depuis fort longtemps dans le monde et occupent une place importante dans l'alimentation humaine pour de nombreux pays en voie de développement. Celles-ci riches en protéines, permettent dans une certaine mesure de corriger les carences en protéines animales d'une population dont l'alimentation est exclusivement à base de céréales (OBATON., 1980). Sur le plan agronomique, la présence des légumineuses dans les systèmes de culture est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols et les rendements des cultures rappelons que 79.08% du volume en gaz N₂ de la biosphère se trouve dans l'atmosphère constituant ainsi la principale source d'azote (HÄNSCH *et al.*, 2001). L'usage de ces légumineuses dans les systèmes de culture est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols en azote et les rendements des cultures (MARTINEZ *et al.*, 2007).

En Algérie, plusieurs légumineuses alimentaires sont cultivées, mais leur situation actuelle n'est pas encourageante (ITGC., 2003). La production locale de ces espèces reste toujours faible pour satisfaire les besoins exprimés par la population locale, qui ne cessent de progresser (AROUS., 2009). Ceci constitue une obligation intégrant notre pays parmi ceux dépendant des marchés mondiaux. Il faut noter dans ce contexte que la facture d'importation de ces produits coûte annuellement 355 millions de dollars (STAT CANADA., 2007). Ceci est induit d'un côté par plusieurs contraintes agro écologiques telles qu'un climat précaire. Parce que l'Algérie connaît actuellement une évolution écologique irréversible, caractérisée par un passage du régime semi-aride à aride, qui a couvert de grandes surfaces, cette aridité découle du phénomène de la sécheresse (DAOUD et HALITIM., 1994 ; BELKHODJA et BIDAI., 2004), et d'un autre côté, l'insuffisance de semences de qualité, généralement chères, l'utilisation de matériel végétal, peu productif, sensible aux stress abiotiques et biotiques (ZAGHOUANE., 1997).

L'objectif de notre travail est la contribution à améliorer les rendements et la qualité de récolte des légumineuses et de diminuer les contraintes des stress abiotiques notamment la salinité, par la connaissance de géotypes résistants, mais cela nécessite l'identification des mécanismes de résistance aux conditions du milieu (INRA., 2000).

Selon la même référence (INRA., 2000), la capacité d'évaluer quantitativement les performances des plantes cultivées subissant un stress est très importante au niveau des programmes de recherche qui visent la réhabilitation et l'amélioration de la production en régions semi arides.

En plus, MOULAY (2000) rapporte qu'il s'avère indispensable d'étudier le comportement germinatif des semences grâce à l'importance de cette phase dans le déroulement des stades ultérieures du développement de toute espèce végétale notamment en zone aride.

Dans ce travail, nous proposons une analyse des effets de la salinité à concentrations croissantes sur la physiologie et la biochimie de la plante au cours du développement du pois chiche "*Cicer arietinum* L."

Dans une partie, on a étudié l'effet de la salinité sur le stade germination de dix variétés puis on a sélectionné les quatre variétés les plus résistantes à partir d'une analyse statistique sur le paramètre longueur de la racine.

Pour la deuxième partie les quatre variétés sont semées dans des pots pour suivre leur comportement morphologique, biochimique et hydrique vis-à-vis de la salinité.

CHAPITRE I

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I- LES STRESS CHEZ LES PLANTES

Contrairement aux animaux, les plantes ne peuvent pas migrer lorsque les conditions de vie leur sont défavorables, naturellement, elles doivent donc s'adapter pour faire face aux agressions biotiques et abiotiques, elles mettent donc en œuvre des stratégies d'adaptation et de défense aux stress (AROUS., 2009).

Définition d'un stress

Le stress, dans son aspect physique, est une contrainte qui peut se résumer à une ou plusieurs forces de déformation appliquées à un corps. Cette contrainte modifie les dimensions et la forme du corps exposé traduisant sa tension intérieure. A la différence d'un stress physique, un stress biologique n'est pas une force à proprement parler et est associé dans le langage commun à une agression possiblement irréversible et donc une déformation plastique du corps exposé, jusqu'à un certain point dépendant du corps en question (LEVITT., 1980).

Par analogie à la physiologie des plantes, une contrainte environnementale va provoquer une tension interne dans l'organisme exposé. Le stress perçu par une plante, autrement dit le niveau de tension interne, dépend de la résistance de l'organisme à un type de stress appliqué avec une certaine intensité. En plus du type de stress et de son intensité, il faut également considérer la durée d'exposition. Car, si l'intensité d'un stress est trop faible pour provoquer des dommages irréversibles à court terme, à long terme, ce stress peut provoquer des changements plastiques, voir la mort de l'organisme (LICHENTHATLER., 1996 ; MUNNS., 2002).

Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress biotiques (perturbations physiologiques ou pathologiques due à une agression par un autre organisme) et les stress abiotiques (qui sont dues principalement à des facteurs environnementaux (ZHU., 2002 ; VINCENT., 2006).

2. Les différents types de stress abiotiques

2.1. Le stress hydrique

Le stress hydrique occupe une place particulière du fait de sa fréquence et de la place que l'eau occupe dans les phénomènes métaboliques. De part son rôle dans la photosynthèse, le transport et l'accumulation, ainsi que dans la multiplication et le grandissement cellulaire, l'eau a un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes (MAZLIAK., 1995; HELLER et *al.*, 1998). La sécheresse menant au stress hydrique dans la plante est un problème important qui réduit la productivité agricole. Les régions du monde qui subissent le plus cette contrainte sont situées en zones semi-arides et arides (LEAKEY et *al.*, 2006). Le stress hydrique résulte de la faible pluviométrie, du

faible stockage de l'eau dans le sol (LIONELLO et *al.*, 2006) et du degré de transpiration de la plante excédant son absorption d'eau par les racines (ENDO et *al.*, 2008).

2.2. Le stress thermique

La température est un facteur environnemental, qui varie selon les saisons et subit des fluctuations quotidiennes. La sensibilité des plantes aux températures est très variable ; certaines sont tuées ou lésées par des baisses modérées de température, alors que d'autres parfaitement acclimatées, sont capables de survivre au gel (MAZLIAK., 1995; HELLER et *al.*, 1998). Chaque plante exige une température optimale de croissance et de développement qui ne peut se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue et au-delà, elle s'annule. Trois types de température extrême peuvent causer des dégâts aux plantes : le froid, le gel et les températures élevées (HOPKINS., 2003).

2.3. Le stress salin

La salinisation est le processus par lequel les sels s'accumulent dans le sol. Ces sels sont représentés en grande partie par des cations (Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} et K^+) et des anions (Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , CO_3^{-2} et NO_3^-). Dans le langage courant, le sel est le chlorure de sodium alors que dans la chimie un sel est le produit de la neutralisation d'un acide par une base (ou salification). Du point de vue agronomique, la « salinité » d'un milieu correspond à une surcharge en sels minéraux de la solution du sol ou la solution nutritive (FLOWERS., 2004).

II- LA SALINITE

1. Origines de la salinité

La salinité est dite **naturelle ou primaire**, lorsque les sels minéraux qui sont à l'origine de cette salinité proviennent de la nappe phréatique saline ou l'altération de la roche mère saline, et cette altération est favorisée par des facteurs physico-chimiques (vent, gel, dégel et pluies souvent acides, chargées de H_2CO_3 (DUCHAUFOR et *al.*, 1979 ; AUBERT et BOULAIN., 1980). Alors que l'irrigation avec des eaux saumâtres, la minéralisation du fumier, les engrais minéraux, sont à l'origine de la **salinité anthropique ou secondaire** (KALAJI et PIETKIEWITZ., 1993 ; LEVIGNERON., 1995 ; SLAMA., 2004).

2. Evaluation de la salinité et classification des sols salés

On se base sur les paramètres suivants pour classer les sols :

- **La conductivité électrique**, qui est l'ensemble des sels totaux solubles de la solution du sol. Evaluée à partir de l'extrait de pâte saturée ou de l'extrait dilué au 1/5, exprimé en décisiemens par mètre (ds/m) ou milimohs par cm soit mmhos/cm à 25°C ($1 \text{ mmhos} \cdot \text{cm}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$). Elle permet d'exprimer la salinité totale d'une solution. Le seuil acceptable pour les plantes varie entre 2 à 15 mmhos/cm (DERKAOUI., 2011).

- **Le pourcentage du sodium échangeable (ESP)**, $\text{ESP} = (100 \times \text{Na échangeable}) / \text{CEC}$, ce paramètre estime le degré de saturation du complexe d'échange

cationique. Un sol est généralement qualifié de sodique si son ESP est supérieur à 15 % (ESSINGTON., 2004).

- **Le ratio d'absorption du sodium (SAR)**, c'est le taux de sodium absorbé par rapport aux deux cations bivalents Ca^{++} et Mg^{++} en équilibre : $SAR = (Na^+ \cdot 0,5) / (Ca^{++} Mg^{++})^{1/2} / 2$ en mole.l⁻¹ (CRAMER.,2002).

Le Comité d'experts sur la prospection pédologique formé en 1984 a classé les sols salins selon leur teneur en sels (modérée ou forte) à deux profondeurs (BRADY, 2002), tableau 1.

Tableau 1- Classification des sols salés (BRADY., 2002).

Classement	Salinité (CE _e) (dS/m)	Sodicité (SAR _e)	pH	Les conditions Physiques des sols
Normale	< 4	< 13	< 8.5	Normale
Salin	> 4	< 13	< 8.5	Normale
Salin- sodique	> 4	> 13	< 8.5	Normale
Sodique	< 4	> 13	> 8.5	Pauvre

3. La classification des végétaux selon leur résistance et/ou leur tolérance

-**Les halophytes facultatives**, elles peuvent t résister à d'importantes accumulations de sel dans le milieu extérieur, et se comportent normalement dans des sols non salées (STROGONOV., 1962).

-**Les halophytes obligatoires ou les vraies halophytes**, ne peuvent se développer complètement qu'en présence de fortes concentrations salines. Ex : *Atriplex sp* et *Salicornia sp.* (TAJI et al., 2004).

-**Les halophytes alternées ou les non-halophytes résistantes**, trouvées dans la nature dans des conditions à la fois salines et non salines.

-**Les glycophytes ou alophobes**, venant du grec glycus= doux, s'opposent aux halophytes. Ne peuvent tolérer le stress salin, et sont sévèrement troublés ou même tués par 100 à 200 mMol.l⁻¹ de NaCl. (BELKHODJA., 1996).

4. Effet de la salinité sur les plantes

4.1. Effet de la salinité sur la germination

Elle affecte tous les processus de germination suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible à ces dernières pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon (MAAS et POSS., 1989).

Le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau d'irrigation affecte la germination de deux manières, il diminue la vitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif. Cet effet dépend de la nature de l'espèce et de l'intensité du stress salin (BENNACEUR et al., 2001 ; TOBE et al., 2001). La salinité réduit significativement la précocité de germination des semences, alors que le pourcentage de cette dernière s'avère moins influencé par le stress salin (DREVON et al., 2003).

La réduction du pouvoir germinatif est due à l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination. La salinité perturbe également les systèmes enzymatiques impliqués dans les différentes fonctions physiologiques de la graine en germination (KHEMIRI *et al.*, 2004).

Le stade plantule est le plus vulnérable dans le cycle de vie de la plante, et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule s'ébauche. Ce stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (SAID *et al.*, 2011).

La germination des semences, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Elles répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total de graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sels, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (ASKRI., 2007; WENTAO *et al.*, 2009).

4.2. Effet de la salinité sur les racines

En stress salin, les racines RETAMA retam traitées à des doses 50 à 300 meq/l de NaCl ne sont que légèrement affectées par rapport aux tiges avec une petite variation en longueur. L'impact de la salinité ne se manifeste qu'à partir de 6g/l (DERKAOUI.,2011). Selon LENIGNERON *et al.*(1995).

Les racines sont les premières à réagir à l'augmentation de sel (SINGH *et al.*, 1987 *in* ELFERIHA., 2010).

4.3. Effet de la salinité sur la croissance des plantes

Plusieurs recherches ont rapporté une réduction de croissance de plantes en raison de la salinité, chez la tomate (ROMERO-ARANDA *et al.*, 2001), le coton (MELONI *et al.*, 2001) et la betterave (GHOULAM *et al.*, 2002). Cependant, il existe des différences dans la tolérance au stress salin entre les espèces et les cultivars (OMAMI., 2005). AZIZ et KHAN (2001) ont constaté que l'optimal de croissance de *Rhizophora mucronata* a été obtenue avec une irrigation à l'eau de mer à 50% ; la croissance diminue avec l'augmentation de la concentration de la salinité, tandis que chez une légumineuse « *Alhagi pseudoalhagi* », le poids total de la plante s'accroît sous une faible salinité (50 mM de NaCl) mais diminue à des concentrations élevées (100 et 200 mM de NaCl) (KURBAN *et al.*, 1999). Chez la betterave à sucre, la masse fraîche et sèche des feuilles et des racines a été nettement réduite à 200 mM NaCl, mais le nombre de feuilles était moins affecté (GHOULAM *et al.*, 2002).

4.4. Effet de la salinité Sur la photosynthèse

La croissance des plantes dépend de la photosynthèse. Les stress environnementaux affectent la croissance ainsi que la photosynthèse (DUBEY., 1997 ; TAIZ et ZEIGER., 1998). Des études entreprises par de nombreux auteurs sur différentes espèces végétales ont démontré que la capacité photosynthétique est déprimée par la salinité (KAO et *al.*, 2001 ; ASHRAF., 2001 ; ROMERO-ARANDA et *al.*, 2001).

5. Mécanismes de la tolérance au sel

5.1. L'exclusion, c'est l'accumulation d'éléments toxiques dans les organes souterrains afin d'éviter leur accumulation dans les organes aériens pour certains végétaux. La plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne des cellules de la racine, ainsi que le transport sélectif permet d'adsorber les ions nutritifs utiles et de réexcréter les ions Na^+ (GENOUX et *al.*, 1991).

5.2. L'inclusion, les ions chlorures et sodium pénètrent les plantes par les racines et sont véhiculés par le xylème vers les tiges et les feuilles, à ce niveau ils sont stockés et il s'agit de plantes de types "Includers" (BRINIS., 2011). Cette stratégie "Inclusion" caractérise le fait de favoriser le stockage du sodium dans les feuilles en préservant le méristème apical alors que la stratégie "Exclusion" caractérise le fait de favoriser la recirculation de Na^+ vers les racines (LEVIGNERON et *al.*, 1995).

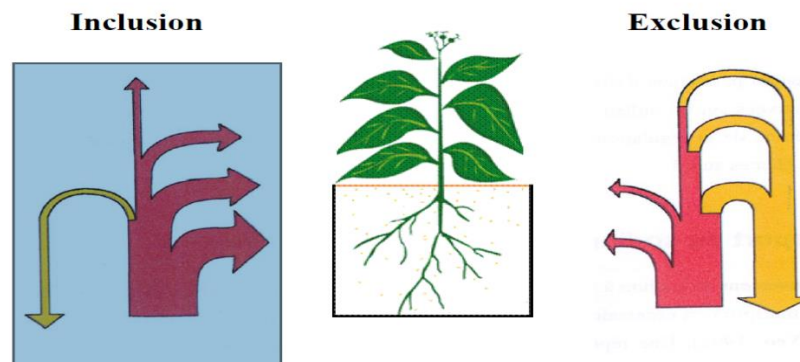


Fig. 1- Illustration des stratégies " Inclusion et Exclusion " (LEVIGNERON et *al.*, 1995).

III. LA GERMINATION

1. Définition

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer. C'est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. Elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (HOPKINS., 2003).

Une graine a germé lorsque la radicule a percé les enveloppes où elle est visiblement allongée. Le résultat est souvent appelé la germination visible (BEWELEY., 1997).

2. Morphologie de la graine

La graine est constituée de plusieurs types de tissus d'origines différentes, l'embryon et l'albumen sont issus de la fécondation. L'embryon, qui représente l'élément principal de la graine, est totalement recouvert de l'albumen, et à la périphérie de la graine, on trouve les téguments, enveloppes protectrices plus ou moins résistantes. Elles sont d'origine maternelle et dérivent des tissus de l'ovaire (GIMENO-GILLES., 2009).

3. Physiologie de la germination

Lors de la germination, 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 (gravi tropisme) positif. Puis, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut (le ciel). Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (MEYER et *al.*, 2004).

4. Condition de la germination

La germination ne se produit que si des conditions externes et internes sont réunies. Les conditions externes, qualifiées de facteurs externes de germination, englobent la présence d'eau d'une quantité suffisante, une température optimale et une disponibilité d'oxygène. Les facteurs internes exigent une maturité physiologique des graines et leur viabilité (HELLER et *al.*, 1998). Au cours de cette phase, la graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquérir l'énergie 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).

5. Les phases de la germination

La cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases :

Phase I : correspond à la prise d'eau par la graine et à la restauration d'une intense activité métabolique. Les premières heures suivant l'imbibition sont caractérisées par une activation de la respiration et le début du métabolisme des acides aminés. (COME., 1970 ; MAZLIAK., 1982).

Phase II : correspond à la germination sensu stricto. Est marquée par un arrêt de l'absorption de l'eau et le maintien d'une activité respiratoire régulière (MAZLIAK., 1982).

Phase III : caractérisée par une reprise de l'absorption de l'eau, c'est une phase de croissance avec une accumulation de solutés osmotiques, une élongation des organes axiaux de l'embryon et aboutissant à l'émergence de la radicule (figure 2) (BEWLEY., 1997).

Selon YEO (1983), cette phase se traduit par une activité enzymatique et une augmentation des taux de respiration et d'assimilation qui son l'indice d'utilisation des éléments nutritifs mis en réserve, et leur transfert vers les zones de croissance. Durant cette phase, un changement irréversible se produit dans l'embryon, l'arrêt de la germination provoque la mort de l'embryon.

