

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomique

Spécialité/Option : phytopharmacie et protection des végétaux

**Thème : Effet de la salinité sur la germination et la
croissance de deux variétés de l'haricot (*Phaseolus
vulgaris* L.)**

Présentée par :

Bezziou Aya

Chemakhi Bouchra

Devant le jury composé de :

Président (e) : ALLIOUI N. M.C.A Université de Guelma

Examineur : BENBELKACEM S. M.A.A Université de Guelma

Encadreur : LAOUAR H. M.C.B Université de Guelma

Juin 2022

Remerciement

*Avant tout, je dois remercier **ALLAH** qui m'a donné l'envie et la force*

Pour mener à terme ce travail

*Mes remerciements au **MME ALLIOUN** pour avoir accepté de présider jury de thèse.*

*Je tiens également à remercier **Mlle BENBELKACEM. S.**
M. A. A qui m'a fait l'honneur de juger ce travail.*

*Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer ma profonde reconnaissance à l'égard du Madame le professeur **LAOUR. H.** je le remercie pour ses compétences scientifiques et ses qualités humaines ainsi que pour ses critiques constructives et ses conseils qui m'ont poussé à aller de l'avant et à approfondir mes connaissances scientifiques.*

A travers ce mémoire du master, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à l'encadreur d'avoir accepté de bon gré de participer à cette mémoire. Ainsi que pour ses efforts fournis, pour ses conseils judicieux prodigués et pour sa patience et sa persévérance dans notre suivi.

Dédicaces

Tout d'abord louanges à Allah, seigneur de l'univers qui nous a éclairés notre chemin vers la science et la connaissance.

*Cette mémoire de fin d'étude est dédiée à mes chers parents, **MAACHE** et **KELTOUM**, qui m'ont toujours soutenu, poussé et motivé dans mes études.*

Ce projet de fin d'étude représente donc l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma scolarité. Qu'ils en soient remerciés par cette dédicace.

C'est aussi un moment de plaisir de dédier cet œuvre à :

*Mes chères sœurs : **NESRINE**, **HIND** et mon frère **YAHYA** pour leurs encouragements à mon petit **ADOUMA** et à toute ma grande famille proche et loin que soit.*

*A mon fiancé **ALI** qui m'a apporté son soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche, et à ma belle-famille aussi.*

*Et sans oublier ma belle binôme, ma chère copine **BOCHRA CHEMARHI** qui m'a accompagné tout au long de mon parcours universitaire et qui a toujours été là pour moi.*

Toutes les personnes qui n'ont jamais cessé(e) de me soutenir.

MERCI

AYA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de tant d'années d'étude :

*. À toutes les personnes proches de mon cœur, surtout à mes chers
parents*

À l'âme de ma chère mère qui ne m'a vu aucun succès

*À ma très chère maman (Nanra) quel rêveur de ma réussite que je
lui dois tout le respect et l'amour*

À mon père qui m'a soutenu tout au long de mes études

*Et qui s'est sacrifié énormément pour me voir réussir et arriver à ce
stade et tata Chama et mes frères , Onda, Karika, Wahel et mes
sœurs , Soumia , Biba , Asma , Meryem , Habiba (Chahd) ,
Hadjer. à des petites Ranim, Dima , Jouri, Nayhou, Rahim, Yaniss
, Nadin .*

*À mon fiancé Ayyoub et ma belle-famille pour ses intenses
encouragements, sa présence et son soutien le long de mes études.*

*Mon belle binôme Aya bezzou mon copain de piste, merci d'être
comprendre et assidue, merci a toujours été là pour moi.*

MERCI

BOUCHRA

Table des matières

	Page
Résumés	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01
Chapitre I : Donnée bibliographique sur l’haricot	
I-1 Aperçu sur les légumineuses.....	03
I-2 Origine et historique de l’haricot.....	03
I-3 Type du haricot.....	03
I-4 Données sur la culture du haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	03
I-5 Description de la plante.....	04
I-5-1 Appareil végétatif.....	04
I-5-2 Appareil reproducteur.....	05
I-6 Classification botanique des haricots.....	05
I-7 Cycle de développement de l’haricot.....	07
I-8 Exigences pédoclimatiques.....	08
I-9 Le calendrier cultural.....	09
I-10 Importance de la culture des haricots.....	09
I-11 Conditions de stockage d’haricot.....	10
I-12 Quelques ennemis du haricot (maladies et ravageurs).....	10
I-12-1 Les maladies.....	10
I-12-2 Les ravageurs.....	12
Chapitre II : Donnée bibliographique sur la salinité	
II-1 Généralité sur la salinité.....	14

II-2 Définition de stress salins.....	14
II-3 Origine des stress salins.....	14
II-4 Type de salinisation.....	15
II-4-1 Salinisation primaire.....	15
II-4-2 Salinisation secondaire.....	15
II-5 Les causes de la salinisation.....	15
II-6 Les conséquences de salinisation.....	15
II-7 Importance de la salinité.....	16
II-8 Effet du stress salin sur les plantes.....	16
II-8-1 Effet de salinité sur la teneur en eau.....	16
II-8-2 Effet de salinité sur germination.....	16
II-8-3 Effet de salinité sur croissance et le développement.....	17
II-8-4 Effet de salinité sur la photosynthèse.....	17
II-8-5 Effet de salinité sur la morphologie (tige, racine, feuille).....	17
II-9 Tolérance des plantes a la contrainte saline.....	18
II-9-1 Comportement de la plante en milieu salin.....	18

Chapitre III : Matériel et Méthode

III-1 Le but de l'étude.....	20
III-2 Site expérimental.....	20
III-3 Matériel végétale.....	20
III-3-1 Caractéristiques des deux variétés étudiées.....	21
III-4 Méthodologie de travail.....	22
III-4-1 Test de germination.....	22
III-4-2 Préparation des pots.....	24
III-4-3 Caractéristiques de la tourbe.....	24
III-4-4 L'arrosage.....	25
III-4-5 Application de stress.....	25

III-5 Paramètres étudiés.....	25
III-5- 1 Paramètres relatifs à la germination des graines.....	25
III-5-1-1 Taux de germination final (%G).....	25
III-5-1-2 Cinétique de la germination.....	25
III-5-1-3 Taux quotidienne de la germination.....	26
III-5-1-4 Réversibilité de l'effet du NaCl.....	26
III-5-2 Paramètres relatifs à la croissance des plantes.....	26
III-5-2-1 La Teneur Relative en Eau TRE « % ».....	27
III-5-2-2 La surface foliaire SF « cm ² ».....	27
III-5-2-3 Hauteur de la tige (HT).....	28
III-5-2-4- Longueur racinaire (LR).....	28
III-5-2-5- Poids frais des parties souterraines.....	28
III-5-2-6 Poids sec des parties souterraines.....	28
III-5-2-7 Dosage des Pigments Chlorophylliens.....	29
III-6 Analyses statistiques.....	30

Chapitre IV : Résultat et discussion

IV-1 Résultat et discussion.....	31
IV-1-1 Effet de la salinité sur le taux de germination final (GF%).....	31
IV-2 La Cinétique de germination.....	33
IV-3 Taux quotidien de la germination.....	35
IV-4 Réversibilité de l'effet du NaCl.....	37
IV-5-1 Teneur Relative en Eau (Relative Water Content) TRE.....	37
IV-6-1 La surface foliaire.....	39
IV-7-1 Longueur de la racine principale.....	40
IV-8-1 Longueur des tiges.....	43
IV-9-1 Poids frais des racines.....	44
IV-10-1 Poids sec des racines.....	47

IV-11-1 Effets de la salinité sur les pigments chlorophylliens.....	49
IV-11-1-1 Teneur en Chlorophylle a (Chl a).....	49
IV-11-2-1 Teneur en Chlorophylle b (Chl b).....	51
IV-1-3-1 Teneur en Chlorophylle total (chlorophylle a + b).....	53
Discussion.....	55
Conclusion.....	57
Référence Bibliographique	58

Résume :

La salinité présente une menace sérieuse pour l'agriculture surtout dans les zones irriguées où elle occasionne des énormes dégâts pour le sol que pour les cultures. Parmi ces cultures, l'Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) qui a un grand intérêt économique et nutritionnel vu sa richesse en protéine végétales. Le présent travail a pour objectif d'étudier l'effet du stress salin au stade de germination et de croissance sur le comportement physiologique et biochimique de deux variétés de haricot (Djadida et Bolo), six régimes de salinité de NaCl (0, 50, 75, 100, 150 et 200mM) ont été testés. Les résultats obtenus ont montré que la salinité a clairement influencé la germination et la croissance à travers plusieurs paramètres étudiés qui sont affectés par les concentrations salines appliquées par rapport au témoin. Les paramètres (taux de germination, teneur en eau, longueur des tiges et la chlorophylle) ont donné des résultats statistiques non significatives par contre aux résultats de (la surface foliaire, longueur des racines, poids frais et poids sec des racines) qui ont été significatives. Quoique la variété Djadida a manifesté une résistance plus élevée que Bolo.

