

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
تعماجي للاليجا تماعنوب
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de **biologie**



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme de **Master** en

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Protection des écosystèmes

Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur la germination de l'haricot (*phaseolus vulgaris L*)

Présenté par:

- M^{elle} **DOUAER Radja**
- M^{elle} **BOUCHERIT Ikram**

Devant le jury :

Mr. MEKHANEG A	MAA	Président	(U.D.B Khemis Miliana)
Mr. AROUS A	MCB	Promoteur	(U.D.B Khemis Miliana)
Mme. BENAOUA L.	MAA	Examinatrice	(U.D.B Khemis Miliana)

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

On tient beaucoup à présenter nos remerciements à :

Notre promoteur **Mr AROUS.A**

D'avoir accepté la charge de nous encadrer, et pour tout le temps qu'il nous a consacré malgré ses occupations. Merci pour votre patience, votre sympathie et la confiance durant le déroulement de ce travail.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent aux membres du jury ; **Mr. MEKHANEG A** d'avoir accepté de présider ce travail devant les jurys. A **Mme. BENAOUA L** de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et de l'enrichir de ses critiques constructives.

Sans oublier nos enseignants qui nous ont suivi tout au long de notre parcours, a qui revient le mérite de notre réussite.

Veillez trouver ici nos remerciements les plus sincères.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes très chers parents, à qui je dois cette fierté et qui m'ont beaucoup soutenu et aidé.

A mon petit gâché Sief

A mes cousines, et mes cousins en leur souhaitant tous bonne réussite dans leur vie.

A toute ma famille.

A mes amis qui font mon équilibre, pour leur présence dans ma vie

Et à tous membre de ma promotion.

DOUAER Radja

Dédicace

Je dédie ce travail à mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu

A mon adorable sœur et mon adorable frère

A mes petites chéries nièces Nadine et Liliane

A mes très chers cousins et cousines

A mes très chers amis

A tous ceux qui m'aiment

A tous ceux que j'aime

BOUCHERIT Ikram

Résumé

Plusieurs approches ont été tentées pour améliorer la germination, la croissance et le développement des espèces végétales dans les conditions du stress salin. Pour cela, le travail présent une synthèse des travaux antérieurs réalisés s'inscrit dans la problématique traitant l'effet de la salinité sur le comportement du haricot (*Phaseolus vulgaris. L*) au cours de la phase de germination et le développement végétatif précoce. L'ensemble des travaux réalisés dans Cette thématique montré que le sel a un effet dépressif sur le taux de germination.

Cependant, cet effet varie en fonction de la variété et de l'intensité du stress. Les différents résultats obtenus par les chercheurs démontrent que les graines ont manifesté une sensibilité vis-à-vis des concentrations salines employées pour leur réhydratation suivant les différentes phases de germination.

Les travaux consultés montrent que, la cinétique et le taux de germination des graines est par contre fortement réduit par l'accroissement des teneurs.

D'autre part, notre synthèse montre que les traitements de pré-germination des graines d'haricot par les différents concentrations salines, provoquent des modifications métaboliques et biochimiques telles que l'hydrolyse des réserves, la forte production d'acides aminés et des sucres solubles ainsi que la modification de leur composition. Ainsi, les travaux effectués de l'activité des α -amylases s'avère liée à la salinité et le temps de mise en germination.

Cette activité s'accroît généralement avec l'accroissement de la teneur en NaCl dans le milieu de germination.

Mots clés : *Phaseolus vulgaris. L*, géotypes, germination, salinité, α -amylases, sucres solubles, activité enzymatique.

ملخص

تمت تجربة العديد من الأساليب لتحسين إنبات ونمو وتطور الأنواع النباتية تحت ظروف الإجهاد الملحي. لهذا ، يقدم العمل توليفة من العمل السابق الذي تم تنفيذه بالتوازي مع إشكالية التعامل مع تأثير الملوحة على سلوك الفول خلال مرحلة الإنبات والتطور الخضري المبكر. أظهرت جميع الأعمال التي تم تنفيذها في هذا الموضوع (*Phaseolus vulgaris. L*) أن الملح له تأثير اكتنابي على معدل الإنبات

ومع ذلك ، فإن هذا التأثير يختلف باختلاف تنوع وشدة الإجهاد. أظهرت النتائج المختلفة التي حصل عليها الباحثون أن البذور أظهرت حساسية لتركيزات الملح المستخدمة في معالجة الجفاف وفقاً لمراحل الإنبات المختلفة

تظهر الأعمال التي تمت استشارتنا ، من ناحية أخرى ، أن حركية ومعدل إنبات البذور تقل بشكل كبير عن طريق الزيادة في مستويات

من ناحية أخرى ، يوضح تركيبنا أن العلاجات السابقة للإنبات لبذور الفول بتركيزات الملح المختلفة ، تسبب تعديلات التمثيل الغذائي والكيمياء الحيوية مثل التحلل المائي للاحتياطات ، والإنتاج العالي للأحماض الأمينية والسكريات. قابل مرتبط بالملوحة α -amylase للذوبان وكذلك التعديل من تكوينهم. وبالتالي ، وجد أن العمل الذي تم إجراؤه على نشاط ووقت الإنبات

عادة ما يتم إبراز هذا النشاط مع زيادة محتوى كلوريد الصوديوم في وسط الإنبات

الكلمات المفتاحية

، السكريات α -amylase ، الأنماط الجينية ، الإنبات ، الملوحة ، *Phaseolus vulgaris. L*

نشاط إنزيمي قابل للذوبان

Abstract

Several approaches have been tried to improve germination, growth and development of plant species under conditions of salt stress. For that, the present work a synthesis of the previous works carried out falls under the problematic treating the effect of the salinity on the behavior of the bean (*Phaseolus vulgaris. L*) during the phase of germination and the early vegetative development. All the works carried out in this theme showed that salt has a depressive effect on the germination rate.

However, this effect varies according to the variety and the intensity of the stress. The various results obtained by the researchers show that the seeds showed a sensitivity towards the saline concentrations employed for their rehydration according to the various phases of germination.

The consulted works show that, the kinetics and the rate of germination of seeds is on the other hand strongly reduced by the increase in the contents of salt.

On the other hand, our synthesis shows that the treatments of pregermination of the seeds of bean by the various saline concentrations, cause metabolic and biochemical modifications such as the hydrolysis of reserves, the strong production of amino acids and soluble sugars as well as the modification of their composition. Thus, the work carried out of the activity of α -amylases turns out to be related to the salinity and the time of setting in germination.

This activity generally increases with the increase of NaCl content in the germination medium.

Key words: *Phaseolus vulgaris. L*, genotypes, germination, salinity, α -amylases, soluble sugars, enzymatic activity.

Liste des abréviations

C : concertation

Cl : chlore

G : gramme

ml : millilitre

mm : millimètre

mM : millimolle

NaCl : chlorure de sodium

Tab : tableau

°C : Degré Celsius

% : pourcentage

pH : potentiel hydrogène

K⁺ : potassium.

CaCl₂ : chlorure de bicarbonates.

Cl⁻ : chlorure.

cm : Centimètre.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

CO₃⁻ : Carbonate.

g/l : gramme / litre.

GA3: acide gibbérellique

OMS: organisation mondial de la santé

Ans : année

NaSO₄ : Sulfate de sodium

Ca⁺ : Calcium

No³⁻ : Nitrate

Liste des figures

Figure 1 : Selon les Nations Unies, près de 3 milliards de personnes devraient avoir à faire face à un stress hydrique d'ici 2025. Cette carte, éditée par le World Ressources Institute, montre les projections de stress hydrique pour la planète en 2040 (en rouge foncé, les zones subissant le stress le plus important). © WRI	6
Figure 2: <i>Phaseolus vulgaris L.</i>	18
Figure 3: Germination du haricot (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....	19
Figure 4: Evolution de la germination pendant 15 jour	25

Liste de tableau

Tab n°1: préparation des solutions salines de NaCl.....	23
--	----

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

1. Chapitre I : Données Bibliographiques..... 3

1.1. Le stress	4
1.1.1. Définition de stress	4
1.1.2. Catégories de stress	4
1.1.1.1. Stress biotiques	4
1.1.1.2. Les stress abiotiques	5
1.1.1.3. Le stress hydrique	5
1.1.1.6. Le stress salin	7
1.2. La salinité	8
1.2.1. Définition de la salinité	8
1.2.2. Origines et cause de la salinité des sols.....	9
1.2.2.1. Origine primaire :.....	9
1.2.2.2. Origine secondaire	9
1.2.3. Les effets la salinité :.....	10
1.2.3.1. Effet de la salinité sur la plante	10
1.2.3.2. Sur la photosynthèse :	10
1.2.3.3. Sur la croissance :	11
1.2.4.1. Sur l'anatomie des feuilles.....	11
1.2.4.2. Sur la tige	11
1.2.4.3. Sur les racines	12
1.2.4.4. Sur la physiologie de la reproduction	12
1.2.4.5. Sur le rendement	12
1.2.4.6. Sur l'assimilation des éléments minéraux.....	13
1.2.5. Effet de la salinité sur le haricot.....	13
1.2.5.1. Effet sur la germination.....	13
1.2.5.2. Effet sur la croissance et développement.....	14
1.2.6. La tolérance de la plante au stress salin	14

1.2.6.1.	Anatomique.....	14
1.2.6.2.1.	L'exclusion.....	14
1.2.6.2.2.	L'inclusion	15
1.2.6.2.3.	La recirculation	15
1.2.7.	Synthèse des solutés compatibles.....	15
1.3.	La plante étudiée : l'haricot	16
1.3.1.	Description de la plante.....	16
1.3.1.1.	Les racines	16
1.3.1.2.	Tiges.....	16
1.3.1.3.	Feuilles.....	16
1.3.1.4.	Fruits	16
1.3.1.5.	Graines	17
1.3.2.	Classification botanique des Haricots	17
1.4.	Germination des graines	18
1.4.1.	Définition	18
1.4.2.	Condition de la germination.....	19
1.4.2.1.	Condition interne de la germination.....	19
1.4.2.2.	Condition externe de la germination.....	19
1.4.2.2.1.	L'eau	19
1.4.2.2.2.	L'oxygène	20
1.4.2.2.3.	La température	20
1.4.2.2.4.	La lumière	20
1.4.3.	Types de germination	20
1.4.3.1.	La germination épigée.....	20
1.4.3.2.	La germination hypogée.....	20
1.4.4.	Phase de germination	20
1.4.5.	Effet de la salinité sur la germination.....	21
1.4.5.1.	Effet de la salinité sur les quelques paramètres de germination	21
2.	Chapitre II – Méthodologie d'expérimentation	22
2.1.	Les méthodes choisies dans l'expérimentation de l'effet de la salinité sur la germination de l'haricot.....	23
2.1.1.	Objectif de l'expérimentation.....	23
2.1.2.	Matériel végétale utilisé	23
2.1.3.	Conditions expérimentales	23