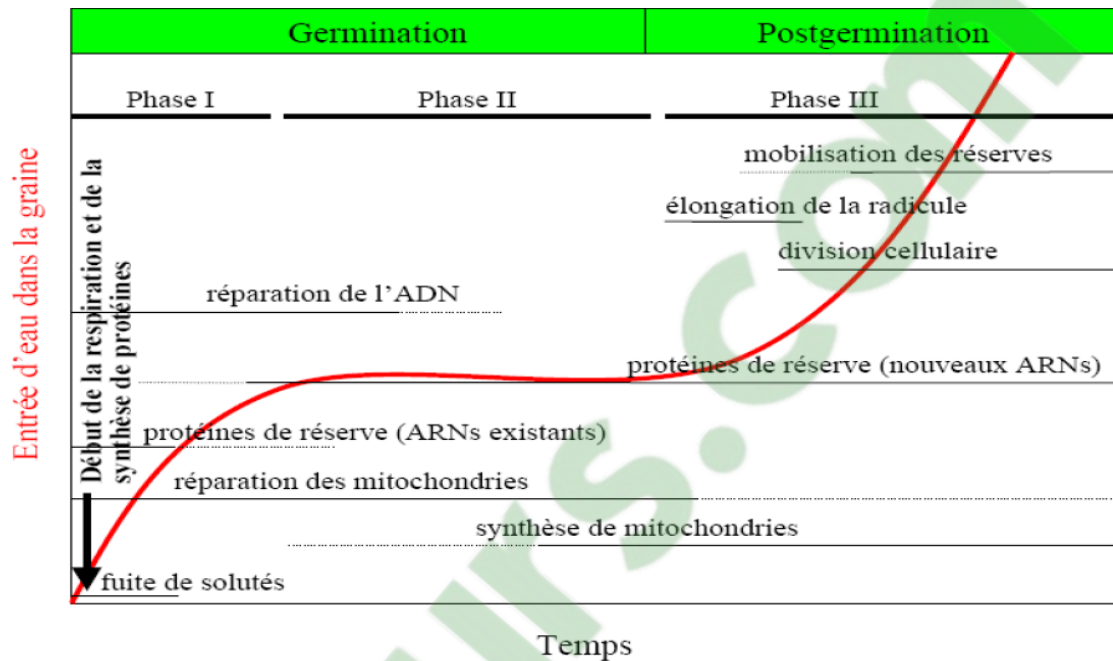


Fig. 2- Principaux événements liés à la germination (BEWLEY., 1997).

6. Différents obstacles de la germination

6.1. La phase de quiescence

La phase de quiescence s'installe progressivement à la fin du processus de maturation et dure tant que la graine n'est pas dans des conditions physiologiques et environnementales qui permettent la germination. La longévité des graines correspond à la durée maximale de la phase de quiescence, la graine perdant sa capacité germinative au-delà de cette durée. Elle dépend de l'espèce considérée mais aussi des conditions de stockage, celles-ci étant optimales à faibles température et hygrométrie. (DONOHUE., 2005). La longévité est influencée négativement par des conditions de stockages trop humides.

6.2. La dormance

La dormance est une caractéristique spécifique des graines qui peut se définir comme le blocage de la germination d'une graine intacte et viable malgré des conditions environnementales favorables (FINCH-SAVAGE et LEUBNER-METZGER., 2006). La dormance peut prendre différents aspects selon les espèces. Elle est due à la présence d'un embryon "sous développé" au moment de la dissémination des graines. La germination ne peut avoir lieu tant que l'embryon n'est pas arrivé au terme de sa croissance (**embryonnaire**),(GENEVE., 2003), d'une imperméabilité à l'eau ou à

l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des "graines dures" (**tégumentaire**) (SOLTNER., 2001), ou peut être due à la présence des **inhibitions chimiques**, qui sont certainement plus rares dans les conditions naturelles et leur nature exacte reste généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (MAZLIAK., 1982).

IV- LA PLANTE : LE POIS CHICHE

1. GENERALITES

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une plante de la famille des Fabacées (ou légumineuses), voisine du petit pois mais d'un genre botanique différent. Il est cultivé dans les régions méditerranéennes et produit une graine comestible. Il est connu par sa haute teneur en glucides assimilables et son pourcentage élevé en protéines végétales. Son nom latin d'espèce *arietinum* fait référence à la forme de la graine en tête de bélier (*aries*) flanquée de ses cornes. C'est un pois de taille moyenne, rond et terminé en pointe. Il est très parfumé et conserve sa forme à la cuisson (environ 1 heure). Ses principaux constituants sont les lipides, les substances azotées, l'amidon, les sucres, les sels minéraux (phosphore, potassium, magnésium, calcium, sodium, silice), l'oxyde de fer, de l'arsenic, de l'asparagine, et les vitamines B et C (ENCARTA., 2005).

1. ORIGINE

Le pois chiche est probablement originaire du Proche-Orient (Sud-est de la Turquie, Syrie) où trois espèces annuelles sauvages de pois chiches existent encore dans cette région. On dit souvent que le pois chiche a conquis l'Europe durant le Moyen Âge après que les croisés l'eurent redécouvert au Proche-Orient, mais sa culture et sa consommation sont en réalité attestées bien avant, au moins dès le IX^e siècle, par des sources écrites et archéologiques. Le pois chiche est arrivé en Inde il y a seulement deux siècles en passant d'abord par l'Afghanistan.

Le nom hindi des pois chiche est Kabuli chana (chana = pois chiche), Les variétés à petites graines sont appelées Desi (locale) (KECHACHE., 2005).

1. TYPES DE CULTIVARS

L'espèce *Cicer arietinum* manifeste une grande variabilité phénotypique et génotypique. Deux types se distinguent: le type "Kabuli" et le type "Desi".

Le premier, originaire de Kabul, est largement répandu dans le monde et occupait en 1981, 12,5% de la superficie mondiale du pois chiche (SINGH *et al.* 1983); c'est le seul type cultivé dans le bassin méditerranéen (JIMENEZ-DIAZ *et al.*, 1988). La collection des lignées de ce type, maintenue à l'ICARDA, est désignée par le préfixe ILC (REDDY *et SINGH* 1984); leurs graines de couleur crème sont de dimensions variables, petites, moyennes et grandes (SINGH *et al.* 1987).

Le deuxième type "Desi", utilisé surtout en Inde, se distingue par la couleur jaune, noire ou rouge de ses semences (MALHOTRA *et al.* 1987); la collection de ses lignées maintenue à l'ICRISAT est désignée par le préfixe ICC (VANDER MAESSEN., 1987).

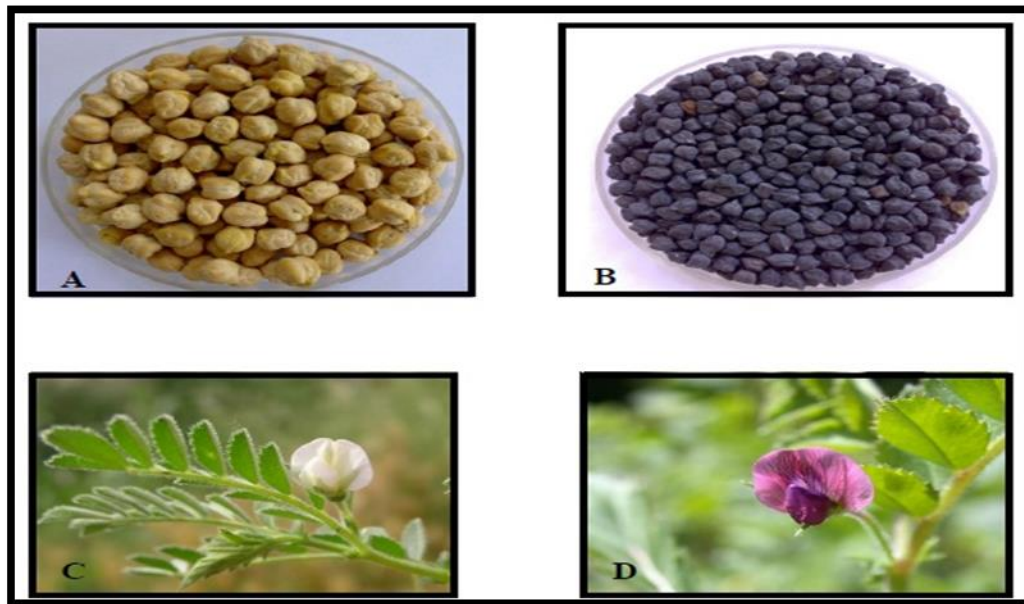


Fig. 3- les types de cultivars de pois chiche (MAHERI *et al.*, 2008).

A : pois chiche de type Kabuli.

B : pois chiche de type Desi.

C : Pois chiche de type Kabuli.

D : pois chiche de type Desi.

2. CLASSIFICATION BOTANIQUE

Règne :	Plantae.
Sous règne :	Tracheobionta (plantes vasculaires).
Embranchement :	Spermatophyta (plantes à graines).
S/ Embranchement :	magnoliophyta (= Angiospermes, phanérogames ou plantes à fleurs).
Classe :	magnoliopsida (ou Dicotylédones).
Sous classe :	rosidae.
Ordre :	fabales.
Famille :	Légumineuses.
Genre :	<i>Cicer</i> .
Espèce :	<i>Cicer arietinum</i> L.
Nom commun :	Pois chiche. (USDA, 2008).

5. LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DU POIS CHICHE

5.1. Les caractères morphologiques

Le pois chiche est une plante annuelle autogame avec un port plus ou moins érigé et une taille de 30 à 80 cm selon la variété, c'est une espèce diploïde avec $2n=16$ chromosomes.

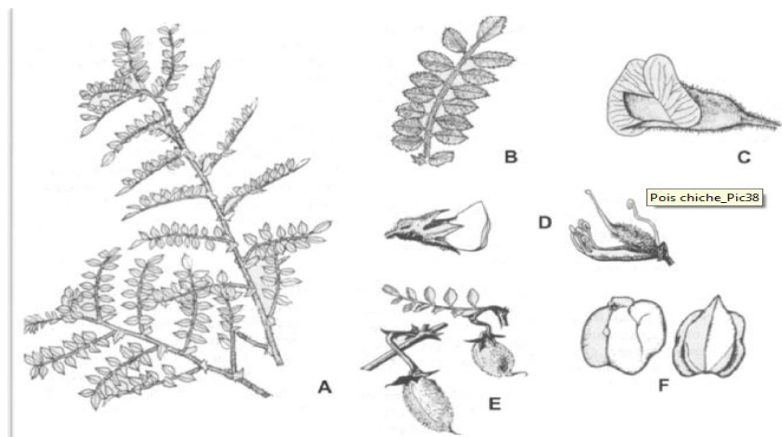


Fig. 4- La morphologie du pois chiche.

le pois chiche, *Cicer arietinum* L. : tige feuillue (A), feuille composée de 16 folioles (B), fleur zygomorphe (C), étamines, pistil et ovaire (D), gousses en développement (E), graines (F). (Zohary et Hopf, 1988).

5.1.1. Partie aérienne

La plante de pois chiche, comme toutes les plantes est composée d'un certain nombre d'organes:

La tige, est anguleuse d'une hauteur de 20 cm à 1 m, la tige principale portent généralement deux branches primaires ainsi que sur les deux ramifications primaires apparaissent des ramifications secondaires (ALLALI et *al.*, 2007), **les feuilles**, sont alternes, imparipennées, chaque feuille compte 10 à 15 folioles ovales, dentées et recouvertes de poils. (ALLALI et *al.*, 2007), **les fleurs**, sont habituellement solitaires à l'aisselle des feuilles, bisexuées, blanches, verdâtre, rose ou violacées, disposées en grappe caractérisées par leur aspect de papillons. (BEJIGA et VAN DER MAESEN., 2007), le **fruit**, est une gousse velue, globuleuses contenant une ou deux graines (BEJIGA et VAN DER MAESEN.,2007), **les graines**, sortes d'œuf végétal où se trouve le germe de la future plante, sont de forme globulaire de taille moyenne qui se terminent en pointes.

5.1.2. Partie souterraine, le système racinaire est pivotant, bien développé pourra atteindre jusqu'à plus d'un mètre de profondeur (ALLALI et *al.*, 2007).

5.2. Les caractères physiologiques, le cycle végétatif du pois chiche compte deux périodes déterminées par des stades repérés correspond à des changements notables dans l'allure du développement et au rythme de croissance, qui sont :

5.2.1. La période végétative

Cette période s'étend de la germination jusqu'à la ramification à l'apex initie des nœuds à chaque nœud, il y a initiation d'une feuille (ITGC.,2001).

La levée, est l'apparition des plants à la surface du sol elle peut être retardée par les basses températures, dans ce stade on observe l'apparition de la première feuille. (KECHACHE., 2005).

La ramification est marquée dès que la première tige se développe alors à partir d'un bourgeon de la base et les premières nodosités se forment, l'élongation des entrenœuds se fait progressivement (KECHACHE., 2005).

5.2.2. La période de reproduction

Selon ALLALI et *al.* (2007), le délai de **la floraison** a été déterminé en retenant le nombre de jours séparant le semis et celui où 50% de fleurs sont épanouies. elle commence du nœud inférieur.

La fructification, concerne le début de formation de gousse ou bien l'apparition de fructification (transformation des fleurs en gousses) (KECHACHE., 2005).

La maturité, est définit comme étant le stade caractérisé par la chute des feuilles ; nécrose de l'extrémité de la gousse ; brunissement du point de jonction entre le grain et l'épicarpe de la gousse.

La durée de la période reproductrice durée est considérée comme étant le nombre de jours après l'apparition des premières fleurs jusqu'à la récolte finale (KECHACHE., 2005).

6. Les exigences écologiques du pois chiche

Le pois chiche pousse et produit dans un intervalle de 100 à 250 mm de **pluviométrie** (SINHA., 1980). Comme pour toutes les cultures, la pluviométrie en elle même n'a pas de signification si l'on ne tient pas compte de sa répartition, de l'infiltration et de la capacité de rétention du sol.

Pour la **température**, il est assez exigeant en chaleur, la T° minimale pour la germination est de 5°C, et la T° optimale entre 18-32°C pour la croissance (KECHACHE., 2005).

Alors que pour le **choix des terres**, le pois chiche exige les terres à blé dur (en générale les terres céréalières). Le proscrire des terres trop calcaire, car sa culture sur de telles parcelles, aboutit à l'obtention de graines de très mauvaises cuisson, éviter les sols trop fertiles qui favorisent la végétation au détriment du grain, les sols trop calcaire, et les sols à faible réserve utile (ITGC, 2003).

7. Les exigences en éléments minéraux du pois chiche

Le pois chiche exige le **potassium** qui favorise la formation des grains des fruits et qui existe dans la solution du sol en très petite quantité, (ITGC., 2003). Alors que la fertilisation azotée n'est nécessaire que pour favoriser le départ de l'activité des nodosités

puisque pois chiche est comme les autres légumineuses, il assure une bonne partie de sa nutrition azotée grâce à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique (ALLALI *et al.*, 2007), et le **phosphore**, qui favorise le développement des racines au cours de la végétation, sa présence en quantité suffisante à la disposition de la plante est marquée par une augmentation des rendements. Une carence en phosphore provoque souvent un ralentissement de la croissance et un retard de maturité (MESSKINE., 1998).

8. Les zones principales de la production du pois chiche en Algérie

On connaît quatre zones principales de culture de pois chiche en Algérie (BENZOHR., 2009) :

- Plaines littorales et sublittorales (pluviométrie, plus de 600 mm/an).
- Plaines d'altitude 700 à 900 m (pluviométrie plus de 600 mm/an).
- Hautes plaines telliennes (pluviométrie entre 400 et 600 mm/an).
- Plaines basses telliennes (pluviométrie entre 400 et 500 mm/an) (TLEMSANI., 2010).

9. Importance Du Pois Chiche

9.1. Dans le monde

Selon FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) et en anglais (Food and Agriculture Organisation), les grands pays producteurs du pois chiche sont les suivants :

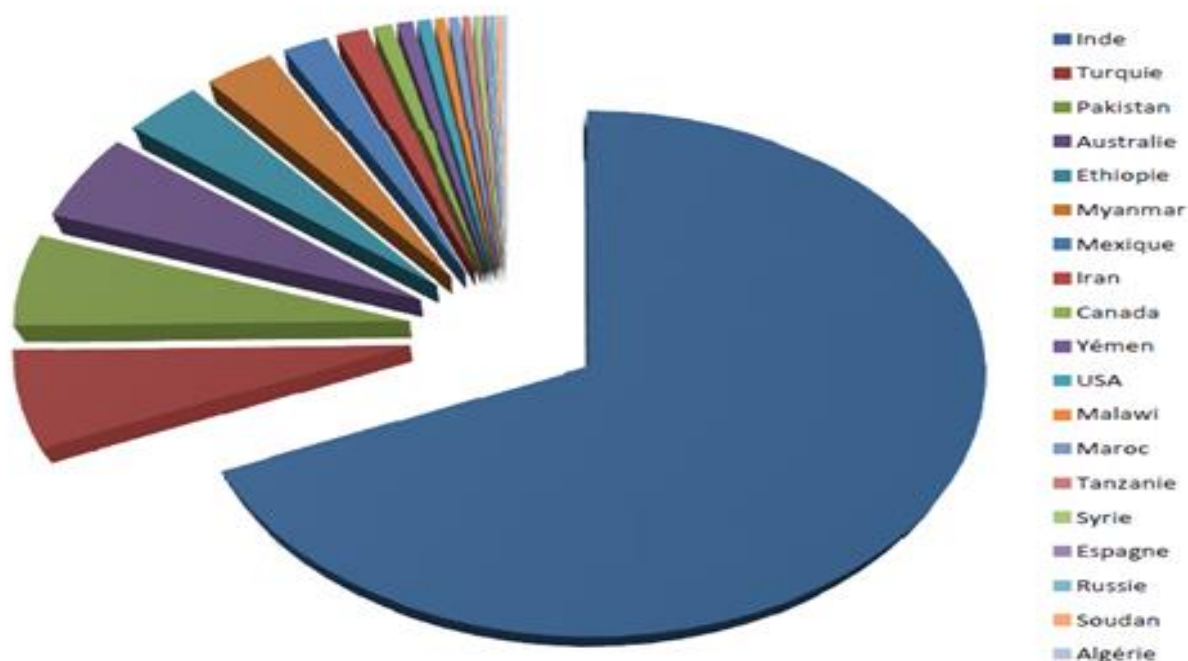


Fig. 5 - la production mondiale du pois chiche en (tonnes) 2008 (FAO., 2011).