Mots clés : *Phaseolus vulgaris* L., Variétés, Salinité, Germination, NaCl, Djadida et Bolo,

تلخيص:

تشكل الملوحة تهديداً خطيراً للزراعة، خاصة في المناطق المروية حيث تسبب أضراراً جسيمة للتربة والمحاصيل. من بين هذه المحاصيل، الفاصوليا التي تتمتع باهتمام اقتصادي وغذائي كبير نظراً لغناها بالبروتين النباتي.

يقترح العمل الحالي دراسة تأثير الإجهاد الملحي في مرحلة الإنبات والنمو على السلوك الفسيولوجي لنوعين ، أجريت تحت ستة أنظمة ملوحة من كلوريد الصوديوم (0،50، 75، 100، PhaseolusvulgarisL منالفاصوليا 200 150 ملم). أظهرت النتائج المتحصل عليها أن الملوحة أثرت بشكل واضح على الإنبات والنمو من خلال العديد من العوامل المدروسة والتي تأثرت بتركيزات الملح المطبقة مقارنة بالمجموعة الضابطة. أعطت المعلمات (معدل الإنبات، المحتوى المائي، طول الساق والكلوروفيل) نتائج إحصائية غير معنوية، من ناحية أخرى نتائج (مساحة الورقة، طول الجذر، البازلاء الطازجة والبازلاء الجافة للجذور) كانت معنوية. ومع ذلك، أظهر الصنف الجديد مقاومة أعلى من بولو.

الكلمات المفتاحية:

جديدة ، بولو ، إجهاد الملح ، Phaseolusvulgaris L،فاصوليا،أصناف،ملوحة، إنبات، نمو، كلوريد الصوديوم.

Abstract :

Salinity presents a serious threat to agriculture, especially in irrigated areas where it causes enormous damage to the soil and to crops. Among these crops, the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) which has a great economic and nutritional interest given its richness in vegetable protein. The present work aims to study the effect of salt stress at the germination and growth stage on the physiological and biochemical behavior of two bean varieties (Djadida and Bolo), six NaCl salinity regimes (0, 50, 75, 100, 150 and 200mM) were tested. The results obtained showed that the salinity clearly influenced germination and growth through several parameters studied which are affected by the salt concentrations applied compared to the control. The parameters (germination rate, water content, stem length and chlorophyll) gave non-significant statistical results, on the other hand the results of (leaf area, root length, fresh peas and dry peas of the roots) are significant. . However, the Djadida variety showed higher resistance than Bolo.

Keywords: Bean, *PhaseolusVulgaris.L*, Varieties, Salinity, Germination, Growth, NaCl,

Salt stress, Djadida, Bolo.

Abbreviations :

- % : Pourcentage.
- °C : Degré Celsius.
- Cl⁻ : Chlorure.
- cm : Centimètre.
- Co₂ : Dioxyde de carbone.
- g : Gramme.
- l : Litre.
- K : Potassium.
- m : Mètre.
- mm : Millimètre.
- Mg : Manganèse.
- Mg²⁺ : Magnesium.
- mM : Milli-molaire.
- mm : Millimètre.
- Na⁺ : Sodium.
- NaCl : Chlorure de Sodium.
- pH : Potential d'hydrogène.
- nm : Nanomètre.
- ml : Millilitre
- h: Heure.
- Kg: kilogramme.
- H⁺: Hydrogène.
- n° : Numéro.
- NO₃⁻ : Nitrate.
- Ca⁺ : Calcium.
- ds m⁻¹ : Conductivité décisiemens par mètre.
- H₂CO₃ : Acide carbonique.
- G : Pourcentage de germination.
- S : Nombre de graines germées.
- L : Nombre total des graines.
- HT : Hauteur de la Tige.

- **LR** : Longueur Racinaire.
- **SF** : La surface foliaire.
- **TRE** : La Teneur Relative en Eau.
- **ABA** : Acide Abscissique

Liste des figures :

Figure 1 : quelques variétés de <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	4
Figure 2 : Plantes de l'espèce <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	4
Figure 3 : le cycle de développement de la graine du haricot.....	8
Figure 4 : Cycle de développement de la culture du <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	8
Figure 5 : La maladie de Pourriture grise - <i>Botrytis cinerea</i>	11
Figure 6 : La maladie de Viroses Mosaïque commune (BCMV).....	11
Figure 7 : Le puceron noir du haricot (<i>Aphis fabae</i> , Homoptère).....	12
Figure 8 : La mouche du haricot (<i>Ophiomyia centrosematis</i> , <i>Ophiomyia phaseoli</i> , <i>Ophiomyia spencerella</i>).	13
Figure 9 : La bruche du haricot (<i>Acanthoscelides obtectus</i> , <i>Zabrotessubfasciatus</i>).....	13
Figure 10 : Illustration des stratégies « exclusion et inclusion ».....	19
Figure 11 : Serre de la faculté (FSNVSTU) (Photo personnelle).....	20
Figure 12 : Les deux variétés étudiées (Photo personnelle).....	21
Figure 13 : Préparation des graines (Photo personnelle).....	22
Figure 14 : résultat de Test de germination (photo personnelle).....	23
Figure 15 : le dispositif expérimental des deux variétés.....	23
Figure 16 : Préparation des pots (photo personne).	24
Figure 17 : Tourbe utilisé (photo personne).....	24
Figure 18 : Pots des deux variétés étudiés (photo personnelle).....	24
Figure 19 : Détermination de la capacité au champ (photo personnelle).	25
Figure 20 : les boîtes de pétrie dans l'étuve (photo personnelle).	26
Figure 21 : Pesage des racines (photo personnelle).....	27
Figure 22 : Pesage des feuilles (photo personnelle).....	28

Figure 23 : échantillon des feuilles deux variétés pour le paramètre TRE (photo personnelle).....	29
Figure 24 : Préparation de la chlorophylle des deux variétés (photo personnelle).....	30
Figure 25 : pourcentage de germination (%) pour les deux variétés du haricot soumises aux Différentes concentrations de NaCl (mM).....	31
Figure 26: Effets des différentes concentrations salines sur la cinétique de germination des 2 variétés du haticot étudiés pendant 8 jours.....	34
Figure 27 : Taux quotidien de germination de la variété Djadida.....	35
Figure 28: Taux quotidien de germination de la variété Bolo.....	36
Figure 29 : Teneur relative en eau (%) des feuilles de plantes de haricots des deux variétés après 20 jours de stress au NaCl à différentes concentrations.....	37
Figure 30: le pourcentage de la surface foliaire des deux variétés de le haricote sous stress salin.....	39
Figure 31 : Longueur de la racine principale de deux variétés de haricot sous stress salin....	41
Figure 32 : la longueur des tiges des plantes des variétés de haricot sous stress salin.....	43
Figure 33 : Le pois frais des racines de deux variétés de haricot sous stress salin.....	45
Figure 34: Le pois sec des racines de deux variétés de haricot sous stress salin.....	47
Figure 35: les pigments de la chlorophylle (a) des deux variétés du haricot sous stress salin.....	49
Figure 36: La chlorophylle (b) des deux variétés du haricot sous stress salin.....	51
Figure 37 : Les teneurs en chlorophylle totale des deux variétés du haricot sous stress salin.	53

Introduction

Introduction

Introduction :

Les légumineuses occupent une place très importante à l'échelle mondiale et nationale. Les plantes protéagineuses telles que les fèves, les pois, les lentilles et les haricots sont consommées pour leur intérêt nutritionnel, Les plantes de la famille des Fabacées (Légumineuses, terme utilisé dans les systèmes de classification avant 1960) suivent en importance à celles de la famille des poacées, non seulement pour leur contribution à l'alimentation humaine, mais aussi pour leur impact sur l'amélioration des pratiques agricoles dans toutes les régions du monde. (AYDIN et *al.*, 1997).