2.1.3.1.	Solution salées	23
2.1.3.2.	Préparation de la solution saline	23
2.1.3.3.	Déroulement des expérimentations.....	24
2.1.3.3.1.	La mise en place de la germination.....	24
2.1.4.	Paramètres étudiés.....	26
2.1.4.1.	Paramètres relatifs à la germination des graines.....	26
2.1.4.1.1.	Essai en boîtes de pétri.....	26
2.2.	Paramètres mesurés pour l'évaluation de l'effet des taux de la salinité sur la germination des graines d'haricot.....	26
2.2.1.	Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques étudiés.....	26
2.2.1.1.	Imbibition et évolution des poids des graines.....	26
2.2.1.2.	La Faculté germinative (le taux final de la germination).....	26
2.2.1.3.	La cinétique de germination.....	26
2.2.1.4.	Longueur de la racicule.....	27
2.3.	Paramètre biochimique	27
2.3.1.	Dosage des sucres solubles	27
2.3.2.	Dosage de l'activité de α amylase des graines en germination	27
2.3.2.1.	Extraction du complexe enzymatique	28
2.3.2.2.	La purification.....	28
2.3.2.3.	Réalisation de la courbe d'étalonnage	28
2.3.3.	Dosage de l'activité de α -amylase.....	28
2.3.4.	Utilisation de l'acide gibbérellique GA ₃	29
2.3.5.	Détermination du potentiel osmotique	29
3.	Chapitre III- synthèse des travaux antérieurs	30
3.1.	SYNTHESE DES TRAVAUX ANTERIEUR DE L'EEFFET DE LA SALINTE SUR LA GERMINATION D'HARICOT	31
3.2.	La cinétique de germination	33
3.3.	La longueur de la racicule	34
3.4.	L'effet de la salinité sur L'acide gébberelique GA ₃ gibbérellines.....	35
3.4.1.	L'effet de l'acide gibbérellique sur la salinité et la germination.....	35
	Conclusion générale.....	37
	LISTE DE REFERENCE.....	39

Introduction générale

Introduction générale

Le taux élevé de sel dans les sols ou les eaux d'irrigation est une préoccupation environnementale majeure et un problème sérieux pour l'agriculture dans les régions arides et semi-arides, comme le bassin méditerranéen. En effet, l'excès de sel dans le sol affecte la germination des plantules et leur vigueur, la phase végétative, la floraison et la fructification à des degrés variables, conduisant à terme à des baisses de rendement et de qualité des productions **(Delgado et al., 1994 in Mainassara., 2009)**.

Dans les régions arides et semi-arides, les plantes doivent être irriguées afin de garantir les cultures et d'augmenter la production dans ces régions, la mauvaise qualité des eaux d'irrigation accompagnée d'un drainage insuffisant entraînent souvent une accumulation de sels dans le sol. La physiologie des plantes poussant dans des sols salés est ainsi altérée, ce qui réduit leur croissance et leur rendement **(Parida et Das, 2005)**

La salinité constitue une contrainte dans la région méditerranéenne, dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole. La sélection variétale, nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité **(Arbaoui et al, 2000)**. D'après **(Drouhin 1961)**, l'Algérie est un pays de sels. Par ailleurs, **(Daoud et Halitim 1994)** notent qu'en Algérie la salinisation secondaire suite à l'irrigation avec des eaux minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués notamment en milieu saharien.

Les légumineuses en Algérie, occupent une place importante après la céréale dans l'alimentation humaine. Néanmoins, sa production reste faible, le plus souvent notre pays a recours à l'importation de ce produit afin d'atténuer ce déséquilibre, ce qui élève la facture d'importation des légumineuses évaluée à 355 millions de dollars **(stat, canada, 2007)**. Le haricot commun est une plante glycophytes sensible à la salinité, il est considéré comme une légumineuse alimentaire fondamentale dans de nombreux pays d'Afrique centrale et orientale, Il s'agit, pour les familles de toutes ces régions, d'une source importante de protéines, de fer, de zinc, de fibres et de carbohydrates lents **(Ecabren, 2005)**. Il représente une source d'alimentation pour plus de 100 millions d'africains et une source de revenus notables **(Ecabren, 2006)**.

Introduction générale

La salinité a exercé des effets nuisibles sur le Haricot non seulement sur la biomasse, mais également sur d'autres paramètres morphologiques tels que la hauteur de la plante, le nombre de feuilles, la longueur des racines (**Gama et al., 2007**).

La salinité affecte toutes les processus vitaux des plantes d'haricot en changeant leur métabolisme ce qui traduit par une réduction de leur croissance et de leur productivité (**Ajmal ;Khan et al ., 2000**)

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins. 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 ébauche. Ce stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades. La présence de sel en excès dans le sol est un des facteurs critiques qui affecte défavorablement la germination de la graine, empêchant les espèces de s'adapter aux environnements salin, a aussi exposé l'effet de sels sur la germination, il a constaté que les sels provoquaient une diminution de l'imbibition du fait d'une diminution du potentiel d'eau (**Brahimi, 2017**). la tolérance à la salinité au moment de la germination révèle la capacité de l'espèce à pousser sur des sols très salins (**Camara et al.,2018**).

Le présent travail est une synthèse de quelques travaux réalisé sur l'excès de sel dans le sol qui affecte la germination, et qui un effet remarquable sur les baisses de rendement et de Introduction qualité des productions.

Cette contribution de l'effet de la salinité sur la germination des graines d'haricot est basée sur trois parties (chapitres) essentielle suivant :

Chapitre 01 : est une synthèse bibliographique présentation générale sur le stress salin.

Chapitre 02 : exposition de quelques méthodes utilisées dans le sujet proposé.

Chapitre 03 : consacré à l'exposition des différents résultats obtenus, et le travail et terminé avec une conclusion générale.

1. Chapitre I : Données Bibliographiques

1.1. Le stress

Tout être vivant peut être exposé au stress à un moment donné. On parle de stress lorsque les conditions de l'environnement d'éloignent de l'optimum requis pour le fonctionnement normal de l'organisme. Il peut être abiotique, lié aux conditions physique du milieu, ou biotique lié aux autres être vivant, surtout les parasites et les antagonistes. **(El housseine Zaoui et Germaine brun 2020)**

1.1.1. Définition de stress

Un stress est causé par la variation d'un paramètre environnemental qui entraîne la mise en place des mécanismes de régulation de l'homéostasie.

Selon **(Jonas et al. 1994)** un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux.

Ou encore une condition non optimale causée par un facteur qui tend à altérer l'équilibre des fonctions d'un organisme **(orcutt et all .1989)**.

Au niveau d'un écosystème par exemple, toute contrainte externe qui limite la productivité en deçà de la potentialité génétique d'une plante peut être considérée comme stress **(Grime., 1979 in Baba Sidi Kaci., 2010)**.

1.1.2. Catégories de stress

Les plantes sont souvent confrontées à des conditions environnementales défavorables qu'on peut dénommer « stress » et qui ont par conséquence une diminution de la croissance. On distingue deux grandes catégories de stress :

1.1.1.1. Stress biotiques

Les stress biotiques sont nombreux et ont pour origine les virus, les organismes phytophages et les pathogènes. Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles **(Shilpi & Narendra, 2005)**

1.1.1.2. Les stress abiotiques

Les stress environnementaux ou (abiotiques), comme la sécheresse, la salinité et les températures extrêmes positives et négatives sont des conditions de stress qui affectent la croissance et le rendement des plantes.

Contrairement aux animaux, qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables, les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux changements environnementaux en contrôlant et en ajustant leurs systèmes métaboliques (**Agronomie, 2006**).

Les plantes utilisent plusieurs mécanismes pour survivre aux carences nutritives, Elles ralentissent leur métabolisme et diminuent les dépenses énergétiques. Ce qui réduit la croissance, la photosynthèse et donc le rendement !

Certaines plantes se défendent mieux que d'autres aux conditions extrêmes d'aridité, de températures froides ou de salinité (**Jean-Marc Sanchez 2012**) La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquents et les plus étudiés, Ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques

Les végétaux sont particulièrement exposés aux différents types de stress vu leur incapacité à se déplacer pour changer de milieu et fuir les conditions défavorables. Leur seul moyen de défense est donc leurs capacités à tolérer le stress (**El housseine Zaoui et Germaine brun 2020**)

Parmi les contraintes environnementales on peut distinguer suivant leur nature plusieurs types de stress

1.1.1.3. Le stress hydrique

Le terme de stress hydrique est apparu relativement récemment pour rendre compte d'une situation de plus en plus fréquente. Ainsi, il est employé pour désigner ces périodes durant lesquelles la demande dépasse la quantité d'eau disponible. Ou lorsque sa qualité en limite l'usage (**Nathalie Mayer 2014**). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) parle de stress hydrique lorsque la disponibilité en eau, par an et par habitant, est inférieure à 1.700 m3.