L'Inde est non seulement le plus important producteur de légumineuses alimentaires au monde, mais également le plus important consommateur.

Canada est devenu en 2000-2001 un important exportateur de pois chiches, avec des exportations évaluées à 106 millions de dollars.

L'évolution de la production du pois chiche dans le monde en (tonnes) durant la période 1999-2008 est présentée dans la figure 6.

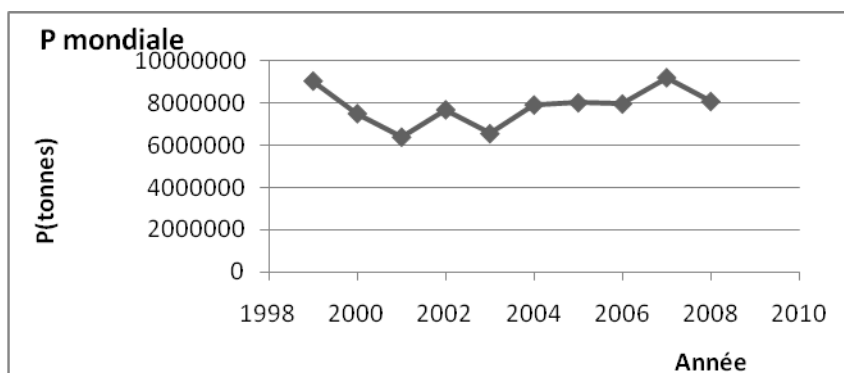


Fig. 6 - L'évolution de la production du pois chiche dans le monde en (tonnes) 1999-2008 (ITGC .,2009)

La production mondiale est estimée à environ 7 millions de tonnes pour une superficie de 10 millions d'hectares. Mais selon les estimations, les superficies étaient très limitées en 2003, elles étaient de l'ordre de 9900 kha jusqu'au 2006 ont atteint 10800 kha. Au cours de ces dernières années la production mondiale a connu des hauts et des bas allant de 6,7 million de tonnes (MT) en 2000-2001 à 9,5 MT en 1998-1999. Durant cette période, l'Inde représentait entre 60% à 70% de la production mondiale constituée de 75% de Desi et de 25% de kabuli.

9.2. En Algérie

Le pois chiche en Algérie occupe la 2^{ème} position après la fève dans la période entre 1994-2008 comme il est indiqué dans la figure 8 d'une superficie de 19290 en 1994 à 4600 en 2008 (ITGC., 2009).

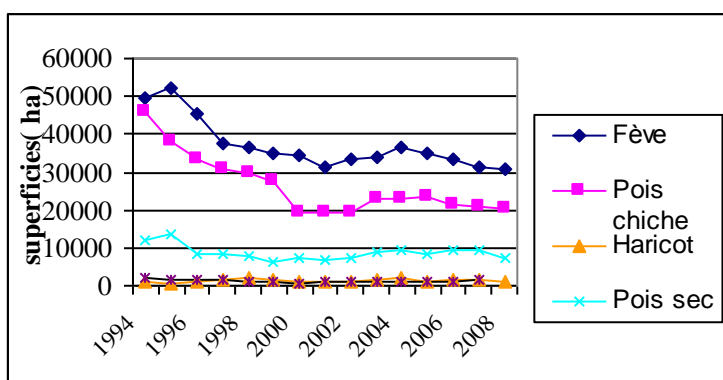


Fig. 7- L'évolution des superficies du pois chiche par rapport aux autres légumineuses (ITGC., 2009).

CHAPITRE II

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CHAPITRE II – MATERIEL ET METHODES

5. Site de l'expérimentation

La partie expérimentale est conduite à l'INRA ouest (institut national de la recherche agronomique), unité de recherche Ouest (URO) à Sidi bel Abbès.

6. Matériel utilisé

➤ Les graines du pois chiche

Les caractéristiques des dix variétés du pois chiche sont citées dans le tableau 02.

Tableau 2- Caractéristiques des variétés utilisées.

VARIETES	ORIGINE	POIDS DE 100 GRAINES	COULEUR DE GRAINES	COULEUR DE FLEURS	PORT
ILC 482	ICARDA	34	beige clair	Blanches	SEMI ERRIGE
ILC 32-79	ICARDA	23	beige clair	Blanches	érigé
ZOUAOUI	LOCALE	41	beige clair	Blanches	étalé
ICC 4107	ICRISAT	17,66	MARRON	Blanches	SEMI ERRIGE
BENAZZOZ	Locale	39,8	beige clair	Blanches	SEMI ERRIGE
ILC 607	ICARDA	37	beige clair	Blanches	SEMI ERRIGE
REGUIG	Locale	25	beige clair	Blanches	SEMI ERRIGE
BELKHADEM	Locale	38	beige clair	Blanches	SEMI ERRIGE
ILC 603	ICARDA	24	beige clair	Blanches	SEMI ERRIGE
INRA 199	INRA FRANCE	19	NOIR	VIOLETTE	SEMI ERRIGE

Les variétés utilisées ont des origines différentes ; introduites dont l'origine est d'ICARDA et les locales sont récupérés des agriculteurs et leur multiplication s'est faite à l'INRAA de Sidi Bel Abbès.

➤ Les solutions salines

Les solutions d'arrosage sont préparées comme suite :

-Le témoin est constitué de l'eau distillée 0mM.l^{-1} de NaCl.

-Les concentrations 68 et 170mM.l^{-1} sont préparées à base d'eau distillée et de NaCl.

➤ Le sol

Le substrat utilisé est un mélange de $\frac{2}{3}$ du sol de l'INRAA avec $\frac{1}{3}$ du terreau. La texture du sol est du type argilo-limoneux (Conductivité électrique= 0.2mmhos/s , le $\text{pH}=8.85$).

7. Méthodes :

3.3. La germination du pois chiche

Dans le but de déterminer les effets néfastes de Na Cl sur la germination des graines de pois chiche, un essai de germination a été effectué sous différentes concentrations de chlorure de sodium.

3.3.1. La mise en germination

Les graines, au nombre de 10, sont désinfectées abondamment à l'hypochlorite de sodium à 8%, puis rincées à l'eau distillée.

Elles sont ensuite mises à germer dans des boîtes de pétri de 10 centimètres de diamètre, entre deux couches de papier filtre, celui-ci est humecté avec 15 ml d'eau distillée pour le témoin et avec 15 ml de l'une des solutions salées ayant les concentrations suivantes: 68 mM, , et 170 mM de Na Cl (figure 9).

La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine.

L'essai prend fin lorsqu'après deux comptages successifs aucune germination n'est enregistrée.

3.3.2. Le protocole expérimental

3.3.3. Les paramètres étudiés

Au cours de cet essai les paramètres étudiés sont:

➤ **Précocité de la germination**

En général, chaque espèce dispose d'une précocité de germination. Elle est exprimée par le taux des premières graines germées correspondant à l'intervalle de temps entre le semis et le début d'apparition de la racine à travers la membrane n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (RENARD., 1975).

➤ **Taux quotidien de la germination**

Le calcul du nombre des graines germées s'effectue d'une manière quotidienne ce qui nous donne ce paramètre : $Tg = Ni \times 100 / Nt$

➤ **Estimation du taux final de germination**

Taux de germination final: ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration saline qui présente la limite physiologique de germination des graines de pois chiche. Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur nombre total de graines.

Sur la base du nombre total de graines utilisées (Nt), nous calculons le pourcentage des graines en germination (Ni) selon la relation:

$$Tg = Ni \times 100 / Nt \quad (Tg : \text{taux de germination})$$

➤ **Cinétique de germination**

Est une courbe de germination qui décrit le déroulement de la germination du lot de semences considéré placé dans des conditions bien précises. Elle représente le plus souvent l'évolution des pourcentages de germination cumulés en fonction du temps. Cette cinétique est établie à partir des taux cumulés de graines germées c'est-à-dire la variation des taux de germination en fonction du temps exprimé en jours sous toutes les conditions de traitement testé.

Les courbes de germination donnent une idée complète de l'évolution de la germination d'un lot de semences placé dans des conditions déterminées.

➤ **La longueur de la racine**

La mesure de la longueur de la racine et de la tige est effectuée au dernier jour de la germination (le 26/01/2014) à l'aide du papier millimétrique.

3.4. Le stade jeune du pois chiche

3.2.1. Le semis du pois chiche

Le semis du pois chiche (06 variétés) a été réalisé à raison de deux graines par pot.

3.2.2. Le protocole expérimental

3.2.3. Application du stress

Le stress salin est appliqué le 19 mai jusqu'à le 02 juin 2014 en utilisant les concentrations suivantes :

le témoin, 34 mM.l⁻¹, 102 mM.l⁻¹, 136 mM.l⁻¹ et 170 mM.l⁻¹ afin de sélectionner la variété la plus tolérante.

Les échantillonnages ont été effectués après trois semaines de l'application du stress ; on a remarqué une entrée anticipée en sénescence qui se manifeste plus fréquemment chez les feuilles âgées.

3.2.2. Les paramètres étudiés

a. La longueur des tiges

Les mesures de la hauteur des tiges sont effectuées le dernier jour du stress à l'aide d'une règle millimétrique.

b. La chlorophylle

La photosynthèse n'est rendue possible grâce aux molécules absorbant la lumière : la chlorophylle a (pigment principal) et la chlorophylle b et les caroténoïdes (pigments accessoires). Ces pigments ont des pics d'absorption de la lumière différents (vers 450 nm et vers 650 nm pour chlorophylle a et b et vers 480-500 pour les caroténoïdes) ce qui permet une optimisation de l'utilisation du spectre solaire par la plante.

➤ Le protocole

La teneur en chlorophylle a et chlorophylle b, ainsi que la chlorophylle totale sont déterminés selon la méthode de LICHTEN THALER (1987) et SHABALA et *al* (1998).

➤ Extraction

100 mg d'échantillon frais coupé en petit fragments sont placés dans des tubes à essais on ajoute alors 10 ml d'acétone à 95%, l'ensemble est conservé à l'obscurité à 4°C pendant 48 heures.

➤ Dosage

Les concentrations de chlorophylle a et b sont effectués à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectives de 662 et 644 nm, l'appareil est étalonné avec la solution témoin à base d'acétone à 95%, les concentrations de la chlorophylle a et b et les chlorophylles totales sont calculées par :

$$\text{Chl a} = 9,784x \text{ Do (662)} - 0,99x \text{ Do (644)}$$

$$\text{Chl b} = 21,42x \text{ Do (644)} - 4,65x \text{ Do (662)}$$

$$\text{Chlorophylle totale} = \text{Chl a} + \text{chl b}$$

Do : densité optique **x** = xanthophylles **c** = caroténoïdes .

Les figures suivantes montrent les étapes avant et après l'extraction de la chlorophylle et la lecture.

c. La teneur relative en eau

Pour déterminer la teneur en eau des tiges et des racines les échantillons sont pesés avant et après séchage dans l'étuve à 80°. Et cela est représenté dans la figure n°

Les teneurs relatives en eau des plantules sont déterminées par le calcul de poids frais (PF) de chaque échantillon avant de mettre à sécher dans l'étuve à 80°C pendant 48 heures. Le poids sec est ensuite déterminé (PS) et la teneur relative en eau est calculée par la formule de (MONNEVEU, 1991)

$$\text{TE} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PF}} \times 100$$

8. Traitement statistique

Les résultats obtenus sur quatre répétitions sont statistiquement analysés à l'aide du test de NEWMAN KEULS de 5% pour évaluer l'effet de la salinité sur les variétés du pois chiche.

Clicours.COM

CHAPITRE III

RÉSULTATS

I)- Caractéristiques de la germination des graines

a- Effet de la salinité sur la précocité de la germination

Le nombre des graines germées est compté après 24 heures.

Il faut constater d'après la figure 19, que la variété ILC 482 est la plus précoce sous les trois traitements. Les taux sont de 63.33% pour les graines témoins, 56.66% pour 68 mM.l⁻¹ et 16.66% pour 170 mM.l⁻¹, la diminution est nette et elle est expliquée par l'effet de la salinité, pour les variétés : ILC 607 et ZOUAOUI les taux sont plus faibles.

Le taux de la variété BENAZOUZ sous la concentration 68mM.l⁻¹ est plus élevé par rapport au témoin, et seules 3.33% des graines ont germé en absence du sel pour la variété INRA 199.

Pour les autres variétés BELKHADEM, MARRON, ILC 603, REGUIG et ILC 32-79, aucune graine n'a germé après 24 heures. Cette absence de germination enregistrée pour ces variétés après 24 h montre qu'il y a une différence dans le pouvoir germinatif.

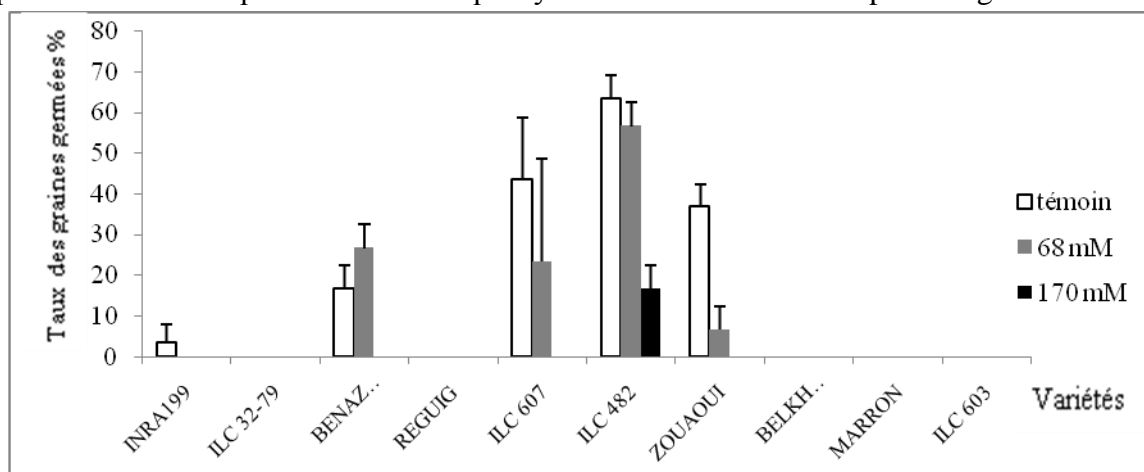


Fig. 19- Effet de la salinité sur la précocité de la germination des graines des variétés de pois chiche.

b- Effet de la salinité sur le taux quotidien de la germination

- Après 48 heures de mise en germination

Le nombre des graines germées après 48 heures est représenté dans la figure 20.

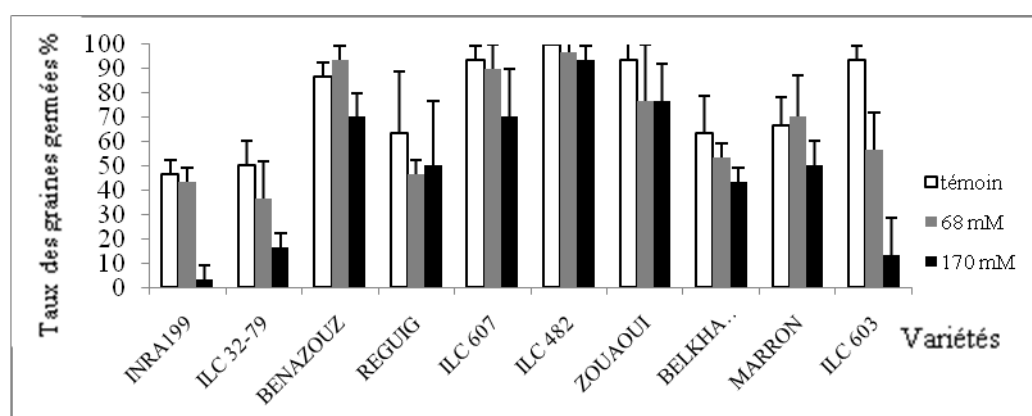


Fig. 20- Effet de la salinité sur le taux de la germination des graines des variétés de pois chiche après 48 heures.

D'après la figure 20, après 48 heures, les taux pour le témoin sont situés entre 46.66% pour la variété INRAA199 qui présente le taux le plus faible et 100% pour la variété ILC 482 qui a atteint son taux final. Pour les variétés ILC32-97, BELKHADEM REGUIG, MARRON, BENAZOUZ, ILC607 et ILC603, les taux sont respectivement 50 ; 63 ; 66 ; 86 et 93%.

Sous le traitement à 68 mM.l^{-1} une diminution dans le taux. Le plus faible est toujours enregistrée chez la variété INRAA199 (43%), et le taux le plus élevé chez la variété ILC482 (96%).

Sous la concentration 170 mM.l^{-1} , le taux pour l'ensemble des variétés est situé entre 3.33% et 93.33%, dont le plus faible est enregistré chez la variété INRAA 199 et le plus élevé chez la variété ILC 482. Pour les variétés BELKHADEM, ILC 603, ILC 32-79 et INRA 199, les taux sont inférieurs à 50% et localisés entre 3 et 43%.

- Après 72 heures de mise en germination

La figure 21 montre une évolution dans le taux de germination. La variété ILC 482 est la seule qui a atteint son taux final (100% des graines ont germées) pour les trois traitements appliqués, suivi par les trois variétés BENAZOUZ, ZOUAOUI et ILC 607 avec des taux supérieurs de 83 % sous les trois concentrations appliquées.