Le haricot, est une légumineuse appartenant au genre *Phaseolus*, est originaire d'Amérique (KAPLAN, 1981). L'espèce, *Phaseolus vulgaris* L., occupe une place importante dans le système agricole, particulièrement en Afrique et dans les pays du Sud en général (KAPLAN, 1981 ; GEPTS, 1990). Les haricots verts font partie des variétés de *Phaseolus vulgaris* L. Il s'agit d'une plante annuelle à feuille trifoliée, cultivée pour sa gousse. La récolte de haricot vert se fait lorsque les gousses ont atteint leur taille définitive (RAKOTONIRINA, 2010). Ces gousses sont dépourvues de parchemin. Elles sont fines, droites, bien fermes, sans fils et ont une taille variable, jusqu'à 17 cm. Les grains se produisent entre 90 et 130 jours, selon les variétés (TANDRA, 2015). En général, le haricot est une plante très sensible au manque d'eau. Pour avoir une croissance vigoureuse ainsi qu'une bonne fixation d'azote, la nutrition phosphatée adéquate est importante (GRAHAM et ROSAS, 1979). Pour sa nutrition azotée, le haricot assimile soit les nitrates présents dans le sol à travers la mobilisation de l'enzyme, la nitrate réductase de la plante, soit il utilise l'azote atmosphérique fixé par l'intermédiaire de l'enzyme, la nitrogénase de la bactérie symbiotique fixatrice d'azote. Ces deux processus sont complémentaires au cours du cycle de croissance de haricot et l'équilibre entre les deux dépend de plusieurs facteurs pédoclimatiques (FRANCO et *al.*, 1979).

Les faiblesses de la production des légumineuses et essentiellement des haricots conduisent l'Algérie à importer plus de 355 millions de dollars de ce produit pour combler les besoins de la population. En effet, les facteurs salinité et sécheresse sont les principales causes de diminution de la productivité (MERRIEN et GRANDIN, 1990).

Dans les régions arides et semi-arides, la disponibilité de l'eau d'irrigation est l'un des facteurs décisifs pour la production agricole, tant en termes d'intensification des cultures que d'extension des surfaces irriguées. Dans les régions tempérées, les eaux de surface sont la

Introduction

principale source d'eau d'irrigation, tandis que dans les régions semi-arides où cette ressource est rare ou inexistante, les eaux souterraines sont utilisées (BOUALLA *et al.*, 2012).

Les stress abiotiques tels que la sécheresse, la salinité et les températures extrêmes entraînent de graves pertes de récoltes à l'échelle mondiale, réduisant les rendements moyens de la plupart des cultures de plus de 50 % (KHALOUFI, 2019). La salinité des sols est non seulement liée aux conditions climatiques mais également aux recours souvent mal contrôlé de l'irrigation (RHOADES *et al.*, 1992). Les effets des sels, notamment le NaCl dépendent de sa concentration au niveau du milieu de culture et de l'époque de sa déclaration. Néanmoins, les réactions vis-à-vis de ce facteur restent intimement liées à la nature des espèces, voir même de la variété (KADRI *et al.*, 2009).

La salinité affecte négativement la germination, stade le plus sensible par effet osmotique et /ou toxicité ionique (BOUDA et HADDIOUI, 2011 ; NEDJIMI *et al.*, 2012). Les effets de la salinité sur la productivité varient selon les espèces végétales, les légumineuses telles que les pois et les haricots étant les plus sensibles. L'effet du sel sur les mécanismes physiologiques des plantes est l'une des contraintes majeures sur le développement des plantes, par exemple le NaCl peut retarder ou inhiber la germination des graines et la croissance des semis (LEVY *et al.*, 1990).

Le présent travail s'inscrit dans ce contexte de recherche. Il englobe différents essais prétendant à estimer les effets et les réponses de l'haricot vert conduite sous différentes teneurs de NaCl (0, 50, 75, 100, 150 et 200 mM) au cours de la réalisation du stade de germination et de croissance. Dans ce travail, le facteur de la salinité est associé à la variabilité génétique, deux variétés (Djedida et Bolo) ont été utilisées.

Cette étude se divise en quatre parties : la première partie résume les données bibliographiques, la deuxième partie est destinée à la présentation des matériels et des méthodes utilisés, la troisième partie expose les résultats obtenus et la dernière partie présente la discussion des résultats ainsi que la conclusion et les perspectives.

Chapitre I
Donné bibliographique
sur l'haricot

I-1 Aperçu sur les légumineuses :

Les légumineuses sont cultivées principalement comme source de protéines pour la consommation humaine (haricot, pois, fève,...) ou l'alimentation animale (soja, luzerne,...) grâce à la fixation symbiotique de l'azote. Elles sont aussi une source importante d'huiles végétales (arachide) et de bois de qualité (bois de rose, ébène) (BEN FRIHA, 2008).

Les graines de légumineuses jouent un rôle important dans l'alimentation de nombreuses populations d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Asie. On estime que plus de 150 espèces de légumineuses sont cultivés à travers le monde, mais la plupart le sont par de petits agriculteurs et sont en voie de régression. Seules quelques espèces entrent dans l'alimentation des populations africaines ou sont devenues des cultures de rente destinées soit à l'exportation, soit à la production d'huile (HUIGNARD et *al.*, 2011).

I-2 Origine et historique de l'haricot :

Le haricot est originaire d'Amérique Latine et Centrale où il a été domestiqué depuis plus de 8000 ans. La distribution géographique du haricot dans des zones très diversifiées, tant de point de vue climatique que de point de vue pédologique, en ont fait une culture adéquate pour des systèmes agro-cultureux très variés (FAGHIRE, 2012).

I-3 Type du haricot :

Les types commerciaux existant sont :

- ◆ Le lingot blanc (*Fotsy lava*)
- ◆ Le coco blanc (*Fotsy bota*)
- ◆ Le Sang de Bœuf (*Rotra lava*)
- ◆ Le coco rouge (*Menakely*) et
- ◆ Le marlat (marbrée) (CIAT, 1987).

I-4 Données sur la culture du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) :

Le genre *Phaseolus* regroupe plus d'une cinquantaine d'espèces de plantes herbacées annuelles de la famille des Fabaceae dont cinq ont été domestiquées à savoir : *P. vulgaris* (haricot commun), *P. coccineus* (haricot d'Espagne), *P. lunatus* L. (haricot de Lima), *P. acutifolius* A. Gray (haricot Tépari), et *P. polyanthus* (Frijol de la vida). Au sein du genre

Phaseolus, le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) est l'espèce la plus économiquement importante car il constitue plus de 90% de la production mondiale de l'haricot. Elle est la principale légumineuse alimentaire de plus de 300 millions de personnes en Amérique latine et en Afrique Centrale et de l'Est (figure 1) (MISSIHOUN et *al.*, 2017).



Figure 1 : Quelques variétés de *Phaseolus vulgaris* L. [1]

I-5 Description de la plante :

I-5-1 Appareil végétatif :

Le haricot commun est une plante herbacée, annuelle, de la famille des fabaceae qui peut prendre plusieurs types de port selon les variétés. On distingue deux grands groupes, les haricots grimpants, à port volubile, et les haricots nains à port érigé et plus ramifié (DAGBA, 1988) (Figure 2).



Figure 2 : Plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L. [2]

I-5-1-1 Système racinaires :

Le système racinaire de l'haricot est en général faible et situé peu profondément dans le sol : la plupart des racines se développent à une profondeur de 25 à 45 cm, malgré qu'il y a des racines séparés qui atteignent une profondeur de 1,2 – 1,4 m. Le développement des racines est en rapport avec les conditions et du sol surtout. Quand les conditions sont favorables elles se développent très rapidement et déjà 2-3 semaines après le semis peuvent atteindre une profondeur de 40 – 45 cm (même plus) et en largeur 1,2 – 1,4 m. La faculté restauratrice des racines est très faible, ils ne supportent pas le repiquage (KOLEV, 1976).

I-5-1-2 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 30 à 40 cm de longueur et le haricot ayant de telles tiges est appelé "haricot nain" (DUPONT et GUIGNARD., 1989).

I-5-1-3 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).

I-5-1-4 Fleurs :

Elles sont du type papilionacé, et comprennent : 5 sépales, 2 pétales, 9 étamines soudées par leur base et une étamine libre, un ovaire, une loge renfermant 4 à 8 ovules, surmonté par un style portant un stigmate (PREVOST., 1999). Le taux de fécondation croisée varie avec l'importance de l'activité des insectes compris entre 2 et 80%. La fécondation s'effectue surtout la nuit. Chaque fleur a 2 cm de long environ et de couleur très variée, blanche, rose, rouge, violette, jaunâtre ou même bicolore (BELL, 1994).