En situation de déficit hydrique, la plante ferme ses stomates pour réduire ses pertes en eau (**Tradieu ET Dreyer 1997**). Cette fermeture va entraîner des modifications physiologiques, morphologiques et phénologiques. L'entrée du CO₂ est perturbée voire entravée lors de cette fermeture, entraînant une perturbation de l'activité photosynthétique. La

fermeture emprisonne une bonne part de l'énergie destinée à être dissipée par transpiration, ce qui a pour conséquence l'augmentation de la température foliaire. Le stress hydrique a ainsi un effet direct sur la température de la végétation. Selon son intensité et son apparition dans le développement de la plante, le stress hydrique peut entraîner ou non une perte de qualité et de rendement dans la production

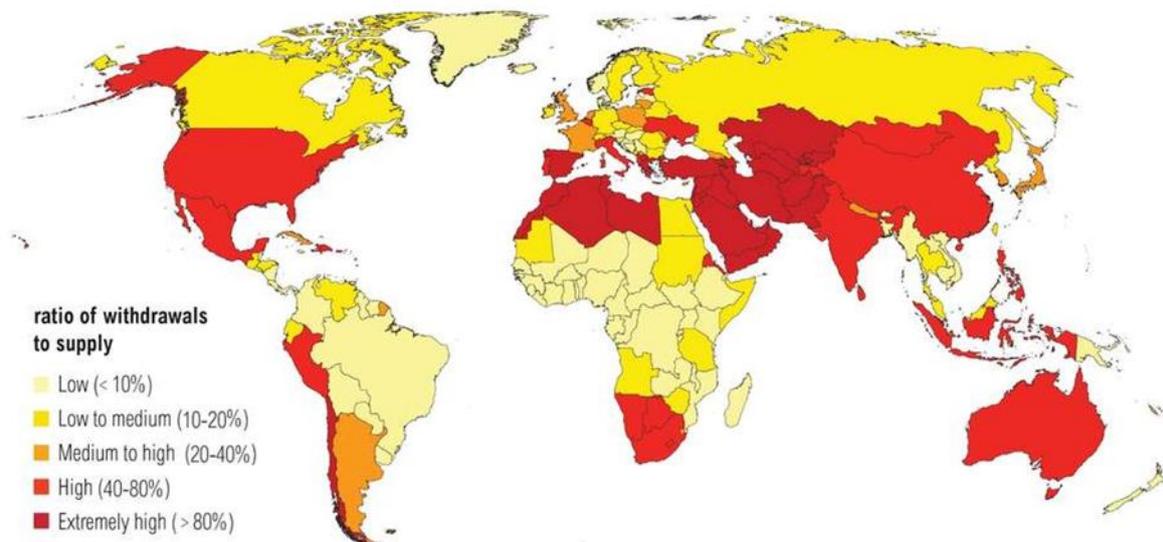


Figure 1 : Selon les Nations Unies, près de 3 milliards de personnes devraient avoir à faire face à un stress hydrique d'ici 2025. Cette carte, éditée par le World Resources Institute, montre les projections de stress hydrique pour la planète en 2040 (en rouge foncé, les zones subissant le stress le plus important). © WRI

Le premier impact du stress hydrique s'observe sur la végétation. Lorsque l'évapotranspiration n'est pas compensée par des apports en eau douce. Le manque d'eau se fait ressentir, les plantes mettent en œuvre des mécanismes d'adaptation qui impactent par exemple leur développement et leur croissance. Les risques de feux de forêt augmentent alors. Les productions agricoles souffrent. Puis ce sont les ressources en eau douce qui sont impactées (**Nathalie Mayer 2014**). En effet, en période de manque d'eau, les rivières s'assèchent et les eaux souterraines risquent la surexploitation. La qualité des eaux est également dégradée (eutrophisation, pollution, intrusions salines, etc.).

1.1.1.4. Le stress thermique

Pour effectuer sa croissance et son développement, chaque plante exige une gamme bien particulière de températures. Chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement, qui ne peuvent se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue et au-delà, elle s'annule (**Hopkins ,2003**)

Des chercheurs ont découvert que le stress thermique avait un impact important à chaque stade du développement et que la formation de la cloison d'étamine et la méiose (division cellulaire pour la reproduction sexuelle) y étaient particulièrement sensibles (**Université de Zurich 2014**).

1.1.1.5. Le stress ionique

Ce type de stress est lié à la composition déséquilibrée en éléments minéraux du sol (carences ou toxicité en certains ions). La salinité couvrant de larges superficies est amplifiée par le manque d'eau (**Abbad et al., 2004**).

Le stress ionique survient lorsque l'accumulation des sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique de la plante (**Levigneron et al., 1995**).

Le stress nutritif et les désordres métaboliques associés diminuent la croissance et le rendement des plantes (**Lynch et Brown, 2001; Kant et al.,2008**).

L'entrée massive de certains ions dans la plante, telle que le sodium et le chlore, exerce une action toxique qui se manifeste par des lésions sur les feuilles, il apparaît aussi que la combinaison (Na^+ , Cl^-) entraîne des effets spécifiques que ne peuvent apporter d'autres combinaisons d'anions avec le sodium, de cations majeurs avec le chlore (**Guerrier, 1983**).

1.1.1.6. Le stress salin

Stress salin est un excès d'ions (**Hopkins., 2003**). Mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- dans la rhizosphère et dans l'eau (**Parida et Das, 2005**). Il est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec"(**Trembun., 2000**).

Le stress salin intervient quand la concentration des sels dans le milieu est très élevée. Les contraintes liées au stress salin sont de deux types :

- Stress osmotique qui diminue l'absorption de l'eau par la plante donc expose la plante aux conséquences d'un stress hydrique.

- Stress ionique qui est lié à la toxicité des ions comme le sodium et le chlore (effet du stress ionique). **(El housseine Zaoui et Germaine brun 2020)**

En effet, la salinité est susceptible de perturber la nutrition minérale des plantes en interférant avec le prélèvement de certains éléments essentiels comme le potassium et le calcium et ceci soit par substitution, soit par compétition au niveau des sites d'absorption membranaire **(Zid et Grignon, 1991)**. De plus, l'augmentation de NaCl diminue l'absorption du potassium et du calcium et interfère avec leurs fonctions physiologiques **(Zhu, 2000; Yoshida, 2002)**. Par conséquent, la capacité des génotypes à maintenir des niveaux plus élevés de K^+ et de Ca^{2+} et de faibles niveaux de Na^+ dans les tissus est l'un des mécanismes clés contribuant à l'expression de la tolérance au sel. En effet, **(Mansour 2003) et Zeng (2003)** ont signalé que les génotypes de piment tolérants au sel sont capables de maintenir un rapport K^+/Na^+ élevé. Cette sélectivité importante est réalisée par la réduction de l'absorption de Na^+ et la promotion de l'absorption de K^+ **(Haouala et al., 2007)**

1.2.La salinité

Les terres arides et semi arides représentent un tiers de la surface du globe. Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitant de la productivité végétale et du rendement agricole. **(Vol. 3 No. 2, June 2013)**

D'ici 2050, la demande en eau devrait augmenter de 55%, non seulement sous la pression d'une population croissante (la Terre comptera alors 9,5 milliards de personnes), mais aussi parce que la consommation s'envole **(Agriculture du Maghreb, 2015)**. Quant au secteur agricole, les prélèvements actuels ne sont pas soutenables. Cette situation est expliquée par le réchauffement climatique que connaît la planète et auquel le Maroc ne saurait échapper **(J. Appl. Biosci. 2017)**

1.2.1. Définition de la salinité

La salinité est l'une des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. **(Futura-Sciences, 2020)** On désigne par salinité la concentration des solutions du sol en sels dissous. Son évaluation utilise la relation existant entre la concentration d'une solution et la résistivité résultante ; celle-ci variant en raison inverse de la première : plus la concentration (salinité) sera forte,

plus la résistivité sera faible (Luttge et al ; 2000) Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (Ashraf et Harris, 2004)

1.2.2. Origines et cause de la salinité des sols

L'origine de La salinité des sols se résume, d'une part, par la salinité primaire, d'origine naturelle, due à la proximité de la mer, où à l'existence de dépôts salins géologiques où parfois actuels, c'est la salinisation primaire.

D'autre part, la salinité secondaire due à des processus de salinisation liés à des activités anthropiques en particulier à l'irrigation mal conduite dans certaines zones agricoles (Epstein., 1985; Le Houerou, 1986 ; Franchis et Ibanez, 2003).

1.2.2.1. Origine primaire :

C'est un phénomène naturel. Les causes peuvent être climatique (ex : steppes continentales) où géochimique (ex : Mares salées Lorrain) (Schwartz.,2007). 80% des terres salinisées ont une origine naturelle. On parle donc de salinisation "primaire" due aux sels se formant lors de l'altération des roches où à des apports naturels externes (Mashali et al . ,2005). La plupart des sols salins-sodiques

se sont développés suite aux processus géologiques, hydrologiques et pédologiques naturels (Wanjogu et al.,2001).

Durant les périodes de sécheresse, l'eau et les électrolytes qu'elle contient remontent par capillarité. L'eau s'évaporant, les sels vont s'accumuler en surface pour être à nouveau lessivés par la pluie. Avec l'hétérogénéité spatiale et temporelle impliquée dans cette circulation de l'eau entre le sol et l'atmosphère, les concentrations en sels de surface montrent une grande variabilité qualitative et quantitative (Gregory.,2005).

La présence naturelle de sels tel que NaCl, NaSO⁴, CaCl² sur d'importantes surfaces du globe contribue de manière remarquable à la salinisation des sols arables et exerce un effet dépressif sur la croissance des plantes, à partir d'un certain seuil, qui varie d'une espèce à l'autre (Hamza., 1977; Epstein., 1985; Le Houerou., 1986; Lopez., 1996).

1.2.2.2. Origine secondaire

L'utilisation des grandes quantités d'eau d'irrigation, causant ainsi une salinisation secondaire (Pessarakli.,1999). Cette salinisation est due à une mauvaise conduite de l'irrigation. En effet, les eaux peuvent être chargées en sels qui s'accumulent dans le sol.

Une fertilisation chimique excessive contribue aussi à une accumulation des sels dans la rhizosphère (**Mouhouche et Boulassel , 1999 ; Mashali et al.,2005**) et selon la durée, une accumulation de sels dans les sols indemnes et agricoles (**Villiers et al.,1995; Antipolis.,2003**).

La présence de fortes doses de sels dans le sol surtout avec un mauvais drainage constitue un immense danger pour l'agriculture car elle conduit généralement à une dégradation des sols, une baisse de leur fertilité et elle occasionne une toxicité aux végétaux ce qui réduit le nombre d'espèces dont la culture est possible sur ces terres (**Omani., 2005**).