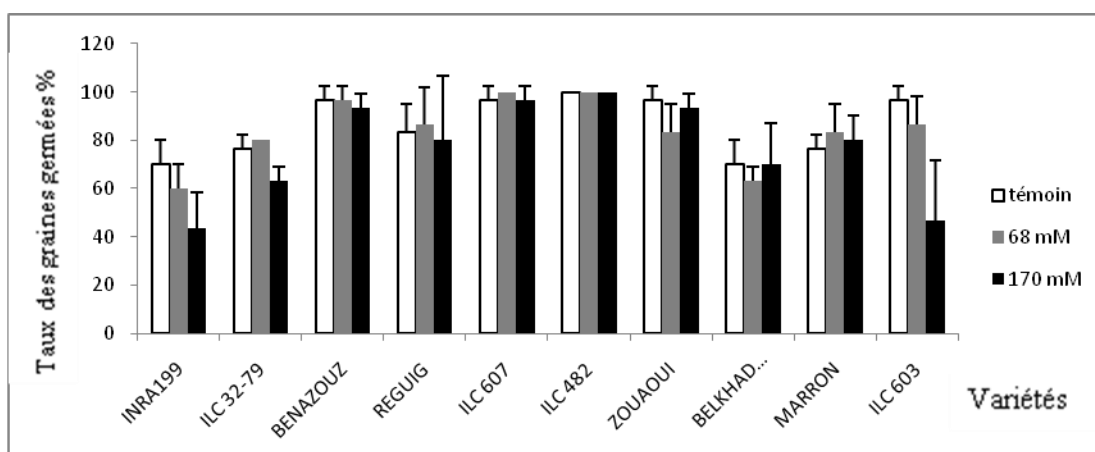


Fig.21- Effet de la salinité sur le taux de la germination des graines des dix variétés de pois chiche après 72 heures.

Pour REGUIG, MARRON, ILC 32-79 et BELKHADEM, les taux de germination après 72 jours se trouve dans un intervalle de 63 et 86 % en présence de 0 mM , 68 mM.l^{-1} et 170 mM.l^{-1} de NaCl . Pour INRAA 199 et ILC 603, les taux enregistrés sont entre 43 et 96 % pour tous les traitements. En plus, ces dernières enregistrent sous la concentration 170 mM.l^{-1} un faible taux représenté respectivement par les valeurs suivantes : 43 et 46 %, ce qui montre qu'il y a un effet de la salinité sur ces variétés.

- Après 96 heures de mise en germination

D'après la figure 22, les deux variétés ILC607 et ILC 482 ont atteint leur taux finaux sous les trois traitements, alors qu'une augmentation dans le nombre des graines germées est enregistrée pour les autres variétés après 96 heures.

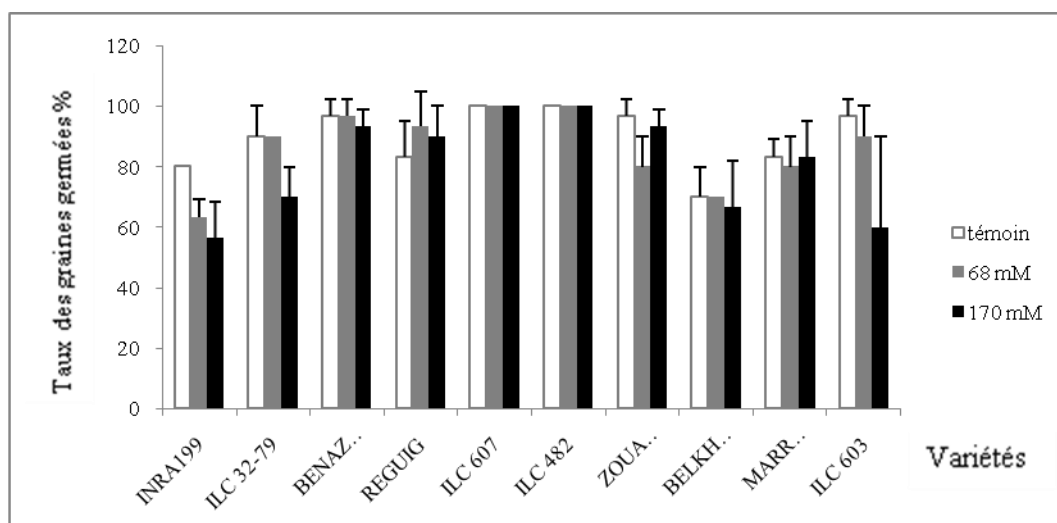


Fig.22- Effet de la salinité sur le taux de la germination des graines des variétés de pois chiche après 96 heures.

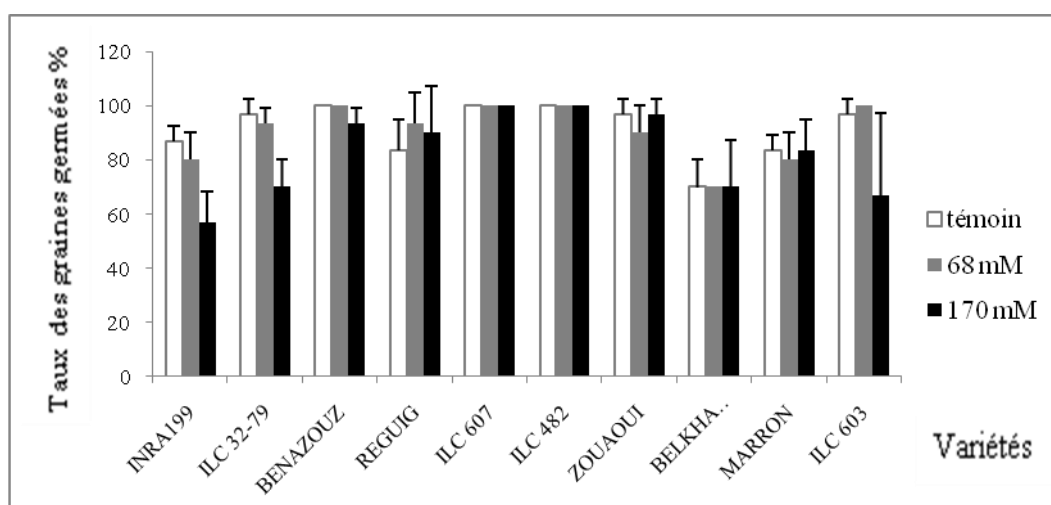
Pour la variété ZOUAOUI le taux enregistré sous la concentration 170 mM.l^{-1} (93.33%) est supérieur à celui sous 68 mM.l^{-1} (80%).

Chez BENAZOUZ, ILC 32-79 et REGUIG, les taux enregistrés après quatre jours sont plus importants par rapport aux trois premiers jours, les valeurs sont entre 70 et 96 %.

Enfin, les variétés MARRON et BELKHADDEM ont enregistré des valeurs entre 66 et 83 %, ce qui peut être expliqué par l'influence de la salinité et du caractère variétal.

c- Effet de la salinité sur le taux final de la germination

Le taux final est enregistré après la stabilité du nombre des graines germées et les résultats sont représentés dans la figure 23.



g. 23- Effet de la salinité sur le taux de la germination des graines des variétés de pois chiche après 168 heures (taux final).

Après sept jours, le bilan de la germination est représenté comme suit :

Les variétés INRA 199 et ILC 603 ont enregistré le taux le plus faible, les valeurs sont 56 et 66 % respectivement; ces variétés ont un faible pouvoir germinatif sous la concentration 170 mM.l⁻¹ de NaCl

Pour la variété BELKHADEM, ILC607, ILC482 le taux reste le même sous les trois concentrations, situé respectivement entre 70 et 100%. Pour les variétés, REGUIG et MARRON, les valeurs sont entre 80 et 96 %. La variété BENA ZOUZ a atteint les 100 % sous les traitements 0 et 68mM de NaCl, et 93% sous le traitement 170 mM de NaCl, ce qui peut être expliqué par le fait que la salinité n'a aucun effet sur le taux final de ces variétés.

d- Effet de la salinité sur la cinétique de la germination

L'effet de la salinité sur la cinétique de la germination est représenté dans la figure 24.

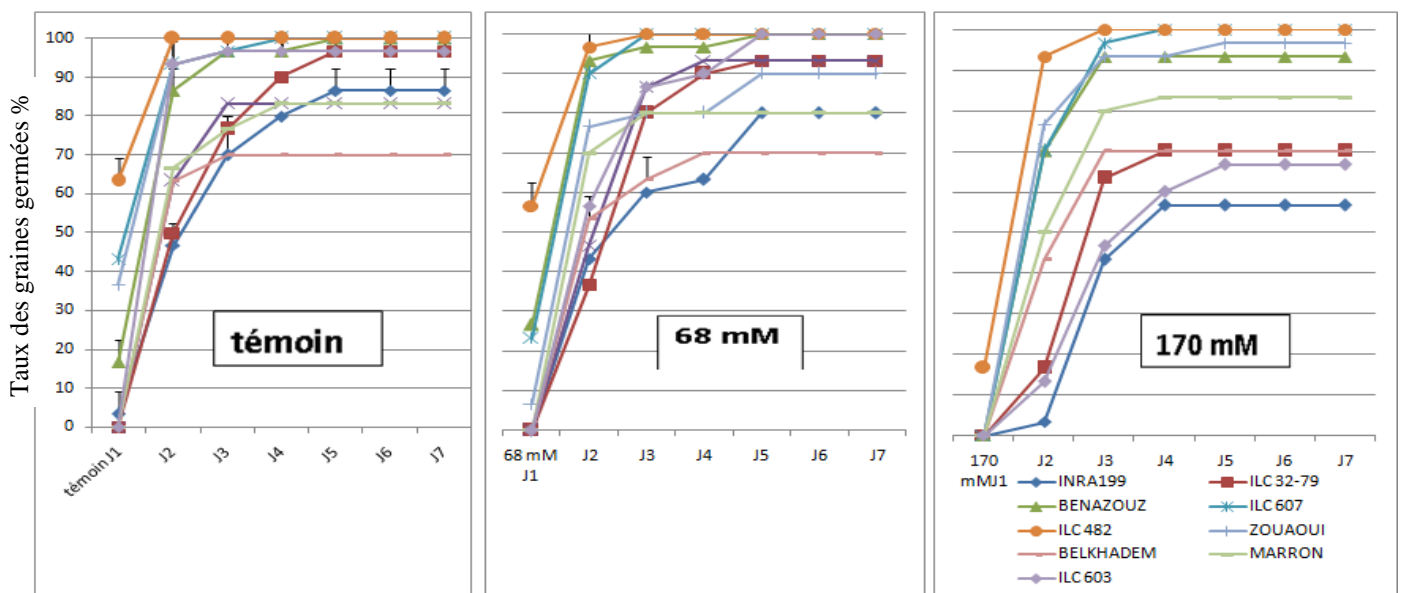


Fig. 24- Cinétique de la germination des graines des dix variétés de pois chiche sous salinité au NaCl.

La figure 24 montre que la durée de germination est différente d'une variété à l'autre. Des différences sont observées au sein de la même variété sous les différents niveaux de stress salin.

Les courbes de germination permettent de distinguer 3 phases.

- une phase de latence, nécessaire à l'apparition des premières germinations, au cours de laquelle le taux de germination reste faible. La durée de cette phase est variable selon la concentration de NaCl. Elle est courte, de l'ordre de 24 heures, chez les plantes témoins et celles cultivées à une concentration de 68 mM.l⁻¹ de NaCl. Mais, elle devient plus au moins longue, surtout chez les plantes soumises au traitement 170mM.l⁻¹ de NaCl pour lesquelles cette phase peut aller jusqu'à 36 heures.

Pour le premier jour après la mise en germination seule les variétés INRAA199, BENA ZOUZ, ILC607, ILC 482, et ZOUAOUI ont germé.

La variété BELKHADDEM présente la même durée de cette phase pour les trois traitements, on déduit que la salinité n'a aucun effet sur la cinétique de germination de cette variété. On peut constater que sous la concentration 170 mM.l⁻¹, la phase latence est plus longue seule la variété ILC 482 a germé après 24h, et son taux final n'est pas affecté par la salinité avec la variété ILC607, alors que pour les autres variétés il y a eu une diminution dans le nombre final des graines germées vis-à-vis de la salinité.

II)- Caractéristiques de croissance

a-Effet de la salinité sur la longueur de la racicule

Pour mieux étudier le comportement des dix variétés vis-à-vis du stress salin, la longueur de la racicule a été mesurée le dernier jour de l'expérimentation. Les résultats sont représentés dans la figure 25.

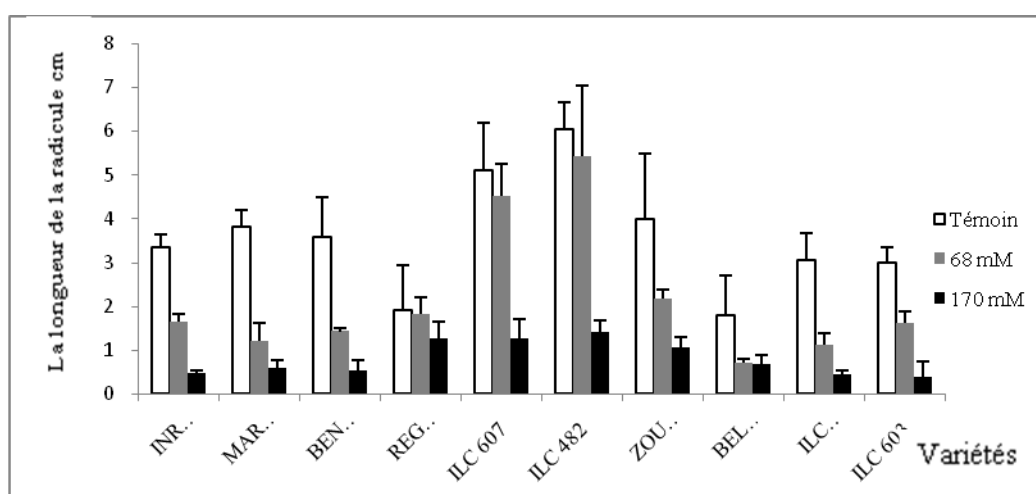


Fig. 25- Effet de la salinité sur la longueur de la racicule des variétés de pois chiche.

D'après la figure 25, l'effet de la salinité sur la longueur de la racicule est nettement observé.

Pour la variété ILC482 son taux final de la germination n'est pas affecté par la salinité, mais pour le paramètre longueur de la racicule, il y a une réduction significative, la même diminution est enregistrée pour l'ensemble des variétés.

- Analyse de la variance pour le paramètre longueur de la racicule

Les résultats de la longueur de la racicule font l'objet d'une analyse statistique pour classer les variétés selon leur tolérance vis-à-vis de la salinité.

Le dispositif expérimental adopté a été de type factoriel à deux facteurs (variété, salinité) et trois répétitions.

Les résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre longueur de la racicule sont représentés au tableau 3.

Tableau 3 - Analyse de la variance pour le paramètre longueur de la racicule.

	ddl	Carres moyens	Test f	Proba	E.T	C.V
Variance totale	89	2,96				
Variance f1	9	10.17	30.11	0,0000 HS		
Variance f2	2	58.66	173.68	0,0000 HS		
Variance inter f1*f2	18	1.88	5.57	0,0000 HS		
Variance bloc	2	0,78	2.32	0,1054 NS		
Variance résiduelle	58	0,34			0,58	25.0%

Moyenne générale : 02,32.

Les résultats de l'effet de l'augmentation de la salinité sont hautement significatifs sur la longueur de la racicule (Proba =0,0000).

- **TEST DE NEW MAN -KEULS -seuil: 5%.**

● **Facteur 1- Concentration.**

La longueur de la racicule entre les différentes concentrations est représentée au tableau 4.

Tableau 4- La longueur de la racicule entre les différentes concentrations.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	Témoin	3,68	A
2	68 mM.l ⁻¹	2.40	B
3	170 mM.l ⁻¹	0.89	C

Les différentes concentrations appartiennent aux 03 groupes homogènes différents, cela signifie que la longueur de la racicule diminue en augmentant la concentration du NaCl dans la solution d'arrosage.

● **Facteur 2- Variété.**

La longueur de la racicule entre les différentes variétés est représentée au tableau 5.

Tableau 5- La longueur de la racicule entre les différentes variétés.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes.
6	482	4,30	A
5	607	3,63	B
3	BEN	3,37	B
7	ZOUA	2,29	C
2	MARR	1.87	CD
1	603	1,82	CD
10	REG	1,71	CD
4	199	1,66	CD
9	32-79	1,53	CD
8	BEL	1,07	D

D'après le tableau 5, on peut distinguer que les variétés sont réparties en cinq groupes homogènes. La variété ILC 482 possède la longueur de la racicule la plus élevée

avec une moyenne de 4.30 cm, suivie par les deux variétés ILC607 et BENAZOUZ qui appartiennent au même groupe homogène, dont les moyennes sont de 3.63 et 3.37cm respectivement. La variété ZOUAOUI appartient au troisième groupe homogène avec une moyenne de 2.29 cm.

Alors que la différence entre les cinq variétés MARRON, ILC603, REGUIG, INRAA199et ILC32-79 est non significative puisqu'elles appartiennent au même groupe, homogène. La variété BELKHADEM appartient au groupe homogène dont la longueur de la radicule est la plus petite (1.07 cm).

A partir de l'analyse statistique sur le paramètre Longueur de la radicule, on peut sélectionner les variétés les plus tolérantes durant le stade germination pour passer à la deuxième phase de l'essai.

Les quatre variétés sont :ILC 482, ILC 607, BENAZOUZ et ZOUAOUI respectivement.

b)- Effet de la salinité sur la hauteur de la tige principale

La mesure de la longueur des tiges est effectuée à la fin du stress et les résultats sont représentés dans la figure 26.