I-5-1-5 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).

I-5-1-6 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 capacité germinative dure de 3 à 5 ans (MONNET et *al.*, 1999).

I-5-2 Appareil reproducteur :

Les inflorescences sont en forme de grappes de 5 à 15 fleurs portées par un pédoncule de 5 à 8 cm de long qui prend naissance à l'aisselle des feuilles. Ces fleurs s'insèrent par 1,2 ou 3 à la fois, par l'intermédiaire de pédicelles de 10 à 15 mm de long (PHILLIPS et *al.*, 1994).

La fécondation est principalement autogame ce qui facilite la sélection de lignées pures et le maintien de variétés stables, elle s'effectue surtout la nuit (PHILLIPS et *al.*, 1994).

Les fruits sont en forme de gousses déhiscentes, allongées, appelées aussi cosses, 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 (PHILLIPS et *al.*, 1994).

I-6 Classification botanique des haricots :

Le haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L.), est une légumineuse alimentaire appartenant à la famille des Fabaceae, à nombre chromosomique ($2n = 2x = 22$), originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud (GEPTS, 1990). Elle joue un rôle important dans l'alimentation humaine et dans la fixation biologique de l'azote et améliorer les conditions du sol. Il été reconnu pour la première fois sous le nom *Smilax hortensis*, en 1542, par le botaniste allemand Leonhard Fuchs (1501-1566). En 1753, Linné (1707- 1778), a proposé le nom binominale *Phaseolus vulgaris* L. pour désigner cette espèce et il a classé d'autre Haricots moins bien connus à l'époque dans le genre *Phaseolus* (DORE et VAROQUAUX, 2006).

Règn : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Super division : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Genre : Phaseolus

Espèce : *Phaseolus vulgaris*

I-7 Cycle de développement de l'haricot :

I-7-1 Phase de germination : Les graines lèvent en 4 à 8 jours suivant la température. Elles doivent toutes être sorties de terre au bout de 8 jours, les cotylédons sortis du sol, se sont ouverts et la première paire de feuilles apparaît (figure 3) (HUBERT, 1978).

I-7-2 Phase de croissance : Une phase végétative dure un mois, c'est une phase de croissance à sa fin le plant de le haricot apparait avec une tige de 30 à 40 cm de hauteur pour les naines et plus de 1 mètre pour les variétés langues. Sur cette tige s'insère une dizaine de feuilles trifoliées (DUPONT et GUIGNARD, 1989).

I-7-3 Phase de floraison : Elle débute 3 semaines à 1 mois environ après le semis. Elle dure 1 mois à 1 mois et demi suivant les conditions climatiques. La jeune gousse met une douzaine de jours environ pour atteindre sa taille définitive (LECOMT, 1997).

I-7-4 Phase de maturation : Une fois la taille définitive atteinte, les graines se forment en 15-20 jours. Il faut attendre encore 20 à 30 jours pour que les gousses s'ouvrent d'elles-mêmes, les graines étant mûres. Le cycle végétatif complet du haricot varie entre 75 et 130 jours (LECOMTE, 1997).

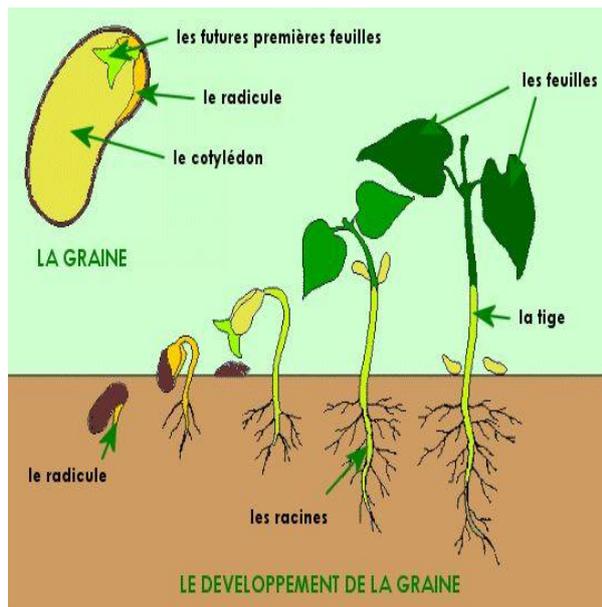


Figure 3 : le cycle de développement de la graine du haricot [3]



Figure 4 : Cycle de développement de la culture du *Phaseolus vulgaris* L. [4]

I-8 Exigences pédoclimatiques :

I-8-1 Sol :

L'haricot exige des terres légères (pas trop compact, neutre et pauvre en calcium) et il préfère les sols légèrement acides, pH= 6,5 (HUBERT, 1978).

I-8-2 Besoins en eau :

L'eau est absolument nécessaire, en son absence, la graine reste sèche et peut conserver longtemps sans changer d'état liquide. L'haricot est sensible à la sécheresse, notamment durant deux périodes de son développement : phase de la levée et de la floraison au début de la maturation des gousses. Durant la phase de remplissage des grains, les besoins en eau du haricot porte-graine sont plus faibles. Par ailleurs, l'excès d'humidité est défavorable à la culture : blocage de la croissance, développement de maladies et baisse de rendement via des coulures de fleurs (MORELE et *al.*, 2021).

I-8-3 Besoins en température :

La culture de haricot nécessite une abondance d'humidité, en particulier au moment de la germination, de la floraison et pendant le remplissage des gousses. Un déficit hydrique durant ces moments de développement du haricot constitue une grande contrainte de la production. Ces plantes sont sensibles au froid, gèlent à 0°C et la croissance s'arrête vers 5°C. Les graines

germent entre 10°C et 40°C, avec un optimum entre 15°C et 30°C. Ce sont des plantes tolérantes en ce qui concerne la température et peuvent être cultivées en saison chaude ou saison froide à condition d'avoir suffisamment d'eau dans le sol (RANDRIANJANAHARY, 2015).

I-9 Le calendrier cultural :

Le haricot est semé dès la première pluie sur les hauts plateaux (Novembre - Janvier), mais aussi en intersaison (Mars - Avril) et en contre-saison (Juillet - Août). Concernant la récolte, elle est faite suivant la date de semis ; généralement, elle est faite de (Septembre – Novembre) (ANDRIAMALALA, 2002).

I-10 Importance de la culture des haricots :

I-10-1 Importance nutritionnelle de haricot :

De nombreuses légumineuses à graines dont le genre *Phaseolus* tient une place importante en alimentation du fait de leur richesse en protéines. Les variétés de haricot commun ont une teneur en protéines totales entre 18,53 % et 28,53 %. En plus de la richesse des haricots en protéines, d'autres variétés du haricot sont riches en micronutriments, notamment en Fer et en Zinc (ANDRIAMAMONJY, 2000).

I-10-2 Importance économique de l'haricot :

Les légumineuses sont des aliments qui apportent des nutriments essentiels. Elles sont surtout cultivées pour leur teneur élevée en protéines qui est presque le double de celles des grains de céréales (ROCHFORT et PANOZZO, 2007 cité in TANDRA, 2015). Ces plantes souvent appelées plantes protéagineuses couvrent environ 30% de nos besoins alimentaires en azote (MBENGUE., 2010). En plus les haricots, qu'ils soient secs ou verts sont d'importants produits de rente pour le marché local. Ces produits sont exportables, frais ou conditionnés (MAEP, 2004 cité in TANDRA, 2015).

I-10-3 Importance écologique (écologie de l'haricot) :

Les haricots secs sont des cultures légumineuses ; ils ont la capacité de fixer de l'azote. Ils sont très sensibles à la gelée, ils doivent être semés lorsqu'il n'y a plus de risque de gelée meurtrière au printemps et que la température au sol est supérieure à 10°C. Les haricots secs s'adaptent à un vaste éventail de sol, mais ils préfèrent les sols de texture moyenne qui offrent

une bonne infiltration des eaux et une bonne capacité de rétention utile du sol. Ils s'insèrent bien dans une rotation de grains céréaliers et de maïs (GORDON, 2004).