1.2.3. Les effets la salinité :

1.2.3.1. Effet de la salinité sur la plante

Les effets de la salinité sur les plantes sont complexes et ses conséquences incluent la toxicité par les ions (**Pang et al. 2007**), le déficit hydrique (**Desclos et al. 2008**). La déficience et le déséquilibre nutritifs (**Chen et al. 2007**). La grande majorité des stress salins est provoquée par des sels de sodium, particulièrement le NaCl. De ce fait, les termes halophytes et glycophytes font essentiellement référence aux stress provoqués par un excès de Na⁺ (**Gregory., 2005**). La première difficulté d'une plante en milieu salin est d'assurer son apport en eau. Pour cela, il faut que la plante puisse ajuster la pression osmotique de ses tissus par rapport à la pression osmotique du sol. Ce phénomène nommé l'Epictète, permet donc à la plante d'assurer une hypertonie constante (**Haller, 2004**). A l'échelle agronomique, les risques de salinisation varient de 4 à 16 mmhos/cm. A partir de 8 mmhos/cm, la plupart des plantes cultivées ont leurs rendements fortement abaissés par la salinité. Seuls les végétaux halophiles prospèrent dans des milieux à salinité supérieure à 16 mmhos/cm (**Kenfaoui., 1997**)

1.2.3.2. Sur la photosynthèse :

L'effet de la salinité sur la photosynthèse, dépend de la concentration des sels de l'espèce et de la plante; ce qui est évident qu'une concentration basse de sels peut stimuler la photosynthèse. Un environnement stressant qui affecte la croissance, affecte évidemment la photosynthèse; de nombreux auteurs montrent que la capacité de la photosynthèse est étouffée par la salinité et cela chez différentes espèces des plantes (**Omami., 2005**). Selon (**Taiz et Zeiger., 2002**) les stress environnementaux qui affectent la croissance, altèrent également la photosynthèse.

1.2.3.3. Sur la croissance :

Plusieurs recherches ont montré la réduction de croissance de plantes en raison du stress salin (**Romero -Aranda et al.,2001**), Cependant, des différences dans la tolérance à la salinité sont notées entre les espèces et les variétés ainsi parmi les différents paramètres de la croissance de plantes mesurés.

(**Aziz et Khan 2001**) ont constaté que la croissance optimale de certains plantes a été obtenue après l'irrigation par l'eau de mer ; la croissance diminue avec la concentration de la salinité tandis que chez la légumineuse *Alhagi pseudoalhagi*, le poids frais de la plante s'accroît sous une faible salinité (50 mM NaCl) mais il diminue à des doses élevées (100 et 200 mM NaCl) (**Kurban et al. 1999**).

1.2.4. L'effet de la salinité sur l'eau dans la plante

Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence (**Romeroaranda et al., 2001 in Parida et Das, 2005**). Dans les conditions de concentrations élevées de salinité accrue, le potentiel hydrique de la feuille et la vitesse d'évaporation diminuent significativement chez l'halophyte *S. salsa* alors qu'il n'y a pas de changement dans le contenu relatif en eau (**Lu et al., 2002 in Parida et Das, 2005**).

1.2.4.1. Sur l'anatomie des feuilles

L'excès de sel devient toxique à un certain degré et accélère la sénescence naturelle des feuilles, en réduisant la capacité photosynthétique causée par la fermeture des stomates qui limite l'entrée du CO² (**Zhu.,2001; Munns.,2002**). La salinité affecte l'ultra structure des chloroplastes (**Ackerson .,1981 ;Salama.,1994**) l'épaisseur épidermique et mésophyllienne et les espaces intercellulaires ont diminué sensiblement dans les feuilles de *Brugueira parviflora* traitées par NaCl (**Parida et al.,2004**). La salinité réduit les espaces intercellulaires chez les feuilles des épinards (**Delfine et al.,1998**) tandis que chez les plantes de tomate, une réduction de la densité stomatique s'est produite (**Romeroaranda et al.,2001**).

1.2.4.2. Sur la tige

D'après (**Munns et Rawson.1999**) (**Maas et Poss.1989**), l'effet de la salinité se traduit généralement par une réduction de la croissance vde la tige (réduction de la hauteur) qui est en fonction de la division et l'élongation cellulaire. Elle retarde la croissance des pousses qui

sont plus sensibles aux sels que les racines mais elle pousse prématurément la plante vers la maturité.

1.2.4.3. Sur les racines

La salinité affecte en particulier la croissance des racines des plantes (**Läuchli et Epstein, 1990; Bayuelo et al, 2002**) ont montré qu'elle augmente le rapport PR/PA. En effet, les plantes maintiennent une croissance racinaire relativement importante sous forte contrainte saline, l'augmentation du rapport PR/PA qui s'ensuit semble être associée à une augmentation de leur tolérance au sel. (**Kafkai 1991**), suggère que sous contrainte saline, la plante dépense plus d'énergie photosynthétique pour maintenir un statut hydrique élevé et pour la production de racines en vue de la recherche d'eau et/ou la réduction de la perte d'eau.

Dans ces conditions, il semble que l'arrêt de la croissance foliaire soit déclenché par des signaux hormonaux (**Munns, 2002**) et qu'une part importante des photosynthétats soit alors réallouée à la croissance racinaire. C'est l'une des réponses anatomiques clefs aux stress osmotiques chez de nombreuses espèces, dont le caractère adaptatif apparaît évident puisqu'une augmentation.

1.2.4.4. Sur la physiologie de la reproduction

Selon (**Hu et al, 2005**) la salinité réduit le taux de croissance de la plante et ses organes reproducteurs.

Ils ont étudié l'effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction, ils ont constaté que le nombre du pollen dans deux différents types de cultivars de l'orge a été réduit de 24 à 37%. Des études réalisées par (**Munns et Rawson 1999**), sur l'effet de l'accumulation du sel dans le méristème de l'orge sur la reproduction et le développement, montrent que les courtes périodes de stress salin pendant l'organogenèse peuvent avoir des conséquences irréversibles sur la fertilité de l'épi, elle provoque l'avortement des ovaires.

1.2.4.5. Sur le rendement

Les composantes du rendement tels que le nombre de talles par plante, les nombres d'épis, le nombre d'épillets par épi et le poids du grain, sont élaborés de façon séquentielle dans le temps. (**Munns et Rawson 1999**) ont montré que tous les paramètres de rendement subissent une réduction sous l'action de la salinité et que, plus la salinité est élevée plus le rendement est réduit. Lorsque l'orge est soumis à un stress salin au cours de l'épiaison ou la différenciation de l'épi, le nombre d'épillets par épi est réduit ainsi que le nombre des grains

ainsi ils ont montré que la salinité a un effet néfaste sur la remobilisation des réserves au cours de la phase de remplissage des grains.

La salinité diminue le rendement plus souvent en réduisant le nombre de pointes portant les épillets, le poids de l'épi et le poids de 1000 graines (**Munns et Rawson, 1999**).

1.2.4.6. Sur l'assimilation des éléments minéraux

Une concentration élevée en sels (NaCl) concurrence l'absorption des autres ions nutritifs, comme le K^+ , le Ca^{2+} , le N et le P ayant pour résultat un désordre alimentaire et éventuellement, un rendement et une qualité réduits (**Grattan et Grieve.,1999**).

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur la plante: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions (**Houala et al., 2007**).

Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitants (**Soltani., 1988**).

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (**Levigneron et al., 1995**).

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmiques (**Houala et al., 2007**).

Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitants (**Soltani., 1988**). La présence de Cl^- inhibe l'absorption de NO_3^- (**Smith, 1973**).

Le chlorure diminue la concentration du phosphore dans les feuilles de blé (**Piri., 1991**).

1.2.5. Effet de la salinité sur le haricot

1.2.5.1. Effet sur la germination

L'effet de la salinité sur la germination des graines peut être partiellement osmotique ou du à la toxicité des ions qui peut altérer le processus physiologique comme l'activité enzymatique(**Essa et Al-Ani, 2001**) (**Croser et Al, 2001**)

La présence de sel en excès dans le sol est un des facteurs critiques qui affecte défavorablement la germination de la graine, empêchant les espèces de s'adapter aux environnements salin, a aussi exposé l'effet de sels sur la germination ; il a constaté que les sels provoquaient une diminution de l'imbibition du fait d'une diminution du potentiel d'eau (**Brahimi, 2017**).

1.2.5.2. Effet sur la croissance et développement

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et cette expansion s'arrête si la concentration de sel augmente (**Wang et Nil, 2000**). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (**Chartzoulakhis et Klapaki, 2000**).

1.2.6. La tolérance de la plante au stress salin

Selon l'auteur (**El housseine Zaoui et Germaine brun 2020**) dans son article a mentionné qu'il faut savoir que les plantes ont deux options pour s'adapter au stress

- augmenter l'approvisionnement en eau par l'absorption
- diminuer les pertes par évapotranspiration

Les adaptations sont d'ordre :

1.2.6.1. Anatomique : feuilles succulentes (font partie des organes charnus), organe charnus, système racinaire bien développé.

1.2.6.2. Métabolique : photosynthèse (ouverture des stomates et absorption du CO_2 pendant la nuit), ajustement osmotique (production l'osmoprotecteur), détoxification (baisser les effets négatifs des radicaux libre).

Plus précisément les mécanismes de résistance des plantes face à un environnement salin sont:

1.2.6.2.1. L'exclusion

L'accumulation des ions, est le mécanisme primaire utilisé chez les halophytes à un niveau haut de salinité par la compartimentation des ions dans la vacuole (**Omami, 2005**). L'exclusion des ions est effectué à un niveau bas ou modéré de salinité chez les glycophytes, en limitant l'absorption du Na^+ par la pompe Na^+/H^+ ATPase antiport qui exporte les ions Na^+ hors de la cellule, ou en favorisant sa répartition dans les tissus âgés comme les feuilles qui vont être par la suite éliminées par abscission (**Gregory, 2005, Omami, 2005**).

1.2.6.2.2. L'inclusion

L'un des mécanismes de résistance des plantes à la salinité est l'inclusion, L'organisme absorbe l'agent stressant pour rétablir l'équilibre thermodynamique avec son environnement sans subir de dommage irréversible tout en poursuivant sa croissance. L'organisme réduit ainsi la tension interne pour un même niveau de stress (**Lerner, 1999**).

1.2.6.2.3. La recirculation

Récemment, (**Berthomieu et al. 2003**) ont montré chez *Arabidopsis thaliana* une troisième stratégie à l'intermédiaire entre l'exclusion et l'inclusion, la recirculation. Le Na⁺ est absorbé et parvient jusqu'aux parties aériennes, mais il est aussitôt repompé et reconduit par les vaisseaux du xylème vers les racines, qui peuvent excréter les ions à l'extérieur

1.2.7. Synthèse des solutés compatibles

L'un des aspects de l'ajustement osmotique en réponse à un stress salin est l'accumulation des solutés organiques au niveau du cytoplasme des cellules végétales afin de maintenir une bonne pression osmotique intracellulaire et éviter la perte d'eau (**Mazeliak, 1995**). Entre protéines et sucres, les plantes se comportent différemment dans l'accumulation des solutés, chaque espèce accumule un genre particulier de soluté (**Weishen, 2000**).