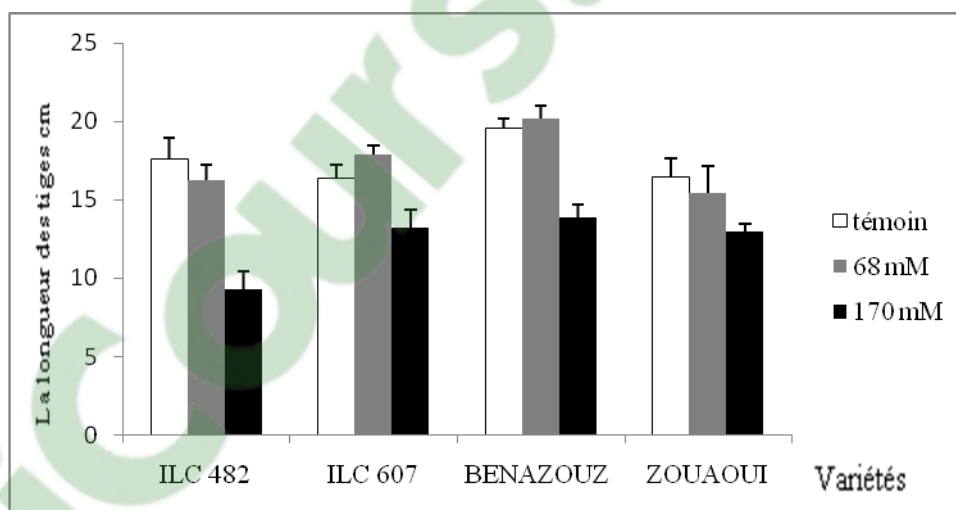


Fig. 26- La différence de la hauteur de la tige principale entre les quatre variétés de pois chiche.

D'après la figure 26, la hauteur de la tige principale des tiges des variétés ILC482 et ZOUAOUI est diminuée en augmentant la concentration de NaCl. Pour les variétés ILC 607, et BENAZOUZ la longueur de tiges pour la concentration 68mM.l⁻¹ est plus élevée par rapport au témoin, puis celle-ci est diminuée sous la concentration 170mM.l⁻¹.

- Analyse de la variance pour le paramètre La hauteur de la tige principale

L'analyse de la variance du paramètre 'longueur des tiges' est représentée au tableau 6.

Tableau 6- Analyse de la variance du paramètre longueur des tiges.

	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Variance totale	47	9.61				
Var facteur1	02	142.18	131.36	0.0000 HS		
Var facteur 2	03	27.47	25.38	0.0000 HS		
Var int F1*2	6	7.62	7.04	0.0001 HS		
Var résiduelle	36	1.08			1.04	6.6%

Moyenne générale : 15,75.

Les résultats obtenus lors de cet essai sont hautement significatifs (Proba =0.0000).

- TEST DE NEW MAN -KEULS -seuil: 5%.

•Facteur 1-salinité.

L'effet de la salinité sur la hauteur de la tige principale est représenté au tableau 7.

Tableau 7- l'analyse de la hauteur des tiges dans les différentes concentrations.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	Témoin	17.52	A
2	68 mM	17.42	A
3	170 mM	12.31	B

D'après le tableau 7, les concentrations sont réparties en 02 groupes homogènes.

La concentration 68 mM.l⁻¹ a causé une diminution non significative dans la hauteur des tiges principales par rapport au témoin ; ces deux concentrations appartiennent au même groupe homogène et leur moyennes sont très proches, de 17.52 et 17.42 cm. Le deuxième groupe homogène est constitué par la concentration 170 mM.l⁻¹ dont la longueur des tiges est la plus faible, avec une moyenne de 12.31 cm.

•Facteur 2- variétés.

Le classement des variétés selon la moyenne de la longueur de leurs tiges est représenté au tableau 8.

Tableau 8-la longueur des tiges des différentes variétés.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
3	Ben	17.84	A
2	607	15.83	B
4	Zou	14.95	C
1	482	14.39	D

D'après le tableau 8, le test montre que la différence entre les variétés est significative où on peut distinguer quatre groupes homogènes différents.

La variété BENAZOUZ possède la longueur des tiges la plus élevée (17.84 cm), suivie par les variétés ILC 607, ZOUAOUI, et ILC 482 qui possède les tiges les plus courtes (14.39 cm).

● **Interaction F1 *2**

L'interaction entre les deux facteurs est représentée ci-dessous dans le tableau 9.

Tableau 9- L'interaction entre les deux facteurs (salinité et variétés).

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
2	3	68M-BEN	20.15	A
1	3	TEM-BEN	19.55	A
2	2	68M-607	17.90	B
1	1	TEM -482	17.65	B
1	4	TEM-ZOU	16.48	BC
1	2	TEM-607	16.42	BC
2	1	68M-482	16.22	BC
2	4	68M-ZOU	15.43	C
3	3	170-BEN	13.83	D
3	2	170-607	13.18	D
3	4	170-ZOU	12.95	D
3	1	170-482	09.30	E

D'après le tableau 9, l'interaction facteur 1*2 est constituée de six groupes homogènes. La concentration 68mM et le témoin pour la variété BENAZOUZ appartiennent au 1^{er} groupe qui possède les tiges les plus longues, avec des moyennes de 20.15 et 19.55cm respectivement. Le deuxième groupe est constitué par la variété ILC607 sous la concentration 68 mM.l⁻¹ et témoin de la variété ILC482 avec des moyennes de 17.90 et 17.65 cm respectivement. Le troisième groupe est constitué par le témoin des variétés ZOUAOUI et ILC 607 et la variété ILC482 sous la concentration 68 mM.l⁻¹. Le quatrième groupe est constitué par la variété ZOUAOUI sous la concentration 68 mM.l⁻¹ avec une moyenne de 15.43 cm. Les cinquième et sixième groupes sont constitués par les quatre variétés sous la concentration 170 mM.l⁻¹, dont la variété ILC482 possède les tiges les plus courtes (9.30 cm).

III)-Caractéristiques biochimiques.

a)- Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle a.

La teneur en chlorophylle a entre les différentes variétés est représentée dans les histogrammes suivants :

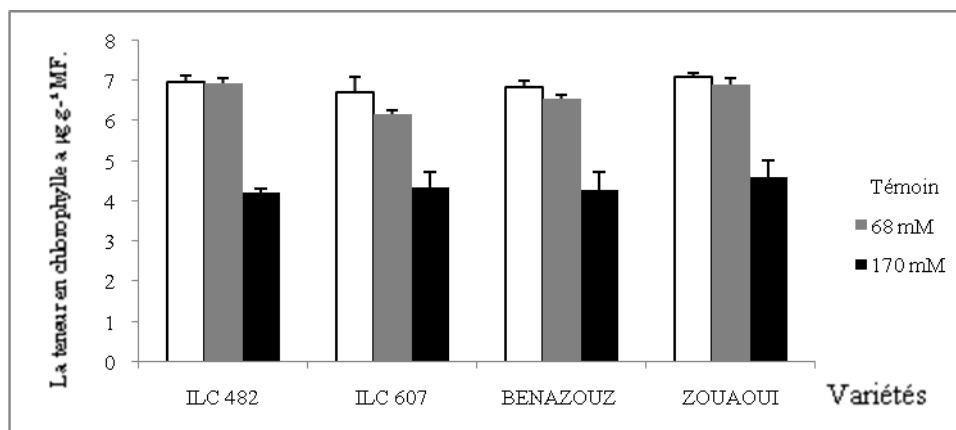


Fig.27- La teneur en chlorophylle a entre les différentes variétés.

D'après la figure 27, une régression dans la teneur en chlorophylle a suivant l'augmentation des traitements salins est marquée pour l'ensemble des variétés.

- Analyse de la variance pour le paramètre teneur en chlorophylle a

Elle est représentée dans le tableau 10.

Tableau 10- L'analyse de variance pour le paramètre teneur en chlorophylle a .

	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Variance totale	47	1.47				
Var facteur1	02	31.53	468.54	0.0000 HS		
Var facteur 2	03	0.94	13.90	0.0000 HS		
Var int F1*2	06	0.15	02.24	0.0609 NS		
Var résiduelle	36	0.07			0.26	04.3%

Moyenne générale : 06,10.

D'après le tableau 10 les résultats sont hautement significatifs pour les facteurs 1 et 2 sont, et non significatifs pour l'interaction.

- TEST DE NEW MAN KEULS seuil: 5%

• Facteur 1- Salinité.

La teneur en chlorophylle a entre les différentes concentrations est représentée au tableau 11.

Tableau 11- La teneur en chlorophylle a entre les différentes concentrations.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
1	TEM	07,05	A
2	68M	06,76	B
3	170	04,49	C

On peut observer trois groupes homogènes, la différence est significative entre toutes les concentrations dont chacune appartient à un groupe homogène. La moyenne la plus élevée est enregistrée chez le témoin ($7.05 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF) suivi par la concentration 68mM.l^{-1} avec une moyenne de $6.76 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF. Le dernier groupe est constitué par la concentration 170mM.l^{-1} dont la teneur en chlo a est la plus faible $04,49 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF.

La teneur passe significativement de 7.05 jusqu'à $4.49 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF.

• **Facteur 2- Variétés.**

La teneur en chlorophylle a entre les différentes variétés est représentée au tableau 12.

Tableau 12- La teneur en chlorophylle a entre les différentes variétés.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
3	BEN	06.41	A
4	ZOU	06.20	AB
1	482	06.05	B
2	607	05,74	C

Quatre groupes homogènes différents sont distingués, cela signifie que la différence entre les variétés est significative. La moyenne de la teneur la plus élevée est enregistrée chez la variété BENAZOUZ ($06.41 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF) , suivie par les variétés ZOUAOUI, ILC482, et ILC 607 avec une moyenne de 06.20 ; 06.05 ; $05.74 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF respectivement.

b)- Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle b

La teneur en chlorophylle b entre les différentes variétés est représentée dans la figure 28.

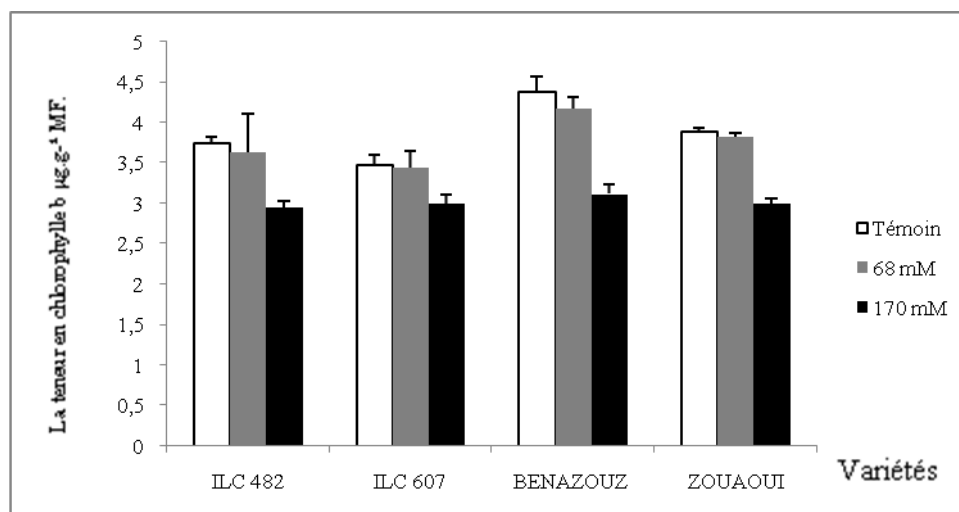


Fig.28- L'effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle b entre les différentes variétés.

D'après la figure 28, l'effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle b pour les quatre variétés est nettement clair.

- Analyse de la variance du paramètre teneur en chlorophylle b.

Tableau 13- L'analyse de la variance du paramètre « teneur en chlorophylle b ».

	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Variance totale	47	0,24				
Var facteur1	02	03.50	10.31	0,0000 HS		
Var facteur 2	03	0.74	23.48	0,0000 HS		
Var int F1*2	06	0,12	03.66	0,0062 HS		
var résiduelle	36	0,03			0,18	5,0%

Moyenne générale : 0 3,55.

L'analyse de variance de ce paramètre montre que la teneur en chlorophylle b est fortement conditionnée par les variations de la solution saline.

- TEST DE NEW MAN KEULS seuil: 5%.

• Facteur 1- Salinité.

L'effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle a est représentée au tableau 14.

Tableau 14- La teneur en chlorophylle -b- entre les différentes concentrations salines.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
1	TEM	03,87	A
2	68M	03,77	A
3	170	03.02	B

Deux groupes homogènes sont distingués dont le témoin et la concentration 68mM appartiennent au même groupe.

- **Facteur 2- Variétés.**

La teneur en chlorophylle b entre les différentes variétés est représentée au tableau 15.

Tableau 15- La teneur en chlorophylle b entre les différentes variétés.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
3	BEN	03.89	A
4	ZOU	03.57	B
1	482	03.44	BC
2	607	03.31	C

Les quatre variétés appartiennent aux quatre groupes homogènes ce qui signifie que la différence entre eux est significative.

- **INTERACTION F1*2.**

L'interaction est représentée au tableau 16.

Tableau 16- L'interaction facteur 1*2.

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	3	TEM-BEN	04.38	A
2	3	68m-BEN	04.18	A
1	4	TEM-ZOU	03.88	B
2	4	68m-ZOU	03.82	B
1	1	TEM-482	03.75	BC
2	1	68m-482	03.75	BC
1	2	TEM-607	03.48	C
2	2	68m-607	03.45	C
3	3	170-BEN	3.12	D
3	4	170-ZOU	3.00	D
3	2	170-607	3.00	D
3	1	170-482	2.95	D

L'interaction salinité – variétés est répartie en cinq groupes homogènes. La teneur la plus élevée en chlorophylle b est enregistrée chez le témoin et la concentration 68mM.l⁻¹ de la variété BENAZOUZ, et les teneurs les plus faibles sont enregistrées chez les quatre variétés sous la concentration 170mM.l⁻¹.

c)- Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle totale.

L'effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle totale est représentée dans la figure 29.

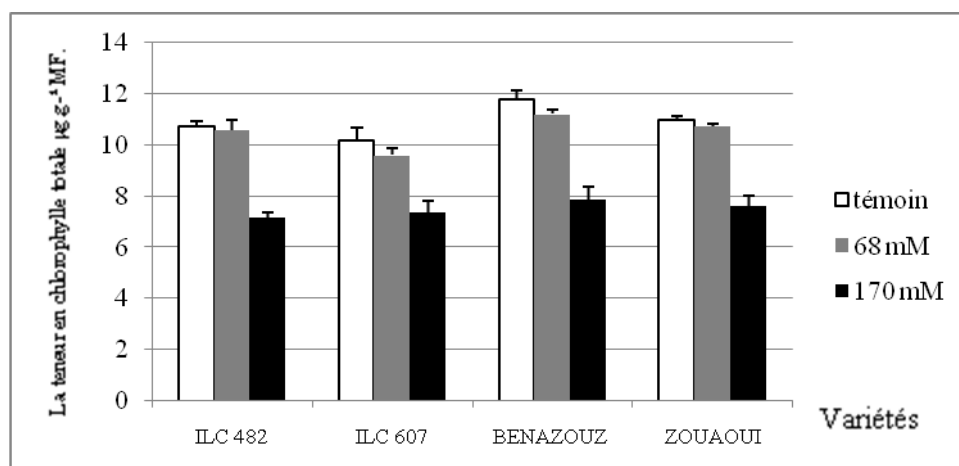


Fig.29- Effet de la salinité sur la teneur en chlorophylle totale.

Il ressort de la figure 29 l'influence dépressive de la salinité sur la teneur en chlorophylle totale.

- Analyse de la variance pour le paramètre chlorophylle totale .

Analyse de la variance pour le paramètre chlorophylle totale est représentée au tableau 17.

Tableau 17-Analyse de la variance pour le paramètre chlorophylle totale .

	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Variance totale	47	02.72				
Var facteur1	02	56.06	03.09	0.0000 HS		
Var facteur 2	03	03.19	28.59	0.0000 HS		
Var int F1*2	06	0.36	03.23	0.0121 S		
Var résiduelle	36	0.11			0.33	03.5%

Moyenne générale : 09.65.

Les résultats sont hautement significatifs.

- TEST DE NEW MAN KEULS seuil: 5%

• Facteur 1- Salinité.

L'effet des concentrations salines sur la teneur en chlorophylle totale est figuré dans le tableau 18.

Tableau 18 -L'effet des concentrations salines sur la teneur en chlorophylle totale.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
1	TEM	10.92	A
2	68M	10.53	B
3	170	07.50	C

Trois groupes homogènes sont identifiés ce qui est expliqué par le fait que la différence entre les concentrations est significative. La teneur la plus élevée est enregistrée chez le témoin (10.92 $\mu\text{g.g}^{-1}$ MF), suivie par les deux concentrations 68 mM.l^{-1} et 170 mM.l^{-1} .

• **Facteur 2- Variétés**

L'effet de la salinité sur les variétés est représenté au tableau 19.

Tableau 19-L'analyse de la teneur en chlorophylle totale entre les différentes variétés.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
3	BEN	10.28	A
4	ZOU	09.77	B
1	482	09.50	B
2	607	09.05	C

On distingue d'après le tableau 20 trois groupes homogènes différents, et donc la différence entre les variétés est significative. La teneur la plus élevée est enregistrée chez la variété BENAZOUZ (10.28 $\mu\text{g.g}^{-1}$ MF), suivie par les deux variétés ZOUAOUI et ILC482 qui appartiennent au même groupe homogène. Le dernier groupe ayant la teneur la plus faible est constitué par la variété ILC607 avec une moyenne de 09.05 $\mu\text{g.g}^{-1}$ MF.

• **INTERACTION F1*2**

L'interaction facteur 1*2 est représentée au tableau 20.

Tableau 20-L'interaction facteur 1*2.

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	3	TEM-BEN	11.77	A
2	3	68m-BEN	11.21	B
1	4	TEM-ZOU	10.98	B
2	4	68M-ZOU	10.73	BC
1	1	TEM-482	10.73	BC
2	1	68M-482	10.59	BC
1	2	TEM-607	10.19	C
2	2	68m-607	09.6	D
3	3	170-BEN	07.87	E
3	4	170-ZOU	07.60	EF
3	2	170-607	07.36	EF
3	1	170-482	07.18	F

pour le paramètre teneur en chlorophylle totale, huit groupes homogènes ont été identifiés pour l'interaction entre les facteurs variétés et concentrations salines. Le témoin de la variété BENAZOUZ possède la teneur la plus élevée en chlorophylle totale avec une moyenne de 11.77 $\mu\text{g.g}^{-1}$ MF.