I-11 Conditions de stockage d'haricot :

Le stockage des graines d'haricot dépendent de l'humidité de la graine. Une humidité de 8 à 9 % est recommandée pour le stockage de longue durée. L'eau contenue dans les graines existe sous deux formes : L'eau de composition, contenue à l'intérieur des cellules végétales et l'eau libre qui se trouve à la surface des cellules, dont une partie est absorbée superficiellement par ces dernières. C'est cette eau libre qui conditionne la conservation des graines (BRAHIMI, 2017)

I-12 Quelques ennemis du haricot (maladies et ravageurs) :

I-12-1 Les maladies :

A l'instar de toutes les espèces de légumineuses le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) est sensible à de nombreuses maladies, en distingue :

I-12-1-1 Pourriture grise - *Botrytis cinerea* :

Principale maladie du haricot, pourriture sur gousses sur laquelle se développe un mycélium gris caractéristique (figure 5). Conditions fraîches et pluvieuses ; temps nuageux à faible luminosité.

Favoriser l'aération des cultures en veillant à ne pas semer trop dense. Eviter l'excès de végétation en maîtrisant l'irrigation et la fertilisation azotée.

Traitement en végétation au stade début floraison qui sera renouvelé au bout de 10-12 jours en fonction des conditions climatiques (maintien de l'humidité dans les cultures). Des restrictions d'emploi en période de floraison sont apparues pour certains fongicides (MORELE et *al.*, 2021).



Figure 5 : Pourriture grise - *Botrytis cinerea* [5] [6]

I-12-1-2 Viroses Mosaïque commune (BCMV) :

Transmission et symptômes de La mosaïque commune est transmis par les semences de base puis elle est véhiculée par les pucerons (*Acyrtosiphumpisi*, *Aphisfabae*). Les feuilles deviennent vert foncé et se gaufrent (Figure 6).

Conditions favorables, propagation plus ou moins rapide lorsque les conditions sont chaudes favorisant la multiplication rapide des pucerons. Il existe des différences de sensibilité variétale.

Mesures préventives, utilisation de semences de base indemnes. Détection précoce des symptômes afin d'éradiquer le foyer.

Moyens de lutte est la lutte contre les pucerons (MORELE et *al.*, 2021).



Figure 6 : La maladie de Viroses Mosaïque commune (BCMV) [7]

I-12-2 Les ravageurs :

Les ravageurs les plus importants du haricot dans les régions tropicales de haute altitude d'Afrique centrale et orientale sont surtout la mouche de l'haricot, les pucerons et les bruches (NYABYENDA, 2005).

I-12-2-1 Le puceron noir du haricot (*Aphis fabae*, Homoptère) :

Est un insecte qui endommage le haricot surtout au niveau des feuilles et qui véhicule certaines maladies comme le virus de la mosaïque du haricot (figure7).

Les symptômes de l'attaque se caractérisent par la présence de colonies d'insectes sur les feuilles, les pétioles et les tiges. Les feuilles sont recroquevillées et boursouflées et souvent recouvertes de miellat de couleur noire. Les feuilles sont rongées et les boutons floraux perforés par les chenilles (NYABYENDA, 2005).

La lutte contre les pucerons se fait par des semailles précoces et par l'application de diméthoate ou d'endosulfan, mais aussi par la lutte biologique. Parmi de nombreux parasites du puceron noir du haricot, le parasitoïde *Lysiphlebotestaceipes* semble être le plus efficace (NYABYENDA, 2005).



Figure 7 : Le puceron noir du haricot (*Aphis fabae*, Homoptère) [8]

I-12-2-2 La mouche du haricot (*Ophiomyia centrosematis*, *Ophiomyia phaseoli*, *Ophiomyia spencerella*, Diptères) :

Est un insecte qui endommage le haricot surtout par temps sec et sur les sols à faible fertilité. Les plantes attaquées fanent et se dessèchent. On trouve des galeries causées par la larve au niveau du collet et on trouve également des pupes noires ou brunes à la base de la tige et sur les racines (figure8).

Le contrôle par méthodes culturales consiste à cultiver le haricot sur un sol suffisamment fertile, à semer à temps et à butter les plantules au stade de 4 feuilles. La lutte chimique se fait par le traitement avec l'endosulfan avant le semis et avec le diméthoate pendant la végétation. L'utilisation des variétés résistantes ou tolérantes est une des méthodes de lutte contre la mouche du haricot qui est en voie d'expérimentation intensive dans la région (NYABYENDA, 2005).



Figure 8 : La mouche du haricot (*Ophiomyia centrosematis*, *Ophiomyia phaseoli*, *Ophiomyia spencerella*) [9]

I-12-2-3 Les bruches (*Acanthoscelides obtectus*, *Zabrotes subfasciatus*, Coléoptères) :

Endommagent les grains de haricot stocké. *A. obtectus* fait des dégâts surtout en zones froides de moyenne et haute altitude, tandis que *Z. subfasciatus* fait des ravages dans les zones chaudes de basse altitude (figure 9).

Les graines attaquées sont caractérisées par la présence de plusieurs trous sur toutes les faces du grain. Le contrôle des bruches se fait par l'enrobage des semences avec les insecticides comme le pyrimiphos-méthyl (actellic) et le malathion et les produits naturels comme l'huile végétale, le kaolin ou la cendre (NYABYENDA, 2005).



Figure 9 : La bruche du haricot (*Acanthoscelide obtectus*, *Zabrotes subfasciatus*) [10]

Chapitre II
Donné bibliographique
sur la salinité

II-1 Généralité sur la salinité :

Dans les zones arides et semi-arides, la salinité est l'un des facteurs majeurs responsables de la détérioration des sols en les rendant impropres à l'agriculture. (BENIDIRE et *al.*, 2014). D'après Penningsfeld et Kurzmann (1969), les plantes cultivées peuvent être classées de la manière suivante : plantes résistantes, plantes tolérantes et plantes sensibles, Cette vision traditionnelle n'est pas à l'abri des critiques. La sensibilité des plantes varie non seulement en fonction de l'espèce, mais également selon les cultivars et l'âge des plantes. Il faut garder à l'esprit que l'objectif des producteurs n'est pas la survie des plantes mais le meilleur rendement en produits de qualité. Une culture peut supporter des niveaux élevés de salinité sans risque pour sa survie, alors que sa production peut être fortement affectée (URBAN et URBON, 2010).

II-2 Définition de stress salins :

Des concentrations élevées en sel dans la rhizosphère provoquent un stress, du fait du déficit en eau et de la toxicité des ions. L'exclusion de sel et l'ajustement osmotique, jouent tous deux un rôle essentiel dans la tolérance à des environnements très salés (HOPKINS, 2003).

La salinité peut être définie comme étant un processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en solubles acquérant ainsi le caractère salin (EILERS et *al.*, 1995 ; GREGORY, 2005). Le stress salin est un excès d'ions, en particulier mais pas exclusivement d'ions (Na^+ et Cl^-). Le stress salin est dû à la présence de grandes quantités de sel potentiel hydrique. Il Réduit considérablement la quantité d'eau disponible pour les plantes, alors on dit moyen "Physiologiquement sec"(BASSOU, 2019).

II-3 Origine des stress salins :

Les apports d'engrais réalisés par les producteurs sont habituellement excessifs. Les ions sont donc généralement moins concentrés dans la solution absorbée par les plantes que dans celle baignant les racines. Les ions en excès s'accumulent de façon durable à proximité des racines car la diffusion ionique, qui tend à homogénéiser la concentration ionique, est un processus lent. La concentration ionique augmente de façon exponentielle à proximité des racines (JAFFRIN et *al.*, 1993 ; URBAN, 1994). Cette augmentation est d'autant plus forte que la différence entre la concentration de la solution prélevée et celle au voisinage des racines est élevée. Dans des conditions climatiques caractérisées par une forte demande évaporatoire, la

proportion d'ions prélevés diminue, aggravant donc le phénomène d'accumulation ionique (URBAN et URBOU, 2010). La salinité excessive affecte la rhizosphère et limite la répartition des plantes dans leur habitat naturel. Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures (DENDEN, 2005).

II-4 Type de salinisation :

II-4-1 Salinisation primaire :

La salinité est appelée salinité naturelle ou salinité native, lorsque le sel minéral issu de cette salinité provient d'une nappe phréatique saline ou d'une altération de roches mères salines, cette altération est affectée par des facteurs physico-chimiques (vent, gel, dégel et pluies acides, chargés de H_2CO_3) (DUCHAUFOR et *al.*, 1979 cité in BRAHIMI, 2017). La salinisation d'origine géologique, marine ou lagunaire correspond à la salinisation liée à la fonction naturelle du terrain, sous l'influence du climat, roche, hydrodynamique (HABALLAH et TIMILALI, 2018). La salinisation primaire fait référence aux processus de salinisation mobilisant des sels naturels (naturellement présent dans l'environnement) (PAYEN et *al.*, 2016).