L'accumulation des sucres solubles est très prononcée chez les plantes soumises à la contrainte saline, ces sucres ont pour rôle l'établissement de l'équilibre osmotique (**Munns, 2002 ,Gregory,2005**). La plante réagit différemment à la salinité à long et à court terme. Durant une exposition à court terme, lorsque la salinité agit sur la croissance et la division cellulaire, il se produit une élévation du taux de sucre, tandis qu'il diminue si l'action directe de la salinité se fait sur la photosynthèse (**Wei shen, 2000**). Plusieurs explications ont été proposées pour rendre compte de l'accumulation de sucre, l'une d'elles (**Strogonov, 1973**) implique l'augmentation de l'activité enzymatique pour l'hydrolyse de l'amidon et la synthèse du saccharose (exemple : phosphorylase amidon, saccharose phosphate synthétase) et l'acide abscissique, qui a contribué à la croissance des plantes cultivées sous stress salin (**Dubey et Singh, 1999, Achraf , 2004**). Un appauvrissement en glucides de réserve des plantes peut se produire à une exposition à long terme à la salinité parce que la plante investit des montants supplémentaires d'énergie en excluant l'excès de Na⁺ ou en le sécrétant les vacuoles (**Mengel et al., 2001**). En effet, la diminution de la concentration en sucre a été trouvée chez la canne à sucre sous contrainte saline (**Lingle et Wiegand, 1997**), tandis que,

l'augmentation des sucres solubles a été signalée chez la tomate (Gao et al. 1998), et le melon brodé (Carvajal et al., 1998)

1.3. La plante étudiée : l'haricot

1.3.1. Description de la plante

1.3.1.1. Les racines

Système racinaire pivotant et profond qui peut descendre jusqu'à 1,20m. On trouve le plus grand nombre de racines entre 0,20 m et 0,25 m de profondeur, sur un diamètre de 0,50 m autour de la tige. Des nodosités peuvent se former sur les radicelles, mais on ne peut pas considérer le haricot comme une plante enrichissant le sol en azote car il demeure trop peu de temps en terre (Barreto,1983).

1.3.1.2. Tiges

Elles sont plus ou moins longues suivant les variétés. Les grandes tiges peuvent atteindre 2 à 3 m de long, c'est le "haricot à rames". Les tiges courtes ne dépassent guère 30 à 40 cm de longueur et le haricot ayant de telles tiges est appelé "haricot nain" (Dupont et Guignard,1989).

1.3.1.3. Feuilles

Les premières feuilles, au nombre de deux, sont simples. Les suivantes sont formées de trois folioles ovales, vertes, de 10 à 12 cm de long environ, terminées chacune par une pointe (Bell, 1994). Elles possèdent des nervures bien visibles. Ces folioles s'insèrent sur un pétiole commun de 12 cm de long environ, par l'intermédiaire de pétiolules de 3 à 4 mm de long. A la base de ces pétiolules, on trouve deux stipelles très courtes. A la base du pétiole, on distingue une petite gaine et deux stipules de forme ovale ayant 4 mm de long environ (Goust et Seignobos, 1998).

1.3.1.4. Fruits

Ce sont des gousses allongées, généralement droites, plus ou moins longues et terminées par une pointe. Leur largeur varie de 8 à 25 mm. Elles renferment en moyenne 4 à 8 graines (Tirilly et Bourgeois, 1999). Dans les parois de la gousse, appelée cosse, les faisceaux libéro-ligneux sont plus ou moins développés. S'ils sont très développés, on les appelle les fils, et les gousses sont alors impropres à la consommation en vert. Les cosses

représentent 40 à 45% du poids des gousses. Les jeunes gousses sont vertes mais leur couleur va se modifier au cours de la maturation (**Goust et Seignobos,1998**).

1.3.1.5. Graines

Elles sont soit sphériques, soit cylindriques selon les variétés, et sont très diversement colorées, en blanc, vert, rouge, violet, noir, bruns ou même bicolores ou tachetés. Elles sont plus ou moins grosses selon les variétés (**Peron, 2006**). La faculté germinative dure de 3 à 5 ans (**Monnet et al.,1999**).

1.3.2. Classification botanique des Haricots

Le Haricot commun est une plante de la famille des Fabaceae, il été reconnu pour la première fois sous le nom *Smilax hortensis*, qu'est due aux botanistes (**Tragus et Fuchs en 1542**).

En (**1753 Linné**) a proposé le nom binominale *Phaseolus vulgaris* pour désigner cette espèce et il a classé d'autre Haricots moins bien connus à l'époque dans le genre *Phaseolus*.

Classification du Haricot

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Phaseol



Figure 2: *Phaseolus vulgaris L.*

1.4. Germination des graines

1.4.1. Définition

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer. Elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (**Hopkins, 2003**).

La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. (**Mazaliak.1982**).

Le signe visible d'accomplissement de la germination est la sortie de la radicule hors des téguments de la graine. La majorité des événements métaboliques et cellulaires subis par une graine non- dormante au moment de sa germination ont également lieu chez les graines dormantes imbibées, à l'exception de la sortie de la radicule (**Hopkins, 2003**).

La germination se traduit par une activation des activités enzymatiques dans toutes les parties de la graine (embryon et tissus de réserve), conduisant à la croissance de l'embryon et à la constitution d'un germe (**Labbe, 2004**).



Figure 3: Germination du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.).

1.4.2. Condition de la germination

1.4.2.1. Condition interne de la germination

Avant la germination, la graine doit répondre à de nombreuses conditions internes qui sont :

- La maturité c'est-à-dire que toutes les parties qui la constituent soient complètement différenciées morphologiquement (**Heller, 2000**).
- La deuxième condition est la disponibilité de l'amidon, des protéines, des lipides, et des nutriments pour l'embryon de la graine à travers l'activité des enzymes et des voies spécifiques (**Miransari et Smith, 2009**).
- La troisième condition est la longévité des semences, autrement dit, la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. Cette dernière condition varie considérablement en fonction des espèces (**Heller, 2000**).

1.4.2.2. Condition externe de la germination

La graine exige la réunion des conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière.

1.4.2.2.1. L'eau

Elle est absolument nécessaire, en son absence, la graine reste sèche et peut conserver longtemps sans changer d'état liquide (**Chaussatet al, 1975**).

1.4.2.2.2. L'oxygène

En même temps que l'imbibition, on constate que les graines qui étaient en vie ralentie, se remettent à respirer. Une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination. (Mazliak, 1982)

1.4.2.2.3. La température

La température compatible avec la germination s'inscrit dans une gamme assez large (sous réserve que la semence ne soit pas dormante) (Heller et al, 2006).

1.4.2.2.4. La lumière

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

En conclusion, humidité, chaleur, oxygénation et exposition à la lumière sont les maitres mots d'une germination efficace (Brahimi ,2017).

1.4.3. Types de germination**1.4.3.1. La germination épigée**

La graine est soulevée hors du sol par accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyle qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons. Le premier entrenœud donne l'épicotyle. Les premières feuilles, au- dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales qui sont d'une morphologie plus simple que les futures feuilles (Heller et al,1998).

1.4.3.2. La germination hypogée

La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol (Heller et al, 1998).

1.4.4. Phase de germination

La germination se réalise en trois phases :

- la phase d'imbibition, c'est-à-dire la phase d'absorption de l'eau par la graine.

- la phase de forte activité métabolique, où les réserves de la graine sont transformées afin de pouvoir être utilisées par la plantule.
- l'émergence de la radicule.

1.4.5. Effet de la salinité sur la germination

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 des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (**Askri, 2007, Wentao et al, 2009**)

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

Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique, les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination, par contre, les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaires de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologies des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (**Rejili et al, 2006**)

1.4.5.1. Effet de la salinité sur les quelques paramètres de germination

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 Sifi, 2003**)

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 Sifi, 2003**)

Elle 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**) La salinité agit également sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus les semences aux risques (**Slama, 2004**)

2. Chapitre II – Méthodologie d'expérimentation

2.1. Les méthodes choisies dans l'expérimentation de l'effet de la salinité sur la germination de l'haricot**2.1.1. Objectif de l'expérimentation**

Notre travail consiste à étudier l'effet du stress salin sur la germination sur plusieurs variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) a différentes origines et distingue de leurs tolérances a la salinité.

2.1.2. Matériel végétale utilisé

L'espèce choisie est plusieurs génotypes de l'haricot *Phaseolus vulgaris L.* c'est une espèce glycophyte à développement rapide, elle est sensible à la salinité, de 0,5 à 2 g/l.

2.1.3. Conditions expérimentales**2.1.3.1. Solution salées**

L'ensemble de la recherche que nous avons traitée ont été réalisés dans des lots de différentes concentrations. Le choix des concentrations a été fait en se basant sur des données bibliographiques et des études récentes. Cinq concentration de NaCl ont été utilisées pour cette étude : le témoin [0] mM, [50] mM, [100] mM, [150] mM, [200] mM

2.1.3.2. Préparation de la solution saline

Après avoir assuré de la disponibilité de tout le matériel de labo ainsi que tous les produits chimiques nécessaires à notre expérimentation, on a commencé par préparer les solutions salines à partir de NaCl.

Tab : préparation des solutions salines de NaCl

Solutions	Concentration	NaCl (g.Ml)
1	0meq	0
2	50meq	0.6
3	100meq	1.2
4	150meq	1.8
5	200meq	2.4

2.1.3.3. Déroulement des expérimentations**2.1.3.3.1. La mise en place de la germination**

L'ensemble des expérimentations de la mise en place de la germination ont été faite au niveau de laboratoire. Les essais de germination se sont déroulés selon des expériences complètement organisée avec des répétitions et cinq traitements adoptés selon les concentrations choisies: C0 (Témoin), C₁, C₂, C₃, C₄. Les semences désinfectées préalablement sont placées sur des rondelles de papier buvard tapissant les boîtes de pétries. Les traitements par les concentrations préparées sont faits à partir d'un sel (NaCl), le chlorure de sodium NaCl. Les graines sont imbibées à raison de 200ml de solution chaque 6 heures.

Les graines sontensemencées dans des boîtes de Pétri stérilisées de 9cm de diamètre et 1.3cm d'épaisseur, tapissées de papier filtre, chaque essai porte 150 graines, soit 3 répétitions de 10 graines par boîte de pétri ceci pour chaque génotype testé, et le tout 900 graines pour l'ensemble des génotypes expérimentés.