IV)- Caractéristiques hydriques

1. La teneur en eau des tiges

Selon la figure 30, on peut constater que la salinité a causé une diminution de la teneur en eau des tiges des quatre variétés, et que les tiges de la variété BENAZOUZ possèdent la teneur la plus élevée en eau.

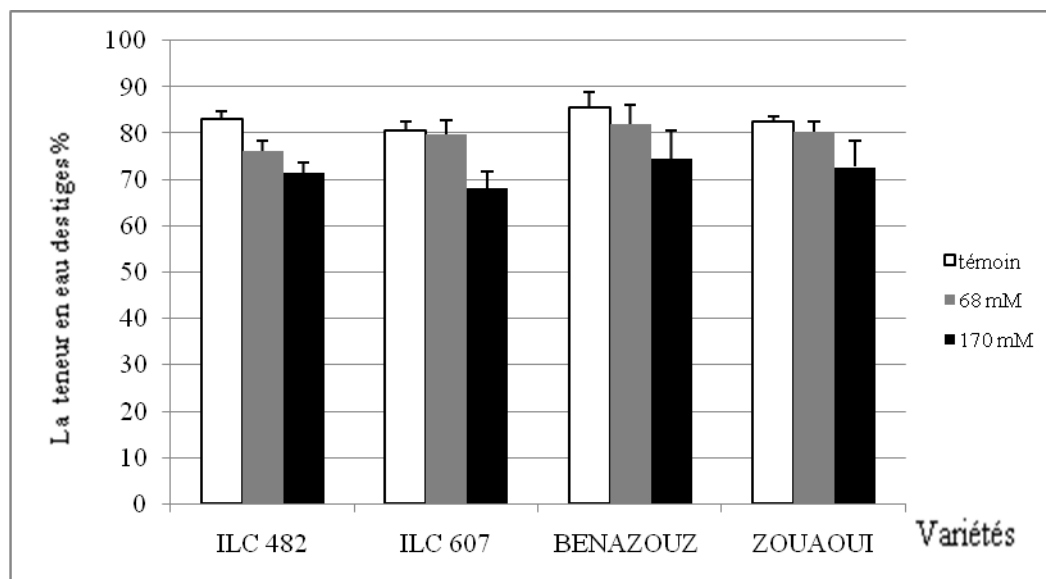


Fig.30- l'effet de la salinité sur la teneur en eau des tiges.

La figure 30 relève que l'intensification du traitement salin sur les quatre variétés de pois chiche s'accompagne d'une diminution du niveau d'hydratation des tissus.

- L'analyse de la variance pour le paramètre teneur en eau des tiges

Tableau 21-L'analyse de la variance pour le paramètre Teneur en eau des tiges .

	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Variance totale	47	35.61				
Var facteur1	03	46.28	04.06	0.0146 S		
Var facteur 2	02	526.90	46.20	0.0000 HS		
Var int F1*2	06	10.09	0,88	0.5180 NS		
Var.BLOCS	03	14.72	01.29	0.2935 NS		
Var résiduelle	33	11.40			3.38	04.3%

Moyenne Générale : 78.08.

- TEST DE NEW MAN KEULS seuil: 5%.

• Facteur 1- Salinité.

Pour le facteur salinité les résultats sont non significatifs. On remarque également que le traitement salin n'a pas causé une réduction significative de la teneur en eau.

• **Facteur 2- Variétés**

Tableau 22 -La teneur en eau des tiges des différentes variétés.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
3	BEN	80.67	A
4	ZOU	78.50	B
1	482	76.92	B
2	607	76.25	B

D'après l'analyse statistique, deux groupes différents ont été identifiés le premier est constitué par la variété BENA ZOUZ et le deuxième par les autres variétés.

2. Teneur en eau des racines

Teneur en eau des racines est représentée dans la figure 31.

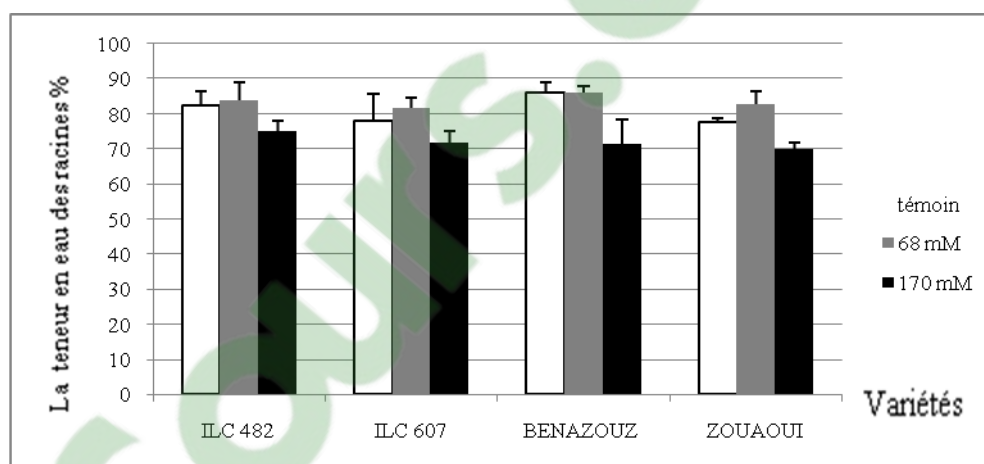


Fig.31-l'effet de la salinité sur la teneur en eau des racines.

Selon la figure 31, pour le facteur salinité il existe une différence de la teneur en eau entre les différents traitements mais d'après l'analyse statistique elle est non significative. Tandis que pour le facteur variétés la teneur la plus élevée est enregistrée chez la variété BENA ZOUZ (=80.67% d'après le tableau 23).

- **Analyse de la variance du paramètre teneur en eau des racines.**

Tableau 23 -L'analyse de la variance pour le paramètre teneur en eau des racines.

	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Variance totale	47	44.63				
Var facteur1	02	155.02	8.58	0.0011HS		
Var facteur 2	03	32.28	1.79	0.1677 NS		
Var int F1*2	06	176.05	09.74	0.0000 HS		
Var BLOCS	03	12.67	0.70	0.5616 NS		
Var résiduelle	33	18.08			04.25	05.4%

Moyenne Générale : 78.92.

- **TEST DE NEW MAN KEULS seuil: 5%**

• **Facteur 1- Salinité.**

La différence de la teneur en eau des tiges entre les 03 traitements est représentée au tableau 24.

Tableau 24-la différence de la teneur en eau des tiges entre les 03 traitements.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
1	68M	81.44	A
2	TEM	79.88	A
3	170	75.44	B

Les résultats de l'estimation de ce paramètre montrent une diminution de la teneur en eau aux lots stressés à 170mM.l⁻¹.

On distingue deux groupes homogène le premier auquel appartiennent les deux traitements 68mM.l⁻¹ avec la moyenne de la teneur en eau la plus élevée (81.44%) et le témoin avec une moyenne de 79.88% et la concentration 170mM.l⁻¹ appartiennent au deuxième groupe avec la moyenne la plus faible 75.44%.

• **Facteur 2- Variétés**

D'après le test NEW MAN KEULS seuil:5%, la différence entre les variétés est non significative.

• **INTERACTION F1*2**

L'interaction F1*2 pour le paramètre teneur en eau des racines est représentée au tableau 25.

Tableau 25-l'interaction F1*2 pour le paramètre teneur en eau des racines.

F1	F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes
1	3	68Mm- ZOU	86.25	A
2	3	68m-BEN	86.00	A
1	4	TEM-607	84.00	AB
2	4	170-BEN	82.75	AB
1	1	TEM-482	82.25	AB
2	1	68M-482	81.75	AB
1	2	TEM-ZOU	78.00	ABC
2	2	170-607	77.50	ABC
3	3	TEM-BEN	75.25	BC
3	4	68mM-607	71.75	C
3	2	170-482	71.50	C
3	1	170-ZOU	70.00	C

pour le paramètre teneur en eau des racines, l'interaction F1*2 révèle cinq groupes homogènes, dont les variétés ZOUAOUI et BENAZOUZ sous la concentration 68 mM.l⁻¹ appartiennent au groupe qui possède la moyenne la plus élevée (86.25%), alors que le groupe

auquel appartiennent : la variété ILC 607 sous la concentration 68 mM.l^{-1} et les deux variétés ILC482 et ZOUAOUI sous la concentration 170 mM.l^{-1} possède la moyenne la plus faible, une chute de 16.25% est enregistrée entre le premier et le dernier groupe.

DISCUSSION ET
CONCLUSION
GÉNÉRALE

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

Le travail entrepris se fixe comme objectif, d'étudier et de dégager les critères d'évaluation du degré de tolérance de dix variétés de pois chiche, aux contraintes salines lors du stade germinatif. Afin de sélectionner les variétés les plus tolérantes à partir d'un traitement statistique des données.

Les observations au cours du stade germination en boîtes de pétri durant une semaine, et au cours du stade jeune en pots durant 12 jours de stress, montrent des variations dans le comportement des variétés du pois chiche. Ces variétés n'avaient pas la même précocité, taux final, cinétique, longueur de leur racicule, longueur des tiges, teneur en chlorophylle a, b, et totale et la teneur en eau des tiges et des racines.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'effet de la salinité sur les caractéristiques de la germination, les caractéristiques de croissance et hydriques.

La variété ILC 482 est la plus précoce en réponse aux trois traitements suivie par les variétés ILC 607, BENAZOUZ et INRAA1990. Aucune graine n'a germé pour les variétés BELKHADEM, MARRON, ILC 603 et ILC 32-79 après 24 heures. L'effet de la salinité est enregistré par la réduction du nombre des premières graines germées, ceci peut être expliqué par le fait que la salinité affecte tous les processus de germination, suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible à cette dernière, pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon (MAAS et POSS, 1989).

Le démarrage de la germination a été rapide en absence de sel, et un retard dans l'initiation du processus germinatif sous la concentration 170 mM.l^{-1} et le délai avant l'apparition des premières graines (phase de latence) augmente avec la concentration du NaCl dans la solution d'arrosage.

Ce retard de la germination des graines ainsi que la diminution de la moyenne de germination journalière de l'ensemble des variétés avec la concentration en NaCl sont expliqués par le temps nécessaire à la graine de mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne (JAOUADI et *al.* (2010). AZAIZEH et *al.* (1992) ont démontré que le NaCl a des effets néfastes sur le transport de l'eau dans les cellules de la racicule. Par ailleurs, le NaCl affecte la perméabilité de la membrane plasmique en augmentant l'influx des ions externes et l'efflux des solutions du cytosol (ALLEN et *al.*, 1995). Selon les travaux de LEVIGNERON et *al.* (1995), la germination des tubercules de pomme de terre peut être retardée de 3 à 7 jours selon le degré de salinité du sol. ASHRAF et *al.* (2002), HAJLAOUI et *al.* (2007), ATIA et *al.* (2011) rapportent que la sensibilité des graines durant la germination est due principalement à l'effet de la salinité sur la mobilisation des réserves. Le ralentissement de la mobilisation des réserves est due soit au retard de l'activation ou de la synthèse des hydrolases ou bien à l'inhibition du transfert des produits de l'hydrolyse de l'endosperme à l'embryon (OLIVEIRA et *al.*, 1998; SEBEI et *al.*, 2007).

Les résultats du taux final de la germination présentent la réponse génotypique de la germination au stress salin. On remarque que dans le milieu contenant 68 mM.l⁻¹ de chlorure de sodium la capacité germinative pour la plupart des génotypes n'est pas affectée et les valeurs enregistrées sont proches des valeurs obtenues chez les plantes témoins. Pour la variété BELKHADEM le taux final sous les trois traitements est de 70% ce qui peut être expliqué par le fait que son pouvoir germinatif est faible.

Le taux final pour sept variétés (BELKHADEM, ILC607, ILC482, MARRON, BENAZOUZ, REGUIG et ZOUAOUI) n'est pas affecté par la salinité. Nos résultats sont en accord avec DUA (1992) qui a montré que le taux final de germination des génotypes de pois chiche étudiés n'avait pas diminué avec l'augmentation de la salinité. Par contre pour les trois autres variétés ILC32-79, ILC603, INRAA199, le taux final est affecté ; cette diminution du taux final avec l'augmentation de la concentration saline correspond soit à une augmentation de la pression osmotique externe, ce qui affecte l'absorption de l'eau par les graines et/ou à une accumulation des ions K⁺ et Na⁺ dans l'embryon (MWALE et al., 2003). Les résultats indiquent également que certains écotypes de *Trifolium isthmocarpum*, *Trifolium cherleri* et *Lotus. ornithopodioide* sont arrivés à germer aux plus fortes concentrations de NaCl avec une diminution du taux de germination de 50% par rapport à leurs témoins (ROGERS et al, 2006). Selon TAFFOUO et al. (2008), le taux de germination peut être utilisé comme critère précoce de sélection des légumineuses tolérantes à la salinité.

L'effet de la salinité sur la croissance de la racicule est significatif. Pour la variété ILC482 son taux final de la germination n'est pas affecté par la salinité mais la longueur de la racicule est affectée. Cette diminution de la longueur est enregistrée chez toutes les variétés ; ce paramètre permet de conclure que l'ensemble des variétés germent mieux en absence de salinité. Selon GOMES et al. (1983) l'émergence de la racicule serait contrôlée par l'osmolarité du milieu pendant la germination, alors que la croissance ultérieure de la plantule serait limitée par la mobilisation et le transport des réserves vers l'axe embryonnaire. Une telle situation pourrait s'expliquer par le fait que le stress salin affecte considérablement la croissance du système racinaire (AZEVEDO et al ., 2004). En concordance avec les résultats d'El MIDAOUI et al. (2007), qui constataient que chez les génotypes de tournesol étudiés, le sel a réduit significativement la longueur et le volume racinaires avec toutefois, une réduction plus importante du volume racinaire. Plus tard pour AROUS (2009), chez le haricot (*Phaseolus Vulgaris* L), les résultats ont montré d'importantes variations de longueur à travers les différents traitements salins, d'une manière générale, c'est au niveau du lot témoin que les valeurs des longueurs sont les plus élevées.

Les résultats obtenus pour ce dernier paramètre montrent que le pois chiche est une plante sensible à l'action du NaCl au stade germination à des concentrations de sel qui atteignent les 170 mM.l⁻¹, ce sont des indicateurs intéressants pour élucider davantage la relation du stress salin et le comportement des graines des dix variétés du pois chiche.

L'étude de quatre variétés sélectionnée lors du stade jeune d'après les paramètres utilisés pour évaluer leur réponse vis-à-vis de la salinité, il en résulte que :

Pour la hauteur des tiges principales, la différence entre le témoin et la concentration 68 mM.l^{-1} est non significative. Par contre la concentration 170 mM.l^{-1} a causé une diminution significative dans la longueur des tiges de l'ensemble des variétés. Alors que la différence entre les variétés est significative où on peut distinguer quatre groupes homogènes différents. La variété Benazouz possède la longueur des tiges la plus élevée suivi par les variétés ILC 607, ZOUAOUI, et ILC 482 à tiges les plus courtes.

Les mêmes résultats ont été signalés par ROMERO-ARANDA *et al.* (2001) qui ont constaté une réduction de croissance de plantes en raison de la salinité, chez la tomate. Le stress salin modéré n'affecte pas la longueur de l'hypocotyle mais à concentration plus élevée (50 mM), une chute de la croissance en hauteur. Chez quelque variété de blé a été rapportée par BENNACER *et al.*, (2001). Les mêmes tendances ont été observées chez le coton (MELONI *et al.*, 2001), la betterave (GHOULAM *et al.*, 2002), le trèfle (BEN KHALED., 2003).

La présence de sel dans les milieux de culture exerce divers effets sur la croissance des plantes et sur la qualité de la production. Ainsi elles peuvent manifester des formes adaptatives telles que le faible allongement des organes et de leur ramification. Le raccourcissement des entre-nœuds et des tiges et la diminution de la surface foliaire (HAJLAOUI *et al.* , 2007) .IBN MAAOUIA-HOUIMLI *et al.*(2011) ont indiqué que les plantes de piment répondent aux différentes concentrations de NaCl par une réduction de la hauteur de la partie aérienne d'autant plus importante que la concentration en sel est élevée.

La diminution de la hauteur des tiges est expliquée par le fait que le NaCl empêche la croissance en réduisant la division et l'élargissement des cellules (SOBHANIAN *et al.*, 2010 ; MOHAMMED *et al.*, 2012). Selon SAIDI *et al.* (2014) l'effet des concentrations de NaCl sur la croissance végétative (La hauteur de la tige principale) des deux variétés de topinambour montre que la salinité affecte tous les processus physiologiques de la plante.

La photosynthèse est le processus biologique caractéristique des plantes supérieures, des algues et de quelques bactéries (KE., 2001). La salinité est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la photosynthèse.

Nos résultats montrent que la salinité cause une diminution significative dans la teneur en chlorophylle a pour l'ensemble des variétés. La teneur en **chlorophylle b** a également subi une dévaluation sous l'application des concentrations salines. Aussi plusieurs travaux ont montré la baisse de la teneur en chlorophylle en augmentant les concentrations salines.

Selon STROGONOV *et al.* (1970) puis STIVESEV *et al.* (1973), la salinité réduit la teneur en chlorophylle, cela est dû à l'affaiblissement du complexe protéine-pigments-lipides, ou à l'accroissement de la chlorophyllase (RAO., 1981) et l'activité de certaines enzymes.

Selon KICHEVA *et al.* (1994), la diminution de la teneur relative en eau et du potentiel hydrique foliaire à cause de la salinité, a pour conséquence la fermeture des stomates et la limitation de la photosynthèse.