II-4-2 Salinisation secondaire :

La salinisation des sols est non seulement liée aux conditions climatiques, mais aussi à l'utilisation mal contrôlée des eaux d'irrigation et à leur mauvaise qualité (BENIDIRE et *al.*, 2014). La salinisation secondaire fait référence au processus de salinisation renforcé ou induit par les activités humaines (également connu sous le nom de salinisation anthropique) (PAYEN et *al.*, 2016).

II-5 Les causes de la salinisation :

Les rares précipitations, l'évaporation élevée, l'irrigation avec de l'eau saline, et les pratiques culturelles sont parmi les facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante, Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures (BASSOU, 2019).

II-6 Les conséquences de salinisation :

La conséquence de salinité sur les plantes sont souvent associés au faible potentiel osmotique des solutions du sol et à la forte toxicité du sodium (et du chlore chez certaines espèces), qui

peuvent causer de multiples perturbations du métabolisme, de la croissance et du développement des plantes aux niveaux moléculaire, biochimique et biologique. Niveaux physiologiques (HANANA *et al.*, 2017). La salinité entraîne aussi un déficit hydrique chez les plantes, dû au stress osmotique éventuellement couplé à des perturbations biochimiques induites par l'afflux d'ions sodium. Le stress salin provoque des modifications du profil de la synthèse protéique, suggérant que de nouveaux gènes puissent être transcrits ou du moins que les concentrations des produits de certains gènes sont augmentées alors que d'autres sont diminuées (HOPKINS, 2003).

II-7 Importance de la salinité :

Les sels minéraux jouent un rôle fondamental dans le développement des êtres vivants. Les sels minéraux sont responsables de la perméabilité des membranes, dont dépend l'échange de substances nutritives, et font également partie des liquides intra et extra cellulaires (CARRETERO, 2003).

II-8 Effet du stress salin sur les plantes :

II-8-1 Effet de salinité sur la teneur en eau :

La salinité entraîne un déficit hydrique chez les plantes, dû au stress osmotique éventuellement couplé à des perturbations biochimiques induites par l'afflux d'ions (BENIDIRE *et al.*, 2014). De fortes concentrations salines et des concentrations élevées de sodium en particulier, altèrent la structure des sols. Comme la porosité des sols est diminuée, l'aération et la conductance hydrique des sols peuvent être affectées. Ensuite, de fortes concentrations en sel sont inextricablement liées au stress hydrique. Des concentrations salines élevées génèrent de bas potentiels hydriques du sol, une forme de sécheresse physiologique, qui rend de plus en plus difficiles l'acquisition d'eau et de nutriments par les plantes (HOPKINS, 2003).

II-8-2 Effet de salinité sur germination :

La germination des graines est un ensemble de processus métaboliques aboutissent à l'émergence de la radicule. Ce stade de développement est considéré comme une étape critique dans l'établissement des semis et ainsi la détermination d'une production agricole réussie. (IBN MAAOUIA-HOUIMLI *et al.*, 2011). L'effet du chlorure de sodium sur le

comportement de germination des graines a entraîné une latence accrue et une diminution de la vitesse et du taux de germination (AMOURI ET FYAD LAMECHE, 2011).

II-8-3 Effet de salinité sur croissance et le développement :

La diminution de la croissance est une réponse à la déshydratation ; elle contribue à la conservation des ressources en eau, ce qui permet la survie de la plante (THELLIER ET *al.*, 2013). Effets directs de la salinité sur la conductance stomatique en été complétés plus récemment par l'observation d'effet direct de chocs salin sur la croissance au sens de l'accroissement dimensionnel (NEUMANN et *al.*, 1988). Sachant que l'élongation cellulaire est encore plus sensible que l'ouverture stomatique aux effets de la sécheresse, on peut affirmer que la première conséquence d'un défaut d'arrosage, ou un apport excessif d'éléments minéraux, est une diminution de la taille des organes produits. On peut aussi faire l'hypothèse que la réduction de l'activité de puits des zones en croissance peut être à l'origine d'une diminution de la photosynthèse dans les feuilles, due à l'accumulation de produits de la photosynthèse (URBAN et URBON, 2010).

II-8-4 Effet de salinité sur la photosynthèse :

La Photosynthèse est responsable de la transformation du CO₂ atmosphérique en matière organique est sous le contrôle de facteurs biotiques et abiotiques. La diminution de la photosynthèse suite à un déficit hydrique ou salin est due à la fois à une limitation stomatique et non stomatique (RADHOUANE, 2009) en présence de contrainte hydrique et saline plusieurs études ont montré que la diminution de la capacité photosynthétique sous stress salin est en partie due à la diminution de la conductance stomatique. Cependant, il a également été démontré que la salinité supprime les facteurs non stomatiques liés à l'efficacité biochimique de l'assimilation du CO₂ (ZISKA et *al.*, 1990).

II-8-5 Effet de salinité sur la morphologie (tige, racine, feuille) :

L'étude de KOUADRIA et *al* en 2019 a montré que la surface foliaire était significativement positivement corrélée aux paramètres racinaires tels que la longueur, ce qui a confirmé l'effet modulateur des racines par la libération de produits chimiques dont l'ABA, qui agit comme un inhibiteur foliaire, pour moduler la surface et transpiration. Les travaux, maintenant classiques, de Bates et Hall (1981), de Gollan et *al.* (1985), de Schulze (1986), de Davies et *al.* (1990)... ont montré que les stomates pouvaient fermer en conditions d'eau non limitantes, lorsque les racines sont soumises à un choc salin (une forte salinité momentanée). Bien

entendu, il faut alors envisager l'existence d'un ou plusieurs signaux, synthétisés dans les racines sous l'effet des stress salins, et transportés à travers les racines et les tiges pour aller provoquer la fermeture des stomates au niveau des feuilles (URBAN et URBON, 2010).

II-9 Tolérance des plantes a la contrainte saline :

La tolérance des végétaux à la salinité correspond à leur aptitude à vivre en présence de sels solubles sans que leur croissance et leur développement ne soient perturbés (HANANA et *al.*, 2017).

Cependant, la réponse des espèces végétales à la présence de sels solubles dépend de l'espèce elle-même, de sa variété, de la concentration et de la nature des sels, des conditions de culture, et du stade de développement de la plante (RATHINASABAPATHI, 2000 cité in HAMDOUN, 2012).

II-9-1 Comportement de la plante en milieu salin :

Selon la tolérance au sel, on peut définir deux groupes des végétaux : les halophytes et les glycophytes.

- les plantes qui croissent sur des sols très salins sont nommées les halophytes, Les halophytes tolèrent les concentrations salines et la croissance est stimulée à des concentrations de 200 à 500 mM.

-les glycophytes ne peuvent tolères que de faibles quantité de sel et peuvent subir des dommages irréparables par des concentrations de Na Cl inférieures à 50 mM (HOPKINS., 2003).

Les halophytes et les glycophytes, peuvent développer plusieurs mécanismes pour assurer leur cycle de croissance et de développement. Certaines espèces utilisent le mécanisme d'exclusion des sels en excès, ou les compartimentent dans la vacuole. On peut distinguer deux comportements des plantes vis-à-vis du sel : les exclusions et les inclusions (figure 10) (MAHROUZ, 2013).

II-9-1-1 L'inclusion :

Les plantes modifient la composition de leur sève ; elles peuvent accumuler les ions Na⁺ et Cl⁻ pour ajuster le potentiel hydrique des tissus, nécessaire pour maintenir la croissance, Cette accumulation doit être compatible avec la concentration résultante de tolérance métabolique

ou de compartimentation entre les différents composants de la cellule ou de la plante (Munns, 2005).

II-9-1-2 L'exclusion :

Chez les plantes, les échangeurs Na^+/H^+ vont contrôler l'exclusion des ions sodium des cellules racinaires, ou leur séquestration dans les vacuoles. Ces deux mécanismes sont les déterminants majeurs de la tolérance des plantes au stress salin. Les racines ont une cellule interne appelée endothélium, qui empêche les sels de remonter jusqu'aux feuilles (HAMDOUD, 2012).