On maintient le papier filtre toujours humide, en imbibant à chaque fois que cela est nécessaire (12h ou 48h), en ajoutant 10ml de chaque type d'eau, soit l'eau distillée (Témoin) ou des solutions naturelles ou des solutions salines préparées (**Belkhodja et Bidai, 2004**). Les boîtes sont déposées dans un incubateur réglé à (25°C± 2°C) de température (**Benkhaled et al, 2003**).

On considère qu'une semence a germe lorsque la radicule perce le tégument (**Come, 1970 et Bajji et al, 1998**).

Le suivi de test s'est fait quotidiennement et au bout du deuxième jour, nous avons constaté qu'il n'y avait plus de germination pour l'ensemble des traitements, et de ce fait le comptage a été basé sur, la durée de neuf jour pour les graines avec téguments ; qu'elle est diminuée pour les graines sans téguments.

Exemple d'un dispositif expérimental



Germination après deux jours



Germination après 4 jours



Germination après une semaine



Germination après 12 jours



Germination après 15 jours

Figure 4: Evolution de la germination pendant 15 jours

2.1.4. Paramètres étudiés**2.1.4.1. Paramètres relatifs à la germination des graines****2.1.4.1.1. Essai en boîtes de pétri**

Quatre paramètres ont été estimés pour cet essai (après 7 jours de l'application du stress) :

- Imbibition et évolution des poids des graines.
- Le taux final de la germination.
- La cinétique de germination.
- Longueur de la radicule.

2.2. Paramètres mesurés pour l'évaluation de l'effet des taux de la salinité sur la germination des graines d'haricot**2.2.1. Effet de la salinité sur les paramètres morphologiques étudiés****2.2.1.1. Imbibition et évolution des poids des graines**

Cet expérimentation est basé a pour but de déterminé l'évolution de la teneur d'imbibition des graines mises en germination en fonction des différents milieux. La prise de poids des graines est effectuée chaque période de quatre heures le long de la période germination, étalée à 78 heures. Les taux d'absorption d'eau par les graines à partir des différents milieux de germination ont été montrés par des courbes.

2.2.1.2. La Faculté germinative (le taux final de la germination)

Est calculé à partir de pourcentage maximal de grains germés sur le nombre total de grains mis à germer, elle s'exprime en pourcentage (%) selon la formule suivante :

$$FG = (NG/NGG) \times 100 \text{ où}$$

NG: nombre de graines germées. NGG: nombre de graines mises à germer.

2.2.1.3. La cinétique de germination

Est correspond à l'évolution de la germination, obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentation il dépend des conditions de germination et des traitements subis par les semences (**Belkhodja et Bidai, 2004**).Ce paramètre est permet de prévoir la vigueur des plantules durant le processus de germination.

2.2.1.4. Longueur de la racine

La longueur des racines des plantes sous différents régimes salins adoptés dans les tests de germinations de chaque plantule issue de la germination, est mesurée à l'aide d'une règle graduée pour chaque variété et chaque traitement. Les mesures de ce paramètre sont effectuées à partir du 6^{ème} jour de l'expérimentation jusqu'à la fin de l'essai (15^{ème} jour).

2.3. Paramètre biochimique**2.3.1. Dosage des sucres solubles**

Les sucres simples (glucose, fructose, et saccharose) sont extraits par un solvant capable de les solubiliser et de bloquer les activités enzymatiques susceptibles de les dégrader (Gomez, 2003).

Le principe de la réaction est basé sur la condensation des produits de dégradation des oses neutres par l'acide sulfurique. Ce dernier très concentré transforme à chaud les oses en dérivés furfural qui donne une coloration bleue verte avec l'antrone. Les solutions d'extraction sont dosées par la méthode colorimétrique à 585 nm.

Le matériel végétal prélevé, 100mg, des cotylédons de la graine est introduit dans un tube à essai contenant 5.25 ml d'éthanol à 80%, pendant 20 heures. 2 ml sont prélevés de l'extrait préalablement dilué 10 fois avec l'éthanol 80% (réactif A). 4 ml de réactif composé de 2g d'antrone pur additionné à 1 litre d'acide sulfurique (réactif B) sont ajoutés au réactif A. Le réactif B est préparé 04 heures à l'avance avant la réalisation de l'essai.

L'ensemble est délicatement mélangé et maintenu dans la glace fondante. Après agitation les tubes sont placés dans un bain-marie à 92°C pendant 8 mn et ensuite le tout est refroidit pendant 30 mn à l'obscurité. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 585nm et la concentration est exprimée en mg.g⁻¹ de MS.

2.3.2. Dosage de l'activité de α amylase des graines en germination

Au cours de la germination de la graine, l'activité des amylases est indispensable pour la remobilisation des ressources glucidiques, mises en réserve sous forme d'amidon. Les amylases catalysent l'hydrolyse de l'amidon suivant une activité progressive et libèrent des molécules et courtes chaînes osidiques pour aboutir au maltose et peu de glucose.

2.3.2.1. Extraction du complexe enzymatique

L'extraction du complexe enzymatique est produite en deux temps du processus de germination des graines. 48 et 72 heures.

Le substrat de l'extraction est constitué de 20g de graines issus des différents milieux de germination sont broyés dans 10ml d'acétate buffer. L'ensemble est broyé et filtré est recueilli dans un tube de centrifugation de 25ml, puis centrifugé pendant 10 mn à 8000g. Le surnageant est récupéré.

2.3.2.2. La purification

La purification de l'extrait est assurée par addition de 10 ml d'éthanol (95%), permettant la précipitation de la masse protéique. L'ensemble est centrifugé à 15000g pendant 10 mn, le culot est récupéré dans 10 ml de tampon acétate à PH 4,8.

2.3.2.3. Réalisation de la courbe d'étalonnage

La réduction en milieu alcalin de l'acide 3⁻⁵ dinitrosalicylique par le maltose, provoque une coloration orangée dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en glucide. A partir d'une solution mère de maltose (1g/l) on réalise dans des tubes à essai une gamme étalon dans du tampon acétate (acétate acétique et acétate de sodium, 10 mM, pH 4,8) à des dilutions de $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ atteignant un volume final de 1ml.

On prélève 0.5 ml de chaque dilution dans des tubes à essai, à lequel on ajoute 0,5 ml de réactif, constitué de 70 ml de NaOH (2N), 1g l'acide 3⁻⁵ dinitrosalicylique, 30g de tartare K/Na et 100ml d'eau distillé. L'ensemble est mélangé délicatement. Les tubes sont placés dans un bain marie bouillant pendant 5 mn, ensuite refroidis par un jet d'eau froide et dans lesquels on ajoute 5 ml d'eau distillée. Le dosage est effectué par un spectrophotomètre à une longueur d'onde de $\lambda=530$ mn.

2.3.3. Dosage de l'activité de α -amylase

Diluer 10 fois 1ml prélevé de la solution de l'extrait enzymatique purifié, dans une solution tampon acétate pH 4,8. Dans chaque tube de l'extrait enzymatique dilué, on ajoute 0,25 ml de solution d'amidon à 1% (dilution dans la solution tampon acétate pH 4,8), passer au cortex et laisser incuber au bain-marie à 25°C. Ajouter 0,5 ml du réactif contenant l'acide dinitrosalicylique permettant l'arrêt de l'hydrolyse et le dosage simultané du maltose formé. Mettre l'ensemble dans un bain-marie bouillant, refroidir et doser au spectrophotomètre à $\lambda= 530$ nm.

2.3.4. Utilisation de l'acide gibbérellique GA3

Le même principe de dosage de l'activité enzymatique est effectué en additionnant au milieu de germination de l'acide gibbérellique à deux concentrations différents, 10^{-5} et 10^{-4} mM

2.3.5. Détermination du potentiel osmotique

Le potentiel osmotique des solutions des milieux de germination, ainsi que celui des graines mises en germination est déterminé à différentes étapes de l'expérimentation. L'opération est réalisée par emploi d'un micro-osmomètre de type VAPOR WESCOR. 10 μ l de la solution issue de graines et des milieux de germination sont employés pour l'estimation du potentiel osmotique.

3. Chapitre III- synthèse des travaux antérieurs

3.1.SYNTHESE DES TRAVAUX ANTERIEUR DE L'EEFFET DE LA SALINTE SUR LA GERMINATION D'HARICOT

La germination est définie comme l'ensemble des phénomènes physiologiques qui commencent par l'imbibition et d'absorption de l'eau par la graine et se terminent par la sortie et l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule à travers les structures qui entourent l'embryon (Mihoub et al., 2005 ; Pernollet et Ferault, 2008). Selon (Benidire et al. 2015) le processus de la germination des graines est un ensemble des métaboliques aboutissant à l'émergence de la radicule.

Cette phase de développement est considérée comme une étape critique dans l'établissement des semis et la détermination d'une production agricole réussie. La compréhension de l'influence de la salinité sur métabolisme des graines pendant le stade de la germination, nécessite de faire un travail de synthétiser de quelques résultats obtenus dans ce contexte de recherche. En effet, l'ensemble de ces travaux montrent un effet dépressif de l'application du NaCl comme sel facile à utiliser dans le laboratoire sur le comportement des graines en germination.

D'après (Johansson et al, 2000) le processus d'imbibition des graines est une étape physiologique, primordiale pour la germination des graines des différentes espèces végétales. En effet, le taux d'imbibition des graines est évalué par la mesure de l'évolution de leur poids. Cette dernière dépend, inévitablement de la quantité d'eau disponible mais elle est grandement conditionnée par la qualité chimique d'eau absorbée (Hopkins, 2003).

La lecture des résultats obtenus de plusieurs recherches ont montré que, l'évolution du poids des graines sont fortement influencées par la nature des génotypes expérimentés, le potentiel hydrique des solutions salines adopté influe également, et de manière importante sur l'expression et les variations des niveaux d'absorption au cours du temps de la germination. Ceci indique que les génotypes testés, expriment des réponses différentes en réaction aux variations des niveaux des potentiels osmotiques adoptés. Les travaux de (Arous et al., 2009 ; Bensaadi., 2011) ont montré que, l'absence de germination imposée par une imbibition insuffisante des graines d'haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) à cause des taux élevés de NaCl n'est que la conséquence de la persistance d'une déficience de la turgescence cellulaire maintenant l'inhibition enzymatique des cellules. L'imbibition dépend, inévitablement de la quantité d'eau disponible mais elle est grandement conditionnée par la qualité chimique de

cette eau. L'imbibition ne se réalise que si les forces de liaison de l'eau au niveau du milieu de germination soient plus faibles à celles d'appel, exercée par les tissus de la graine. Dans ce cas le potentiel hydrique de la graine doit être inférieur à celui du milieu de germination.