Cette réduction de la chlorophylle est peut être liée à la sensibilité de sa biosynthèse au chlorure de sodium ; ce dernier affecte moins la voie de biosynthèse de la chlorophylle b (TEWARI *et SINGCH*, 1991). LEVINGNERON *et al.* (1995) rapportent que l'effet

néfaste de la salinité sur les teneurs en pigments chlorophylliens est partiellement à l'origine de la diminution de synthèse des hydrates de carbone.

D'un point de vue biochimique, la réduction de la photosynthèse, liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire, est supposée dépendre à la fois de la fermeture des stomates, avec pour conséquence une diminution de la conductance à la diffusion du CO₂ et d'une limitation biochimique du chloroplaste à fixer le CO₂ (FLEXAS et MEDRANO., 2002). Selon SOUSSI et *al.* (1998) puis ASHRAF et *al.* (2002), les résultats indiquent que le chlore joue peut être un rôle important dans l'inhibition des réactions chloroplastiques par l'inhibition de la synthèse de la RUBISCO et de la chlorophylle, ou accélère la dégradation de la chlorophylle.

La diminution de la teneur en chlorophylle sous stress salin est en partie due vraisemblablement à l'instabilité membranaire (ASHRAF et BHATTI, 2000 ; HAJER et *al.*, 2006).

ASHRAF (1989) suggèrent que la teneur en chlorophylle en période de stress dépend de l'état biologique et du stade de développement de la plante, du degré de stress et de l'espèce.

Comme la plante contient 80% d'eau en moyenne, cela en fait le principal composant en termes de masse. Dans cette optique, l'eau est encore un facteur de croissance. A l'échelle cellulaire, elle permet la synthèse de substances organiques aux plantes chlorophylliennes.

Pour la teneur en eau des tiges, et d'après l'analyse statistique sur le facteur salinité, on remarque également que le traitement salin a causé une réduction non significative de la teneur en eau, ceci peut être expliqué par le fait que l'alimentation des plantes en eau devient de plus en plus difficile.

Pour le facteur variété, la variété BENAZOUZ appartient au 1^{er} groupe homogène dont la teneur en eau est plus élevée par rapport au 2^{ème} groupe constitué par les trois autres variétés. GALE, et *al.*, (1967), qui affirment que le sel diminue la transpiration des glycophytes.

Selon BOUMAAZA (2011), on peut conclure que la salinité se traduit par une réduction importante de contenu en eau chez les plantes.

Pour la teneur en eau des racines, une augmentation brutale de la salinité se traduit par une baisse de la turgescence, liée à la diminution de potentiel hydrique.

A partir de nos résultats, on peut conclure que la salinité se traduit par une réduction importante de contenu en eau chez les plantes pour éviter les pertes d'eau. En effet, l'absorption d'eau est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante (HASSANI et *al.*, 2008).

Nous pouvons conclure de notre expérimentation que :

- Les résultats de notre étude sur les différents paramètres, révèlent une variabilité intraspécifique par rapport à la tolérance à la salinité chez les différentes variétés étudiées.
- La salinité n'influence pas le taux final de germination pour la plupart des variétés par contre elle influence beaucoup plus sa durée, et la longueur de la radicule.
- Il est intéressant de s'orienter vers une sélection des variétés de tolérantes ou résistantes à la salinité dès le stade germination.
- Une réduction significative est enregistrée dans la hauteur de la tige principale en augmentant la concentration de NaCl dans la solution d'irrigation.
- La salinité a un effet significatif sur la teneur en chlorophylle a, b, et totale.
- Toute fois la diversité de l'effet de sel sur les plantes offre une gamme importante de critères physiologiques et biochimiques qui peuvent être à la base d'une sélection à grande échelle.
- Cette étude a permis de dresser un classement des variétés tolérantes et sensibles pour différents caractères et d'apprécier la variabilité génétique.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ABDELLY C., 2004** - Effet du déficit hydrique sur la croissance et l'accumulation de la proline chez *Sesuvium portulacastrum*. Revue des régions Arides, Tome 1, No. Spécial: 234-241.
- **ALLALI H et BOUSSOUAR K., 2007** -Etude des besoins en eau de la culture de pois chiche (*Cicier arietinum*) dans la région de Sidi Bel Abbés mémoire de fin d'études De DES Biologie et physiologie végétale.
- **ALI Y., ASLAM Z., ASHRAF M.Y., et TAHIR G.R., 2004**- Effect of salinity on chlorophyll concentration, leaf area, yield and yield components of rice genotypes grown under saline environment. International journal of environmental Science &Technology, vol1 n°3,pp 221-225.
- **AMMARI S., 2011**- Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire, 46p.
- **ANZALA F. J ., 2006** - Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea mays*) étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. Thèse de doctorat. Université d'Angers.
- **AROUS., 2009**- Métabolisme des protéines et des glucides chez quelques variétés d'haricot (*phasiolus vulgaris* L.) sous stress salin au stade de germination. Thèse de magister université d'Oran 1.
- **ASHRAF M.Y. and BHATTI S.A., 2000** - Effects of salinity on growth and chlorophyll content in rice. Pak. J.Ind. Res., 43: 130-131.
- **ASHRAF M; KARIM F et RASUL E., 2002** - Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. *Plant Growth Regulation*, 36, 49-59.
- **AUBERT., 1975**- Les sols sodiques en Afrique du nore, annals de l'INA, Alger, 6(1), 185-195.
- **AYERS.R.S, KTANJI ., 1981**- Anaplication from AYERS and WESCOTS for irrigation. FAO irrigation and drainage paper N°29 R ev. L. originally published as an Ask 1981 water from conference proceeding.

- **AZAIZEH H.; GUNSE B. and STEUDIE E., 1992** - Effects of NaCl and CaCl₂ on Water Transport across Root Cells of Maize (*Zea mays* L.) Seedlings I Plant Physiology 99:886-894. American Society of Plant Biologists.

- **AZEDEVO NAD., PRISCO J.T., ENEAS- FIINO J., 2004**- Effects of salt stress on plant growth stomatal response and solute accumulation of different maize genotype. Bmz. J. Plant Physiol. 16:1,31-38.

- **BABA SIDI-KACI SAFIA ., 2010** - Effet du stress salin sur quelques paramètres phréologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. Thèse de magister université d'Ouargla.

- **BAHBOUDIAN M.H., WALKER R.R. and TOROKFALVY E., 1988**- Effect of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio.Sci.Hortic.29 (1): 251-261.

- **BASKIN JM, BASKIN CC., 2004**- A classification system for seed dormancy. Seed Science Research **14**: 1-16.

- **BAUER M, MEYER S, ALLEN P., 1998**- A simulation model to predict seed dormancy loss in the field for *Bromus tectorum* L. J. Exp. Bot. **49**: 1235-1244
- **BELDJOUDI Z., et DAOUD Y., 2002** - Conséquence de la salinité sur l'antagonisme Na⁺/K⁺ chez six cultivars de blé dur. III éme Journées scientifiques sur le blé. 11-12-13 Février G.B.B.V.-D.S.N.V.- I.T.G.C., Univ. Mentouri., Constantine : 98-99.

- **BELFAKIH Meriem, Mohammed IBRIZ, ABDELMJID ZOUAHRI., 2013**- Effet de la salinité sur les paramètres morphophysologiques de deux variétés de bananier (*Musa acuminata* L).

- **BEJIGA et VAN DER MAESEN L.J.G., 2007**- *Cicer arietinum* L. In ; Brink .M.,

- **BELKHODJA ET SOLTANI, 1992**- Réponse de la fève à la salinité.139, Sécheresse.

- **BELKHODJA et BIDAI, 2004**- Réponses des graines d'*atriplex halimus* L à la salinité au stade de la germination. Sécheresse, 4, vol.15, décembre 2004.

- **BEN KHALED.L., MORTE GOMEZ.A et OIHABIA., 2003** - Effet du stress salin en milieu hydroponique sur le trèfle inoculé par le rhizobium. Agronomie. Vol.23, PP.553-560.

- **BEN NACEUR.M., RAHMOUN. C ET SDIRI.H., 2001**- Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grain de quelque variétés magrébine de blé. Science et chargement planétaire/secteur. Vol.12, PP.167-174.

- **BEN NACEUR.M ;RAHMOUN.C ;SDIRI.H ;MEDAHI.M ; SELMI. M., 2001-** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grain de quelques variétés maghrébines de blé dur. *Sècheresse*, 12 (3) : 167-174.
- **BEN NACEUR. M., RAHMOUN. C ET SDIRI.H., 2001-** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grain de quelque variétés magrèbine de blé. *Science et chargement planétaire/secteur*. Vol.12, PP.167-174.
- **BENNANI KAWTAR ., 2013 -** Analyse de la diversité agro-physiologique d'écotype locaux de certaines légumineuses fourragères annuelles et recherche de potentialités liées au stress salin. Thèse de doctorat université Mohamed V. Maroc.
- **BENRABAH., 1990 -** Etude expérimentale de la solubilisation des phosphates naturels par des microflore des sols salés et forestiers. Thèse ING INESA BATNA Pp45.
- **BERTHOMIEU P., CONÉJÉRO G., NUBLAT A., BRACKENBURY W.J., LAMBERT C., SAVIO C., UOZUMI N., OIKI S., YAMADA K., CELLIER F., GOSTI F., SIMONNEAU T., ESSAH P.A., TESTER M., VERY A-A, SENTENAC H. et CASSE F., 2003-** Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal* **22**: 2004-2014.
- **BEWLEY J., 1997-** Seed germination and dormancy. *Plant cell* **9**, 1055-1066.
- **BEWLEY J.D. and BLACK M., 1994-** Seeds. Physiology of development and germination (2nd edition). Plenum press, New York.
- **BINET P., 1970-** Halophytes. In *Encyclopedia Chiversalis*, Laffont, Paris, **8**, 224-225.
- **BLISS R.D., PLATT-ALORIA K.A. et THOMSON W.W., 1986 -** Osmotic sensitivity in relation to sensitivity in germination barley seeds. *Plant Cell and Env.* **9**,721-725.
- **BOIS. G., 2005 -** Écophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et sodique. Thèse de doctorat, Université Laval QUEBEC. 190p.
- **BORSANI et al., 2003-** Developing salt tolerant plants in a new century : a molecular Kliwers Acad. 1013-1029.
- **BOUMAAZA BOUALEM .,2011-** Effets de la salinité sur le comportement écophysiologique et biochimique d'une culture de pois chiche (*Cicer arietinum. L*) au stade juvénile. Thèse de magister en agronomie université de TLEMCEM.
- **BOUMIA OUAHIBA., 2011-** Interaction Fluridone et salinité sur la germination des grains du Gombo (*Abelmoschus esculentus L*) thèse de magister université d'Oran1.

- **BOUZERZOUR H., MONNOVEUX P., 1992** -Analyses des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux algériens .Les colloques 1992 ; **Vol. 64**, pp 205-15.

- **BOUZID SALHA., 2010** - Étude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement écophysologique de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L. Thèse de magister université Mentouri Constantine.

- **BOVE J, LUCAS P, GODIN B, OGE L, JULLIEN M, GRAPPIN P., 2005-** Gene expression analysis by cDNA-AFLP highlights a set of new signaling networks and translational control during seed dormancy breaking in *Nicotiana plumbaginifolia*. *Plant Mol Biol***57**: 593-612

- **BRADFORD K.J., 1983** - Effects of soil flooding on leaf gas exchange of tomato plants. *Plant Physiol.* 73: 475-479.

- **BRADY NC., 2002** - The Nature and Properties of Soils, New Jersey, USA, Prentice Hall.

- **CHARTZOULAKIS K., KLAPAKI G., 2000** - Reponse of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.*86, 247-260.

- **CHEIKH M'HAMED *et all.*, 2008** - Evaluation de la tolérance au stress salin de quelques accessions d'orge (*hordum vulgare* L.) cultivées en Tunisie: approche Physiologique.

- **CHEVERRY C., 1995-** Plant behaviour in saline environnement .action eau n°4, séance spécialisé du 22 mars 1995 .ed. Acad.Agro.Paris, 49p.

- **CHIMENTI. C. A; MARACANTONIO, M; PEARSON. J et HAL.A. J., 2006-** Divergent selection for osmotic adjustment results in improved drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) in both early growth and flowering phase. *Field Crops Res.*95: 305-315.

- **CHINNUSAMY V., JAGENDORF A. AND ZHU J., 2005** - Understanding and improving salt tolerance in plants symposium genetic and metabolic engineering for value added traits. *Corp Sci.*, 45:437-48.

- **CHORFI .A., 2009** - Contribution a l'étude de la résistance a la salinité chez une variété de blé dur algérien (*Triticum durum* desf.) var Mohamed ben Bachir ; *Sciences & Technologie C – N°29*, juin (2009), pp. **41-44** .

- **CHRISTINE GIMENO-GILLES., 2009** - Étude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*, univeersité d'ANGERS.

- **COUTURE., 2004** - Analyse d'eau pour fin d'irrigation Agri-vision. 8p

- **DAOUD et HALITIM, 1994-** Irrigation et salinisation au Sahara algérien. REV Sécheresse, 3 (5). 151-50.
- **DEBEZ A ; CHAIBI W ; BOUZID S, 2001-** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus L.* CahAgric ; 10 ; 135 -8.
- **DERKAOUI KADA MOKHTAR., 2011 -** Les réponses morphologiques, physiologiques et anatomiques des racines de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*) vis-à-vis du stress salin. Thèse de magister. Uuniversité d'Oran 1.
- **DEYSSON., 1967 -** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie, physiologie. Ed Société d'édition déneigement supérieur. Paris, 335p.
- **DIAS.A., JOSÉ, T.P., JOAGUIME.FAND JARD.VENES.R.M., 2005-** Hydrogen peroxide pretreatment induces salt-stress acclimation in maize plants. Plant physiology. 162 :11/4-1122
- **DIÉDHIYOU, G.J., 2006 -** Mechanisms of salts tolerance: Sodium, Chloride, and potassium Homeostasis in two ricelines with different tolerance to salinity stress. Dr. Rer .nat theses. Faculty of biology University of Bielefed, Germany.PP.
- **DONOHUE K., 2005 -** Seeds and seasons: interpreting germination timing in the field. Seed Science Research **15**: 175-187
- **DOYLE et LUCKOW., 2003 -** The rest if the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. Plant physiol131:900ç910.
- **DUA R.P., 1992-** Differential response of chickpea (*Cicer arietinum L.*) genotypes to salinity. J. of Agric. Sci., Cambridge, 119, 367-371.
- **DUBOIS J., 1991-** L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Les chocs thermiques et leurs applications. Ed.. AUPELF-URE. John Libbey Eurotext. Paris. pp 159-463.
- **DUCHAUFOR PH., 1995-** Pédologie: sol, végétation, environnement. Masson. Pari, Milan, Barcelone .350 p.
- **EILERS A., WHITFIELD,J BABIJ C., RUBIN L.L et HAM J., 1998 -** Role of the Jun Kinase pathway in the regulation of c-Jun expression and apoptosis in sympathetic neurons. J Neurosci. 18,1713-1724.
- **ELFERIHA. S ., 2010 -** Influence de la salinité sur la formation des nodosités chez la fève (*Vicia faba*), thèse de magister université d'Oran 1.

- **EI MIDAOUI. M., 2007-** Contribution a l'étude de quelques mécanismes d'adaptation a la salinité chez le tournesol cultivate (*Helianthus annuus l.*).
- **ENCARTA., 2005-** Encyclopédie encarta.
- **ESCALONA, J.M., J. FIEXAS, and H. MEDRANO., 1999-** Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines. Australian Journal of Plant Physiol. 26:421-433.
- **ESSINGTON, M.E., 2004 -** Soil and water chemistry, an integrative approach. Ed. CRC Press, USA.
- **FINCH-SAVAGE WE, LEUBNER-METZGER G., 2006 -** Seed dormancy and the control of germination. New Phytol**171**: 501-523.
- **FLEXAS, J. & MEDRANO, H.,2002 -** Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. Annals of Botany 89: 183-189.
- **FLOWERS, 2004:** Improving crop salt tolerance. Journal of experimental botany 55:307-319.
- **GALE J. H.C; KOHL and R.M. HAGAN., 1967-** Changes in the water balance and photosynthesis of onion, bean and cotton plants under saline conditions. Plant, 20, 2: 408-20.
- **GENEV R.L., 2003 -** Impact of temperature on seed dormancy. Hort science 38:336-341. germinatives des graines de l'*Acacia raddiana (Fabaceae)* mémoire de fin d'études univ- Ouargla.
- **GENOUX C; PUTZOLA F; MAURIN G., 1991 -** Thème général: la lagune méditerranéenne. T PE : les plantes halophytes.
- **GOMES F.E; PRISCO J.T; CAMPOS F.A.P et FILHO E.J., 1983 –** Effects of NaCl salinity *in vivo* and *in vitro* ribonuclease activity of *Vigna unguiculata* cotyledons during germination. *Plant Physiol.* 59, 183-188.
- **GRAVOT ANTOINE., 2009 -** Les réponses de stress chez les végétaux.
- **GUILAUM CALU., 2006-** Effet du stress salin sur les plantes : Comparaison entre deux plantes modèles *Arabidopsis thaliana* et *thellungiella halophila*.
- **HADDIOUI A et BAAZIZ M., 1999 -** Effet du traitement salin sur la germination et les premiers stades de croissance d'*Atriplex halimus L.* et *Atriplex nummularia L.* indl. African Crop Science Conference Proceedings 4 :1-10.

- **HAJLAOUI H., M DENDEN et BOUSLAMA M, 2007-** Etude de la variabilité intra spécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) au stade germination. *Tropicultura*. 25 : 168-173.

- **HAMZA A.M., 1980** - Réponses des végétaux à la salinité. *Physiol. Végétal.*, 18,p.69-81.

- **HÄNSCH R ; GÓMEZ D ; WITT C ; HESBERG C ; HOFFMANN G ; PIAW ; ENGELS C ; JÖRG K ; HEINZ R ; WERNER M ; KAISEAND RALF R ., 2001-**Mendel. Tobacco plants that lack expression of functional nitrate reductase in roots show changes in growth rates and metabolite accumulation. *J., Exp. Bot*: p 1251 - 1258.