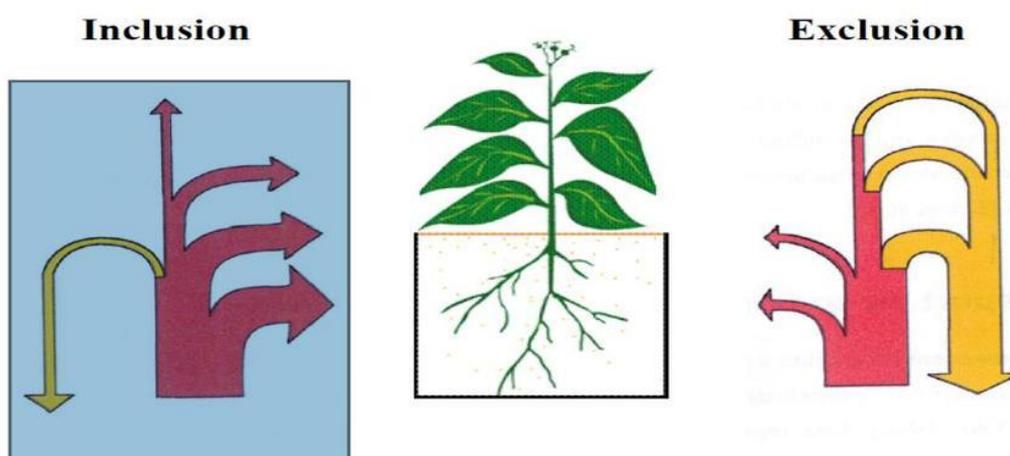


Figure 10 : Illustration des stratégies « exclusion et inclusion » [11]

Chapitre III

Matériels et Méthodes

III-1 Le but de l'étude :

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de la salinité sur quelques paramètres morphologiques et physiologiques chez deux variétés de l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.).

III-2 Site expérimental :

Le travail a été réalisé au niveau de la serre de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers (FSNVSTU) à l'université 8 Mai 1945 à Guelma durant la période de début de Mars jusqu'à fin d'avril 2022 (figure 11).



Figure 11 : Serre de la faculté (FSNVSTU) (Photo personnelle).

III-3 Matériel végétale :

Pour évaluer l'effet de la salinité sur le processus de germination et de croissance du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), nous avons utilisé des graines appartenant à deux variétés, la première est (DJEDIDA) et l'autre (BOLO) (Figure 12).



Variété (A) DJEDIDA



Variété (B) BOLO

Figure 12 : Les deux variétés étudiées (Photo personnelle).

III-3-1 Caractéristiques des deux variétés étudiées :

III-3-1-1 Variété A «DJEDIDA » :

- Poids net : 5KG
- Lot n° : G2100191
- Année de récolte : 2020
- Germination : mini 95%
- Pureté : 99%
- Traitement : Metalaxyl-M
- Origine : France

III-3-1-2- Variété B «BOLO » :

- Poids net : 5KG
- Lot n° : F 201001
- Année de récolte : 2020
- Conditionnement : France
- Date de fermeture : 10/2020
- Germination : mini 95%
- Pureté : 99%
- Traitement : THIRAME
- Origine : France

III-4 Méthodologie de travail :

III-4-1 Test de germination :

III-4-1-1 Préparation des graines :

- ❖ Trier et stériliser les graines des deux cultivars étudiés (haricot DJADIDA, haricot BOLO) par lavage à l'hypochlorite de sodium pendant 5 minutes
- ❖ Rincez ensuite abondamment à l'eau distillée pour éliminer l'eau de Javel et les conservateurs adhérant aux graines.
- ❖ Pour favoriser et homogénéiser leur germination, placez les graines dans de l'eau distillée pendant une nuit. Les boîtes de Pétri utilisées étaient des boîtes stériles d'un diamètre de 9 cm et d'une hauteur de 1 cm, dans chaque boîte nous avons placé 7 graines sur du papier filtre auquel nous avons ajouté 2 ml d'eau distillée stérile, pour chaque variété nous avons réalisé 3 répétitions (R1, R2, R3), pendant 8 jours (Figure 13) (L. BENIDIRE, K.DAOUI, Z.A. FATEMI, W. ACHOUAK, L. BOUARAB, K. OUFDOU, 2014 cité in BOUSSAHA, 2021)



Figure 13 : Préparation des graines (Photo personnelle)

III-4-1-2 Germination sous stress salin :

Nous avons préparé les graines par la même méthode de test de germination et nous avons appliqué les stress par l'irrigation des graines avec les différentes concentrations salines de NaCl (50, 75, 100, 150 et 200 mM) (Figure 14).

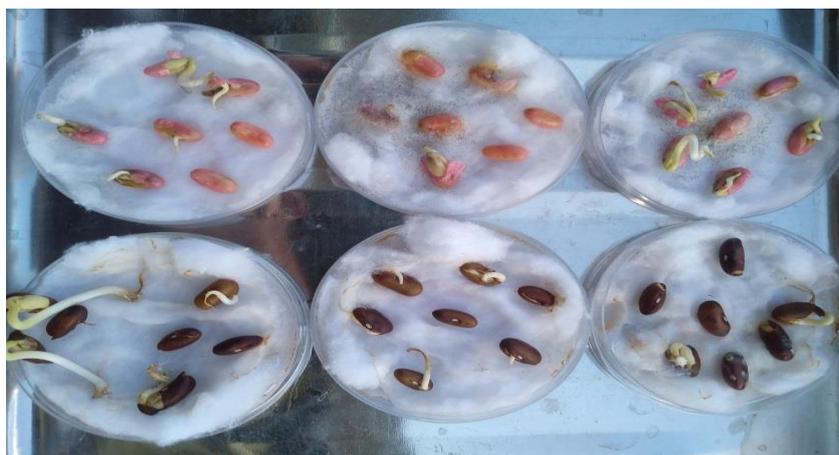


Figure 14 : Test de germination (photo personnelle)

III-4-1-3 Le dispositif expérimental

La Figure suivante présente le dispositif expérimental de notre travail (Figure 15).