La lecture des résultats de plusieurs chercheurs sur différents génotypes expérimentés ont montré que, la prise d'eau par les grains en germination est importante au cours de la première phase du processus. Cette acuité de prise d'eau pendant cette période se limite entre 6 et 30h. On note également une variation dans les niveaux d'absorption d'eau à l'échelle des génotypes expérimentés.

Les résultats moyens obtenus exposent une nette prédominance du taux d'imbibition des graines au niveau des témoins. Dans la plupart des génotypes par rapport aux potentiels osmotiques appliqués dès le début de germination jusqu'à 78h, en enregistrant une moyenne d'imbibition.

Concernant l'effet de la salinité sur Taux de germination, les données obtenus a permis que, l'application du NaCl provoque une chute dans le délai, dans le taux final et dans la vitesse de germination. Ces résultats ont également été rapportés par plusieurs auteurs chez **(El Madidi et al., 2004; Abbas et al., 2013)**, chez le haricot **(Arous , 2009 ; Bensaadi., 2010)** chez *Hordeum vulgare* **(El Goumi et al., 2014)** et **(Medicago sativa ,Lachhab, 2013)**. D'après **(Delyado et al., 1994 in Mainassara., 2009)** démonte dans une étude réalisée sur les paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le Haricot (*Phaseolus vulgaris L.*), a été démontré que l'excès du sel dans le sol affecte la germination, la croissance des plantules et leurs vigueur à des degrés variables. L'augmentation du stress salin entraîne une réduction non seulement des taux de germination mais aussi du temps moyen de germination **(Jaouadi et al., 2013)**. Les travaux de **(Belaadi Manel, 2014)** ont montré que l'effet de la salinité sur la germination des graines a été plus observé pour les concentrations élevées du NaCl en comparaison avec le témoin. Dans ce même contexte de recherche, une inhibition complète du taux de germination a été enregistrée pour la concentration 150Mm et c'est semblable pour les variétés. Plusieurs auteurs ont annoncé que la diminution du taux de germination peut être due à une absorption faible de l'eau par les graines suite à une différence de concentrations entre le milieu interne (cellules des graines) et le milieu externe, ce qui entraîne une inhibition de la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon **(Filho et al.,1983) Cité in (Ould babana ,1999 in Douakha et Guernine 2013)**.

3.2. La cinétique de germination

Est considérée comme autre paramètre très important d'évaluer l'effet dépressif de la salinité sur la germination d'haricot. Ce paramètre varie distinctement avec les traitements salins adoptés et les génotypes d'haricot expérimenté. Ainsi, les graines témoin et celles mis en germination chez les lots de 50meq sont germés dès le premier jour de semis (soit 24h) ou maximum le deuxième de jour (soit 48h) et cela chez l'ensemble des génotypes (**Naimi Fouzia, Merdj Asma 2018**).

La cinétique de germination pour les graines stressées au NaCl présume une forme de tolérance de cette espèce à cette concentration en sel si l'on tient compte des taux de germination enregistrés.

La diminution dans le taux cumulé de germination sur des conditions de salinité est très hautement significative. Dans le même contexte de recherche et d'après (**Selami et Meddour 2016**) et (**Hassani et Bentabal 2018**) ont montré que, lorsque la concentration en sel augmente, ce ci induit une diminution des taux des graines germées d'*Oudneya africana* à partir de 50mMol/l par rapport au témoin. Forte dose de sel de 100Mmol/l inhibe la germination totale de graines traitées ; ce qui concorde avec plusieurs études qui ont indiqué que l'effet de concentration du sel sur le taux et les pourcentages de germination est hautement significatif pour les deux types de sels (NaCl et KCl). La germination était considérablement réduite et plus lente aux concentrations plus élevées, elle était complètement inhibée à 300 et 400mMol pour l'espèce *punicum turgidum* (**El Keblawy., 2004**). D'après (**Prado et al., 2000**) la diminution du taux de germination des graines soumises à un stress salin serait due à un processus de dormance osmotique développé sous ces conditions de stress, représentant ainsi une stratégie d'adaptation à l'égard des contraintes environnementales. Selon les mêmes auteurs, la conversion de Polycarbohydres en sucres solubles jouant le rôle de régulation osmotique au niveau des cellules embryonnaires en phase de germination est alors inhibée. D'après (**Poljakoff et al. 1994**) et (**Khan et al. 2001**) l'effet de la salinité sur la germination est généralement attribué aux effets osmotiques dus diminution du potentiel soluté du sol ou des effets de toxicité dus l'absorption et/ou à l'accumulation à certaines ions sous forme de sodium et chlorure.

Selon les études de (**Benrebiha et al.1987**) qui ont noté que pour l'espèce *Artimicia herba alba* asso il y a une réduction du taux et de la vitesse de germination des graines in vitro en additionnant du NaCl dans le milieu de culture. Les perturbations observées pourraient être expliquées par une diminution du potentiel osmotique du milieu suite à l'ajoute du sel. Alors que (**Chrib et al .2011**), ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouve dans la graines. Il pourrait être s'agir également d'une difficulté d'hydratation des graines suite à un potentiel osmotique élevée entraînant une certaine inhibition des mécanismes aboutissant à la sortie de la radicules hors des téguments et par conséquent un retard de germination des graines (**Gill et al., 2003**). Les travaux de était réalisé par (**Ayed et Taiba, 2017**), en étudiant l'effet de différentes niveaux des NaCl (0,17,34,51,68,85 mMol) sur la germination de deux espèces d'*Artemisia* de la famille d'Astéracée , ont démontré effet dépressif de la salinité sur ce processus ,des taux de diminution d'autant plus important ont été enregistré chez l'*Artemisia compestris* par rapport à l'*Artemissia herba alba* dépassant les 96% chez l'*Artemissia compestris* contre 88% chez l'*Artemissia herba alba* pour le stress le plus sévère. Dans le même contexte (**Woodell, 1985**) ; (**Keiffer et Ungar 1995**) et (**Khan et al, (2001)**) une caractéristique importante des semences tolérantes au sel, qui les de distinguent des semences de glycophyte et leur capacité à maintenir la viabilité pendant une période prolongée au cours d'exposition à des conditions hyper –salines puis initier la germination lorsque le stress est réduit. D'après (**Ben Miled et al.1986**) ce retard s'expliquerait par le temps nécessaire aux graines pour déclencher les mécanismes leur permettant d'ajuster leur pression osmotique.

3.3. La longueur de la radicule

Les recherches mené sur l'influence du stress salin sur la radicule des grains, soumis à la différente concentration saline montrent que, l'augmentation de la concentration salines des milieux s'accompagne d'une réduction notable des radicules. D'après l'expérimentation de (**Naimi Fouzia, Merdj Asma, 2018**) l'analyse des résultats obtenus de la longueur de la radicule acquis après germination des graines, révèle que les variations de cette caractéristique s'opèrent d'une manière indépendante de la nature des génotypes conduits. Tandis que les variations des niveaux de la contrainte saline imposé dans les milieux de germination s'accompagnent de nettes oscillations. Cette diminution est plus importante chez les plantes soumises aux fortes concentrations du NaCl. Selon (**Munns et al., 2002**) la salinité abaisse le potentiel hydrique des racines, et ceci cause rapidement des réductions de taux de

croissance avec une suite des changements métaboliques identiques à ceux provoqués par le stress hydrique. Et ceci traduit par le fait que, la présence de sel dans le milieu de culture limiterait l'alimentation des plantes en calcium ce qui conduirait à une inhibition de l'émergence, la croissance des racines et des poils absorbants.

3.4. L'effet de la salinité sur L'acide gébberelique GA3 gibbérellines

Les acides gibbérelliques sont présentés chez tous les groupes végétaux. Elles sont constituées par une vingtaine de composés à structure chimique très voisine, la plus répandue est l'acide gibbérellique (GA3) (**Hartman, 1990**).

Les gibbérellines sont produit à la fois par les champignons et les plantes supérieures. Une application exogène de gibbérellines provoque un allongement prononcé de tiges intactes. (**Hopkins, 2003**).

3.4.1. L'effet de l'acide gibbérellique sur la salinité et la germination

(**Heller, 1995**) montre que le rôle de cette hormone est dans la synthèse des enzymes et notamment dans la production de α -amylase dans la graine. Cet effet favorise la mobilisation des réserves en produit simples solubles susceptibles de fournir l'énergie.

Selon le même auteur les acides gibbérelliques (GA3) lèvent la dormance des semences et ont généralement une action stimulante sur la germination.

L'acide gibbérellique(GA3) peut lever l'inhibition de la germination causée par l'acide abscissique, s'oppose également à l'induction de la dormance par des températures élevées et stimule ainsi la germination des semences dont la dormance est normalement éliminée par un traitement au froid. (**Eagle in Corbineau et Come, 1981**).

(**Gomath et al., 2005**) ont été montré que la salinité diminue la croissance et le rendement. L'application de l'acide gibbérellique réduit cet effet.

Quelques études ont montré que l'application externe de la gibbérelline en condition de salinité sur *Hibiscus sabdariffa* L. stimulant la synthèse de la catalase, réduit les effets négatifs de la salinité et améliore les conditions de croissance des plantes (**parvaneh, 2015**).

Conclusion générale

Conclusion générale

Les stress abiotiques affectent considérablement la production végétale, parmi ces contraintes la salinité la perturbation et la limitation des rendements agricole. A travers la présente étude nous avons entrepris un travail théorique sur le comportement physiologique des graines d'Haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) au stade de la germination soumis au stress salin. Le comportement germinatif de l'espèce végétale nous renseigne sur sa tolérance durant les stades ultérieurs du cycle de développement. A très faible concentration, certains sels présents à l'état naturel dans le sol sont absorbés comme éléments nutritifs par les végétaux. Cependant, à des concentrations plus élevées, les sels solubles peuvent empêcher les racines d'absorber l'eau et les éléments nutritifs et, ainsi, restreindre la croissance des plantes cultivées, d'où un rendement plus faible.