- **HASSANI A ; DELLAL A ; BELKHODJA M. ET KAID HARCHE M., 2008** - Effet de la salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum vulgare*). *European journal of scientific research* 23 :61-69.

- **HELLER R. ; ESNAULT R. ; LANCE C., 1998** - *Physiologie végétale*. 1. Nutrition; EdDunod , PARIS 322 p.

- **HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 1998-** *Physiologie végétale*. 1 . Nutrition; Ed Dunod, p.85- 115.

- **HELLER R., ESNAULT R., et LANCE C., 1998-***Physiologie végétale* 1- Nutrition, Edit édition. Edit. Dunod. 323 p.

- **HOPKINS W.G., 2003-** *Physiologie Végétale*. Traduction de la 2^{ème} édition américaine Serge. R. Ed. De Boeck, p.66-81.

- **ICARDA, ALEPPO. SINGH, K. B., J. KUMAR, J. B. SMITHSON ET M. P. HAWARE., 1987** - Complementation between genes for resistance to race 1 of *Fzisarium oxysporum* f. sp. *ciceri* in chickpea. *Plant Pathol*. 36: 539-543.

- **INRA., 2000.** **Gestion et usages agricoles de l'eau. Institut National de Recherche Agronomique. Centre de Toulouse.**

- **ITGC., 2003** - « Céréaliculture » revue de l'Institut Technique des Grandes Cultures N°40.

- **JEAM P ; CATMRINE T ; GIUES L ., 1998** - *Biologie des plantes cultivées*. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.

- **JAOUADI W; HAMROUNI L; SOUAYEH N et LARBI MK., 2010** - Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 14(4): 643-652.

- **JOUVE P ; CORBIER- BARTUAUX C ; CORNET A ., 2002** –Lutte contre la desertification dans les projets de développement : un regard scientifique sur l’expérience de AFD en Afrique sub saharienne et au Maghreb 162 p.

- **KADRI. K ; MAALAM.S ; M. H. CHEIKH ; A. BENABDALLAH;C. RAHMOUNE ; M. BEN NACEUR ., 2003** - Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques accessions tunisiennes d’orge (*hordeum vulgare* L.).

- **KE, B., 2001-** Photosynthesis: Photo biochemistry and Photobiophysics. Kiuwer, Dordrecht, the Netherlands.

- **-KECHACHE. K., 2005** - Contribution à l’étude de l’effet de la fertilisation phosphatée à base des engrais SSP 20% et TSP 46% sur le pois chiche mémoire de fin d’études.

- **KHEMIRI H., BELGUITH H., JRIDI T., BEN EL ARBI M. et BEN HAMIDA J., 2004** - Caractérisation biochimiques d’une amylase active en cours du processus germinatif des graines de colza (*Brassica napus* L.). Enzymologie et métabolisme. Congrès international de Biochimie.146-149.

- **KICHEVA MI, TSONEV TD, POPOVA LD.,1994-** Stomata and non stomatal limitations to photosynthesis in two wheat cultivars subjected to water stress. Photosyn., 30: 107-116.
- **KOTCHONI SO; KUHNS C;DITZER A ;KIRCH HH and BARTELS D., 2006** - Over-expression of different aldehyde dehydrogenase genes in *arabidopsis thaliana* confers tolerance to abiotic stress and protects plants against lipid peroxidation and oxidative stress. Plant, Cell and Environment ; 29 : p10333-1048.

- **LACHARME MARC., 2001** - Le contrôle de la salinité dans les rizières.

- **LEMZERI HOURIA., 2007-** Réponses écophysiologicals de troisespèces forestières du genre Acacia, Eucalyptus et Schinus (*A. cyanophylla*, *E. gomphocephala* et *S. mölle*) soumises à un stress salin. Université Mentouri Constantine.

- **LEVIGNERON A ; LOPEZ F ; VANSUYT G ; BERTHOMIEU P ; et CASSE –DELBART F .,1995** - Les plantes face au stress salin. Cahier d’études et de recherches Francophones /Agriculture. 4: 263-273.

- **LEVITT J., 1980** - Water stress. In Reponse of plants to environment stresses. Vol II.2ed Ed.by T. Kozlowski. Academic press: pp 25-29.

- **LIN P.C., SAN.G., HWANG A., ENDO M., OKAMOTO., T. KOSHIBA., H. CHENG., 2007** - Ectopic Expression of Abscisic Acid 2/*Glucose Insensitive 1* in Arabidopsis Promotes Seed Dormancy and Stress Tolerance. Plant Physiology,143:745-758.

- **LUTTS S., KINET J.M. and BOUHARMONT, J., 1996** - NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza Sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Ann. Bot.* **78**, 389-398.
- **MÂALEM SOUHAÏL., 2011** - Etude de l'impact des interactions entre le phosphore et le Chlorure de Sodium sur trois espèces végétales halophytes du genre *Atriplex* (*A. halimus*, *A. canescens* et *A. nummularia*).
- **MAIRONE et GESLOT.,1987** - Etude expérimentale des conditions de la germination in vitro des semences de *Jasminum fruticans ecol medit11* (3), p **1- 9**.
- **MALLEK-MAALEJ E., BOULASNEM F., BEN SALEM M., 1998** - Effet de la salinité sur la germination de grains de céréales cultivées en Tunisie. *Cahier Agricultures*, 2,P. 153-6.
- **MARTINEZ; ARTINZA J ;JIANG X ;GARCIADREBLAS B ;MENDOZA I; ZHU K;PARDO JM ;QUINTERO F.J., 2007-** Conservation of salt overly sensitive pathway in rice plant physiology .
- **MAZLAIK., 1982-** Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.
- **MAZLAIK., 1982-** Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 2. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.
- **MESKINE.A., 1998** - Etude de la germination de la croissance du blé dur non traité au quinolate 15+ (cas de la variété WAHA), thèse d'ingénieur , option GRV.
- **MEYER S ; REEB C ; BOSDEVEIX R., 2004** - Botanique, biologie et physiologie végétale .Ed. Moline, Paris, 461p.
- **MICHEL V., 1997** - La production végétale, les composantes de la production. Ed. Danger, Paris, 478p.
- **MINT EL MOUKHTARSOUKEINA., 2010** - Etude des réponses physiologique et métabolique de dix variétés de riz (*Oryzasativa*L.) aux premiers stades du développement *vis-à-vis* du stress salin. Diplôme d'études approfondies (DEA) en chimie et biochimie des produits naturels république du Sénégal université cheikh antadiop de Dakar.
- **MOULAY SOUMIA., 2012** - Essais des procédés d'amélioration des performances germinatives des graines de *l'Acacia raddiana* (Fabaceae). Mémoire d'ingénieur d'état. Université d'Ouargla.

- **MUNN R; JAMES R.A. et LAUCHLI R., 1983** – Halo tolerant Eukaryotes. In : Encyclopaedia of plants physiology. Vol 12C. Eds. O.L.Large, P.S. Nobel, C.B. Osmond, H.Zeiger. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- **MUNNS R., 2002-** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Env.*, 25: 239-250.
- **MURILLO-AMADOR; LOPEZ-AGUILAR B. R., KAYA C., LARRINAGA J., 2002** - Mayoral and A. Flores-Hernandez. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *J. Agronomy & Crop Science*, 188: 235-247.
- **MWALE S.S; HAMUSIMBI C. et MWANSA K., 2003** - Germination, emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus L.*) in reponse to osmotic seed priming. *Seed Science and Technology*. 31:199-206.
- **NETONDO GW., ONYANGO JC., BECK E., 2004** - Sorghum and salinity : II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop sci.*, 44 (3): 806-811.
- **NIXON P.J; BARKER M; BOHEM M; DE VRIES R; KOMENDA J., 2005** - *Mediated repair of the photosystème complex in response to light stress. Edit. Journal of Experimental Botany vol. 56:pp357-363.*
- **OBATON M ., 1980** - Activité nitrate réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l'environnement. *Bulletin ASF* : 55-60.
- **OSBORNE et NERCER ., 1993** -Germination response under elevated salinities of six semi-
- **PARDIA A. K. ; DAS A. B., 2005** - Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicol Environ Safety*. 60 (3):324 -349.
- **PUJOL J. A., CALVO J. F., DIAZ L. R., 1999** - Recovery of germination from différent osmotic conditions by four halophytes from southeastern Spain. *Ann Bot.* 2000; 85(2):279-286.
- **RAO K.B; PANCHAKSHARAI AH S; JANARDHAN K.V. AND YARDAV J.S.P., 1981-** Saline water irrigation and plant growth in vertisol, processings of Hungoro Indian Seminar on salt Affected Soil. Szalbolc.J. Ed Budapest. pp: 129-138.
- **REGRAGUI Amina., 2005** - Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le couple tomate –*Verticillium* : Conséquences physiologiques et impact sur la bioprotection des tomates contre la verticilliose. Thèse de doctorat d'état, université MOHAMMED V- agdal.
- **ROGERS M.J., COLMER T.D., Forst K., HENRY D. et al., 2006-** The influence of salinity and waterlogging on growth, nutritive value and ion relation in

trifolium species. 2nd international salinity forum Salinity, water and society – global issues. Local action 1-4.

➤ **SAGASTIN P., KINGSLEY.J., VIVEKANANDAN M., 2000** - Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica* 38, 287-290.

➤ **SAIDI. W, M.MECHRI, M.MELKI, T.MEHOUACHI ., 2010** - Réponses de deux écotypes de topinambour (*Hélianthus Tuberosus*) aux différentes doses de NaCl

➤ **SAID BOUDAA B ; ABDELMAJID HADDIOUB., 2011-** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre atriplex revue « nature & technologie ». n°05/ juin 2011.

➤ **SINGH, K. B, H. C; SAXENA ET H. E ;AGRIDLEY., 1983** - Screening chickpea for cold tolerance and frost resistance. Zn: Workshop on Ascochyta blight and winter sowing of chickpea;

➤ **SINGH N.K ; HANDA A.K ; HASEGAWA P.M et Bressan R.A., 1987** - Characterisation of osmotin. *Plant physiology* 85 :529-536.

➤ **SINGH, K. B., 1988-** Winter chickpea: Problems and potential in the mediterranean region. In Proceeding on Present Status Production and Improvement in the Mediterranean Countries. 11-13 Jul 1988, Zaragoza, Spain.

➤ **SAMIRA IBN MAAOUIA-HOUMLI , M. DENDEN, BOUTHAINA DRIDI-MOUHANDES ET SAMIA BEN MANSOUR-GUEDDES.,2011-** Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annum* L.) sous stress salin.

➤ **SOBHANIAN H; MOTAMED N; RASTGAR J.F; NAKAMURA T et KOMATSU S., 2010** - Salt stress induced differential proteome and metabolome response in the shoots of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae), a Halophyte C4 Plant. *Journal of Proteomic Research*, 9, 2882-2897.

➤ **SOLTNER D., 2001-** Les bases de la production végétale. Tome III la plante et son amélioration, 3e édition Paris, 189p.

➤ **SORRELS .M.E ;DIAB. A et NACHIT. M., 2000** - Comparative genetics of drought tolerance. *Option méditerranéenne* , N°40,191-201.

➤ **STATISTIQUE CANADA., 2007-** Organismes statistique National du Canada.

➤ **STEADMAN KJ.,2004** - Dormancy release during hydrated storage in *Lolium rigidum* seeds is dependent on temperature, light quality, and hydration status. *J Exp Bot* 55: 929-937.

➤ **STROGONOV B.P., KABANOV V.V., LAPINA L.P., PRYKHODKO L.S., 1970-** Structure and function of plant cells under salinity conditions. IstEdn, Nauka Publishing House, Moscow.

- **SULTANA N ; IKEDA T ; et ITOH.,1999** - Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environ. Exp. Bot., 42 :0211-220.

- **TAFFOUO V.D; MEGUEKAM L; KENNE M ; YAH E ; MAGNITSOP A ; AKOA A., 2008** - Germination et accumulation des metabolites chez les plantules de légumineuses cultivées sous stress salin. Agronomie africaine Vol.20 (2) 129-139.

- **TAIZ L. and ZEIGER E., 2002** - Plant physiology. 3rder. Sinauer Associates Publishers, Sunderland, 427p.
- **TARDIEU F ; SIMMONEAU T.** 1998- Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modelling isohydric and anisohydric behaviors. J. Exp. Bot., 49: 419-432.

- **TEGGAR NAIMA., 2014** - Etude de l'effet du stress salin sur la nodulation et sur quelques paramètres biochimiques et morphologiques de la lentille (*Lens culinaris* L). thèse de magister, université d'Oran 1.
- **TERBEA.C.O ; COSMIN .O ; MICUT. G.H. et PECTU .E .,1995** - Cell membrane stability, excised leaf water loss and free proline content as physiological traits for screening for drought resistance in Maize . INRA, Inter drought, VI -18.

- **TLEMSANI MOKHTARIA., 2010** - Contribution à l'étude du flétrissement vasculaire du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) causé par *fusarium oxysporum* caractérisation, lutte biologique et comportement variétal Mémoire de magister Université d'ORAN 1.

- **TOBE K., ZHANG L., YU QIU G. , SHIMIZU H. et OMASA k .,2001** - Characteristics of seed germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species .J . of Arid. Envir. 47: 191-201.

- **TOBE K.; LI x.; OMASA K., 2002** - Effect of sodium magnesium and calcium salts on seed germination and radicle survival of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). Aust J Bot. 50(2):163-169.
- **TEWARI TN, SINGH BB., 1991-** Stress studies in lentil(*Lens esculenta* M.) II. Sodicy induced changes in chlorophyll, nitrate and reductase, nucleic acid. Proline, yield and yield components in lentil. Plant Soil Vol. 136, pp 225-230
- **TOULAITI ., 1988** - L'agriculture Algérienne - Les causes de l'échec. Ed. Office des publications universitaires Alger, 550 p.

- **TREMBLIN G. et BINET P., 1984** - Halophilie et résistance au sel chez *Haloepelis amplexicaulis* (Vahl) Ung. Oecol. Plant, 5, 291-293.

- **USDA., 2008** - Plant profile of *Cicer arietinum* (Chickpea). United States Department of Agriculture (USDA), Natural Ressources Conservation Service (NRCS), Plant database.

- **VIEIRA, SCL., COMPOS A., AZEDEVO H. and CALDERIA G., 2001**-In situ and in vitro senescence induced by KCl stress: nutritional imbalance, lipid peroxidation and antioxidant metabolism. J.Exp.Bo. 52 (355): 351-360.
- **YAKOUBI FATIMA., 2014** - Réponse hormonale des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus*. L) sous stress salin.
- **YEO., 1983** - Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. Journal of Experimental Botany 49:915-929.
- **YOUNIS ME., EL-SHAHABY OA., NEMAT ALLA MM. et EL-BASTAWISY ZM., 2003** - Kintetin alleviates the influence of water logging and salinity on growth and affects the production of plants growth regulator in *Vigna sinensis* and *Zea mays*. Agronomie, 23:277-285.
- **ZHU J.,2002**- Salt and drought stress signal transduction in plant. Annu. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol. 53, pp 247-273.
- **ZOHARY ET HOPF., 1988**- domestication of plants in the old world, OXFORD UNIV. PRESS. OXFORD, U. K

Résumé

La salinisation des eaux et des sols, est considérée comme un facteur limitant majeur de la production agricole dans plusieurs pays méditerranéens dont l'Algérie fait partie. Pour valoriser les zones salines et/ou les zones n'ayant que des ressources en eau saumâtre, il est impératif de sélectionner des variétés capables de se développer et de produire dans ces zones.

Afin de comprendre les mécanismes impliqués dans la tolérance des végétaux à la salinité nous avons étudié les paramètres physiologiques et biochimiques liés à l'adaptation à la salinité du pois chiche (*Cicer arietinum* L.).

Deux séries d'expériences sont réalisées sur dix variétés, la première a pour objet de comparer leur comportement germinatif en conditions de laboratoire sous contrainte saline, alors que pour la deuxième, il s'agit de comparer le comportement morphologique, biochimique et hydrique des plantules sous différentes concentrations de NaCl (0; 68 et 170 mM.l⁻¹).

D'après la première série, on a cherché à distinguer ceux qui sont résistantes de ceux qui sont sensibles en étudiant quelques paramètres au cours du stade germinatif. Les mesures effectuées ont concerné la précocité, la cinétique, le taux de germination quotidien et final et la longueur de la racicule. Pour ce dernier paramètre les résultats ont fait l'objet d'une analyse statistique pour sélectionner les quatre variétés les plus tolérantes. Cela pour passer à la deuxième série d'expérimentation qui consiste à faire semer les quatre variétés dans un substrat constitué du sol et du terreau sous les mêmes concentrations. On a étudié leur comportement, en comparant la hauteur de leur tiges principales, la teneur en eau des tiges et des racines, la teneur en chlorophylle a, b et totale, dont les résultats sont également analysés statistiquement.

Les résultats obtenus suggèrent que le taux final de la germination de la majorité des variétés étudiés n'est pas affecté par la salinité ; alors que pour les autres paramètres, une grande variabilité dans le comportement est enregistrée entre eux sous les conditions salines. Par contre, l'effet de la salinité est significatif sur le paramètre longueur de la racicule, ce qui nous a permis de classer les variétés selon leur tolérance.

Pour la deuxième partie, les résultats obtenus ont montré que le stress salin appliqué a affecté la majorité des paramètres étudiés. A cet effet, la présence de NaCl a entraîné une diminution significative dans la hauteur des tiges des plantes ; de même, il y a une diminution du rendement photosynthétique expliquée par la diminution de la teneur en chlorophylle a, b et totale, ce qui est signalée aussi pour la teneur en eau.

Mots clés :

Pois Chiche (*Cicer Arietinum* L.); Variétés; Stress Salin; NaCl; Tolérance; Germination; Longueur De La Racicule; Stade Jeune; Chlorophylle; Teneur Relative En Eau.