L'accumulation de sels, et en particulier des sels de sodium, est l'une des principales menaces physiologiques qui pèsent sur les écosystèmes. Un niveau de salinité élevé des sols provoque le flétrissement des plantes du fait d'une diminution du potentiel hydrique du sol et des effets de toxicité.

La culture du haricot peut être menacée par la déclaration du stress salin. Les changements induits par la salinité et contraignants la morphogénèse, le comportement et la productivité de la plante, varient considérablement avec l'intensité.

La phase de germination représente l'une des phases critiques où les effets de ce stress peuvent affecter considérablement la survie et le comportement agronomique ultérieur de cette espèce végétale. D'une manière générale, tous les génotypes de le haricot testés présentent un caractère commun vis à vis la concentration de sel utilisé :

Le pouvoir germinative des graines d'haricot représente un retard et une réduction germinative avec l'augmentation de la salinité d'une manière générale. En ce qui concerne la précocité de germination, le témoin (0Mm) est le plus précoce, pour l'ensemble des génotypes expérimentés et en remarque une diminution proportionnellement de la précocité de germination avec l'augmentation des concentrations de sel à partir le traitement 50 Mm jusqu'à 200Mm.

Une influence notable remarquée concernant l'effet de la salinité sur la cinétique de germination sur l'évolution de la germination des différents génotypes d'haricot testés en fonction du temps, les travaux antérieurs montrent un ralentissement de la cinétique de germination en fonction de l'augmentation de la salinité qui varie distinctement avec l'espèce

Conclusion générale

et le traitement. Le taux final de germination, la capacité germinative de graines stressées est réduite comparativement au témoin et ceci pour l'ensemble des concentrations utilisées.

L'augmentation de la salinité a des effets négatifs sur la germination représentée principalement par le retard de germination et une faible capacité germinative. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par d'autres chercheurs qui ont indiqué que les graines des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière à la salinité, en réduisant le nombre total des graines germées et accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination.

Enfin, on peut dire que les résultats obtenus par plusieurs chercheurs, ne peuvent être considérés que comme résultats préliminaires qui ne nous permettent en aucun cas de déduire le niveau de tolérance à la salinité des variétés étudiées, car d'autres paramètres constituent des indices plus fiables peuvent être utilisés dans la détermination du niveau de tolérance au stress.

Liste de référence

- ABAAB A. BEDRANI S., BOURBOUZE A. et CHICHE J., 1995.** Les politiques agricoles **Baji, M., Kent, J. M., Lutts, S., 1998** et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb. In: Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Options Méditerranéennes, (CIHEAM., Montpellier), Sér. B, 14 : 139-165.
- Anzala f. j, 2006** Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs(Zeamays) : étude de la voie de biosynthèse des acides amines issus de l'aspartate et recherche de
- Ashraf M ., Mukhtar N.,Rehman N. and Rha E S.,2004.** Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). PHOTOSYNTHETICA 42 (4): 543-550.
- Arous Ali 2009** -Métabolisme de protéines et des glucides chez quelques variété de l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L) sous stress salin au stade de la germination p- 34, 45
- Atriplex halimus* L.and coorsponding callus. Plant Sci:131-142
- Baba Sidi Kaci S., 2010** : Effet du stress salin sur quelques paramètres phoenologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. Mémoire de magister en gestion des agrosystèmes sahariens, Université Kasdi Merbah Ouargla : 133P.: Salt stress effects on root and leaves
- Barreto m. m., 1983.** Etude expérimentale du développement des racines adventives de la tige de *Phaseolus vulgaris* L. Mémoire de D.E.A. Université de Dakar, Sén., 67p.
- Belaadi Manal 2014** Etude de l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés d'Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) p31
- Belkhodja M . et Bidai Y ., 2004.** Réponse des graines d'Atriplex halimus L. à la salinté au stade de la germination. Secheresse, 15, (4), p.331-335.
- Bella., 1994.** Plantes à fleurs : la morphologie descriptive et dynamique des plantes à fleurs. Edit. Masson, Paris. 340 P.36.
- BEN KHALED L., OUARRAQI E. M., EZZEDINE ZID., 2007.** Impact du NaCl sur la croissance et la nutrition de la variété de blé dur Massa cultivée en milieu hydroponique. Acta Botanica Gallica. PP 101-116.

Liste de référence

- BENREBIHA., 1987** -Effet du stress salin sur la germination et la croissance de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba asso*).pp :40.
- BENTABEL M et HASSANI S .,2018** - Effet de stress salin sur la germination et la croissance des plantules de *Genista saharae* et *Retama retam L.*
- Berthomieu.,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. and 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.
- Brahimi rezkia, 2017**-effet de la salinité sur la germination du *niebevignaunguiculatasubspunguiculata (l.) Walp.*p6.-19-20-21-25
- Camara et al., J. Appl. Biosci. 2018.** Effet du stress salin sur la germination des graines de trois légumineuses (*Phaseolusvulgaris*, *Glycine max* et *Vignaunguiculata*). *Journal of Applied Biosciences* 124: 12424-12432.p12425
- Debez A, Chaibi W, Et Bouzid S, 2001:** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'"*Atriplex halimus L.* *Agricultures* 10, (2), p.135-138.
- Dubey Rs, et Singh Ak, 1999:** Salinity induces accumulation of soluble sugar and alters the activity of sugar metabolizing enzymes in rice plants. *Biologia Plantarum.* 42, 233-239. Publishing House, Moscow.
- Dupont f., guignard j. l., 1989.** Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson. Collection : Abrégés pharma. Paris. 510P.
- El housseine Zaoui et Germaine brun 2020** bureau d'étude et conseil, agro-challenge.
- Franchis L, et Ibanez F, 2003 :** Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens , Rapport Pan Bleu ISBN. Plan d'action pour la la Méditerrané PNVE. p69.
- Gaoz, Sagi M, Lips SH, 1998:** Carbohydrate metabolism in leaves and assimilate partitioning in fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*) as affected by salinity.

Liste de référence

- Goust j. et seignobos F., 1998.** Le haricot. Edit. Arles : Actes Sud, Paris. 92P.
- Gregory B, 2005 :** Écophysologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et sodique .Thèse de mémoire .Université Lava Canada .Chapitre 1.
- Guerrier G., 1983.** Capacité germinative des semences en fonction des doses graduelles en NaCl. Importance des transferts sur milieux sodés ou témoin, Rev. Gén. Bot. 90 ,3–21.
- Haouala F, Ferjani H, et Ben El Hadj S 2007 :** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na^+ , K^+ et Ca^{2+}) et du chlore (Cl^-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.11(3), 235–244.
- Heller r., esnault r. et lance c., 2000.** Physiologie végétale II. Développement. Ed Dunod. Paris. pp64-260.
- Heller R., Esnault R. et Lance C., 2000.** Physiologie végétale II. Développement. Ed Dunod. Paris. pp 64-260.
- Heller r., robert e., claude l., 1998.** Physiologie végétale. 1 Nutrition Edit. Dunod, paris 322p.
- Hopkins w. g., 2003** Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par SERGE R. Ed. De Boeck ; p. 66-81 ; 309-362.
- Hopkins W.G., 2003.** Physiologie végétale. Traduction de la 2eme édition américaine par SERGE R. Ed de Boeck. pp 309-362.
- Johanssoni, karlssonm, johanssonu, larssonc, kjellbomp.2000.** The role of aquaporins in cellular and whole plant water balance. Biochem Biophys Acta 1465:324-342.
- Jones H G., Flowers T J., Jones M B., 1989:** Plants under stress. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kenfaoui A, 1997 :** La salinité des eaux d'irrigation .Synthèse bibliographique réalisé par les élèves ingénieurs de l'école nationale du génie rural des eaux et des forets de Montpellier.
- Le Houérou H.N, 1986:** Salt-tolerant plants of economic value in the Mediterranean Basin. Reclamation and Revegetation Research 5: 319-341.

Liste de référence

- Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart F., 1995:** Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures.4 (4): 263-273.
- Lopez F, 1996 :** Identification et étude de l'expression de deux gènes en réponse au stress salin chez raphanus sativus. Thèse nouveau doctorat. Univ de Montpellier : 145p.
- M, Maztinez V, and Alcaraz F.C 1999:** Physiological function of water channels as affected by salinity in roots of paprika pepper. *Physiol. Plant.* 105, 95-101.
- Mainassara Z., Bouaziz S., Boulbaba L'T., Mohamed H., 2009 :** Paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009 13(1), 113-119
- Mazliak p., 1982.** Physiologie végétale croissance et développement. Tome3Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts collecte méthodes. Paris, 420p. QTLs. Thèse de doctorat ; Université d'Angers ; 148p Rustique, Paris 558p.
- Monnet y., Pigeon m. et thlbault j., 1999.** Produits phytosanitaires autorisés à la vente : cultures légumières et fraisier. Edit. NRA, Paris, 330 p.
- Munns R 2002:** comparative physiology of salt water stress. *Plant. Cell and environment.* 25: 293-250
- Naimi Fouzia, Merdj Asma 2018** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantes d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) p. 38
- Omami E.N, 2005:** Response of Amaranth to salinity stress. These Ph.D Horticulture. Departement of plant production and soil science, Faculty of natural and agricultural sciences, University of Pretoria. p 235.
- Parida A.K. et Das A.B., 2005.** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* Vol.60, pp. 324-349.
- Peron j. y., 2006.** Références productions légumières (2° Éd.). Edit. Librairie GERMER BAILLIERE et CIE, Paris, 650p.
- PRADO F; BOERO C; GALLARDO M; GONZALEZ J, 2000).** Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. Seeds, *Botanical Bulletin of AcademiaSinica* 41. pp: 27-34

Liste de référence

- Schwartz C, 2007** : Salinisation des sols : processus, causes, effets et gestions des sols salés .Diapositif.

- SELAMI ET MEDDOUR., 2016**- Effet du stress salin sur la germination des graines de quelques plantes spontanés (Retama retam, Genista saharae, Asphodelus tenuifolius, a. et Oudneya africana)

- Tirilly y. - Bourgeois c.m., 1999**. Technologie des légumes. Edit. La Maison.

- Tremblun G., 2000** : Comportement auto-écologique de Halopeplis amplexicaulis: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. Sécheresse.11 (2): 109-116.

- Zhu JK 2002**: salt and drought stress signal transduction in plants. Annual review of plant.

- Zid E. et Grignon C, 1991**: Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation auxmilieu aride. Paris Aupelf-Ure.