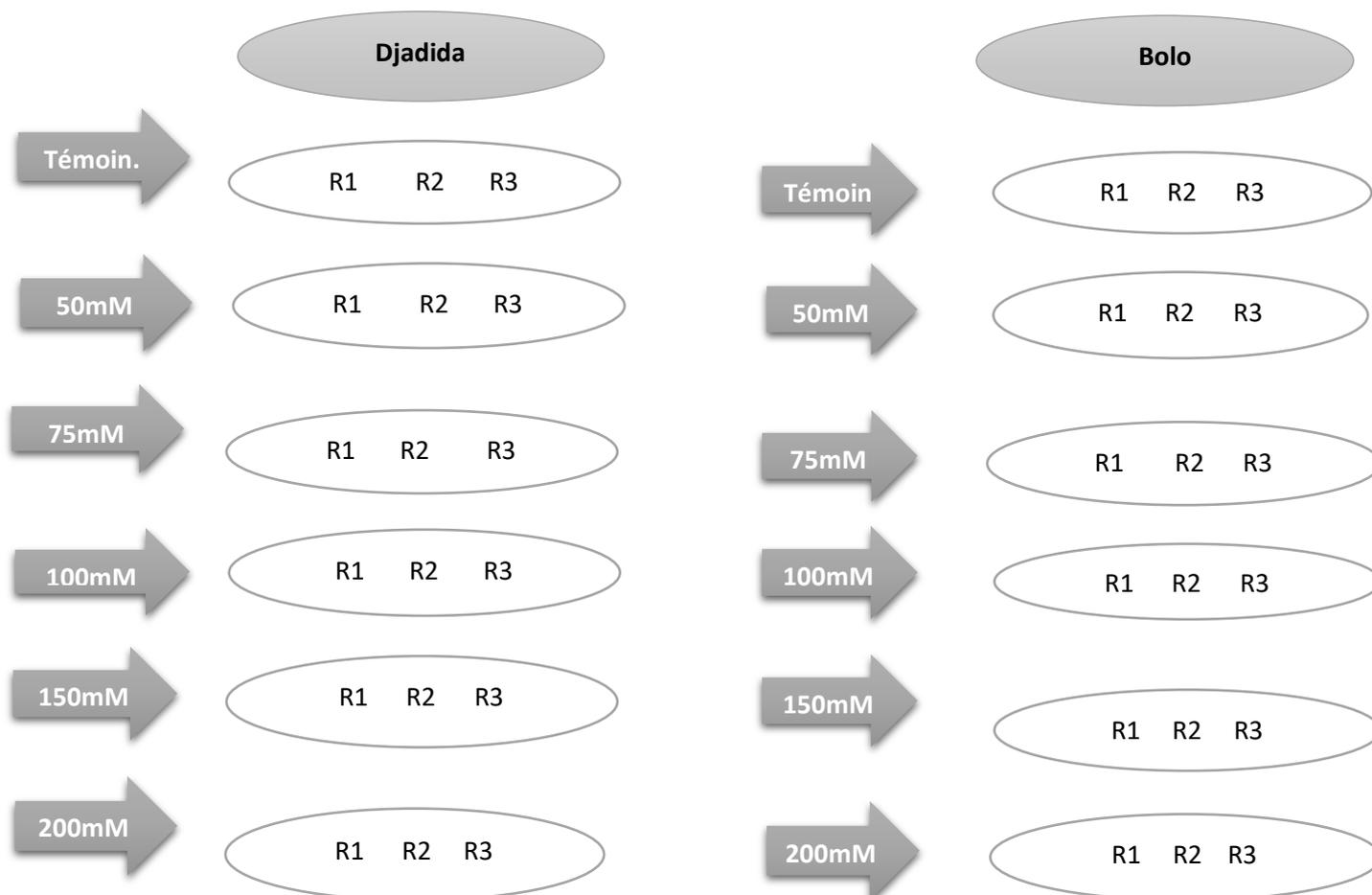


Figure 15 : le dispositif expérimental des deux variétés

III-4-2 Préparation des pots :

Des pots en plastiques d'une capacité de 800g, d'un diamètre de 10cm et d'une hauteur de 15cm, sont remplis de 600g de substrat de tourbe. Chaque variété est représentée par 18 échantillons (six concentrations de NaCl avec trois répétitions pour chaque variété) (figures 16,17 et 18).



Figure 16 : Préparation des pots
(photo personne)



Figure 17 : Tourbe utilisé
(photo personnelle)

III-4-3 Caractéristiques de la tourbe :

La tourbe utilisée est la tourbe Stender qui a les caractéristiques suivantes :

Volume : 80litre.

Fabricant : Stender AG Alte poststrabe 121 D-46514 scherbeck.



Figure 18 : Pots des deux variétés étudiés (photo personnelle).

III-4-4 L'arrosage :

L'irrigation a été réalisée avec de l'eau distillée dont la capacité au champ a été déterminée par la différence entre la quantité d'eau avant arrosage et la quantité d'eau récupérée après 24 heures de décantation (méthode utilisée au laboratoire) Soit 250 ml le volume d'arrosage calculé, l'arrosage est effectué pendant 10 jours (figure 19).



Figure 19 : Détermination de la capacité au champ (photo personnelle).

III-4-5 Application de stress :

Après 10 jours d'arrosage, nous avons appliqué le stress salin aux plantes pendant 21 jours.

III-5 Paramètres étudiés :

III-5- 1 Paramètres relatifs à la germination des graines

III-5-1-1 Taux de germination final (%G) :

Le taux de germination est calculé en comptant le nombre des graines germées chaque jour.

Le taux est calculé par la relation suivante :

$$G\% = L/S \times 100$$

- (G) : Pourcentage de germination.
- (S) : Nombre de graines germées.
- (L) : Nombre total des graines.

III-5-1-2 Cinétique de la germination :

Pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement germinatif des populations d'haricot étudiées, le nombre de graines germées ont été compté quotidiennement jusqu'au 8ème jour de l'expérience (HADJLAOUI et *al.*, 2007)



Figure 20 : les boîtes de pétrie dans l'étuve (photo personnelle).

III-5-1-3 Taux quotidienne de la germination :

C'est le pourcentage quotidien de germination maximale ou taux quotidien de germination obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de germination et des traitements préalablement subis par les semences (MAZLIAK, 1982 cité par LARDJANI, 2019)

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre totale des graines germées}}{\text{Nombre totale des graines testés}} \times 100$$

III-5-1-4 Réversibilité de l'effet du NaCl :

C'est un paramètre qui permet de déterminer l'origine de l'effet dépressif (osmotique et/ou toxique). Dans ce cadre, les graines qui n'ayant pas pu germer à la concentration de 200 mM ont été mises dans un nouveau milieu ne contenant que l'eau distillée stérile et ensuite les graines ayant germé ont été comptées pour chaque concentration de salinité (BENIDIRE et *al.*, 2014).

III-5-2 Paramètres relatifs à la croissance des plantes :

III-5-2-1 La Teneur Relative en Eau TRE « % » :

La teneur relative en eau de la feuille a été déterminée par la méthode décrite par Bars (1968). Selon cette méthode, les feuilles sont coupées à la base du limbe, elles sont pesées immédiatement pour obtenir leur poids frais (PF). Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis d'eau distillée et placés à l'obscurité dans un endroit frais, après 24h les feuilles sont retirées, passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, pesées de nouveau pour obtenir le poids de la pleine turgescence (PT). Les échantillons sont enfin mis à l'étuve régler à 80°C pendant 48h et pesés pour avoir leur poids sec (PS).



Figure 21 : échantillon des feuilles deux variétés pour le paramètre TRE (photo personnelle).

La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante (la formule de Clark) :

$$\text{TRE (\%)} = \left[\frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PT} - \text{PS}} \right] \times 100$$

III-5-2-2 La surface foliaire SF « cm² » La mesure de la surface foliaire a été déterminé par la méthode suivante :

- prendre la feuille de l'haricot sur papier calque et découper les contours de la feuille, ce dernier est pesé (Pf).
- couper un carré de 1cm (S (1cm²)) de coté de ce même papier qui est également pesé (P (1cm²)).
- déduire la surface foliaire SF par la formule suivante :

$$\text{SF (cm}^2\text{)} = \text{Pf. S (1cm}^2\text{)} / \text{P (1cm}^2\text{)}$$



Figure 22 : Pesage des feuilles (photo personnelle).

III-5-2-3 Hauteur de la tige (HT) :

La hauteur de la tige a été déterminée après trois semaines de stress salin. Exprimé en centimètres (Cm) ces mesures sont effectuées par règle graduée.

III-5-2-4 Longueur racinaire (LR) :

La longueur des racines est mesurée après déterrement et exprimée en Cm.

III-5-2-5 Poids frais des parties souterraines :

Trois plantes ont été prélevées pour chaque concentration de NaCl, puis nous avons procédé en une séparation des parties aériennes et souterraines, les racines sont rincées par un courant d'eau et épongées entre deux papiers filtres les racines sont rapidement placés dans du papier aluminium préalablement taré, et leur masse de matière fraîche a été déterminée à l'aide d'une balance de précision.

III-5-2-6 Poids sec des parties souterraines :

Les organes des plantes utilisés pour déterminés le poids frais des parties souterraines, pour les différentes variétés ont été placés dans l'étude à 105°C pendant 24 h pour déterminer le poids sec.



Figure 23 : Pesage des racines (photo personnelle).

III-5-2-7 Dosage des Pigments Chlorophylliens :

Les teneurs moyennes en chlorophylle a et b sont déterminées par la méthode de Rao et le blanc (1965). L'extraction de la chlorophylle est réalisée par broyage de 0.5g de matière fraîche de la feuille de chaque échantillon qui est additionnée de carbonate de calcium et d'acétone (20ml à 80%). La solution obtenue est filtrée à l'abri de la lumière pour éviter l'oxydation de la chlorophylle. On procède ensuite aux mesures spectrophotométriques (JENWAY 6300) à deux longueurs d'onde ($\lambda_1 = 645$ et $\lambda_2 = 663\text{nm}$) (Bouchelaghem, 2012). Le calcul de la qualité de la chlorophylle est obtenu par la formule suivante :

- * Chl a: 12, 7 (DO 663) - 2, 69 (DO 645).
- * Chl b: 22, 9 (DO 645) - 4, 86 (DO663).
- *Chl a+b: 8, 02 (DO645) +20, 20 (DO663).



Figure 24 : Dosage de la chlorophylle des deux variétés (photo personnelle).

III-6 Analyses statistiques :

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de logicielle Minitab 16, en étudiant l'analyse de la variance à un seul critère de classification (AV1) et aussi à deux critères de classification (AV2).

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV-1 Résultat et discussion :**IV-1-1 Effet de la salinité sur le taux de germination final (GF%) :**

Le taux de germination final est représenté dans la figure 25.

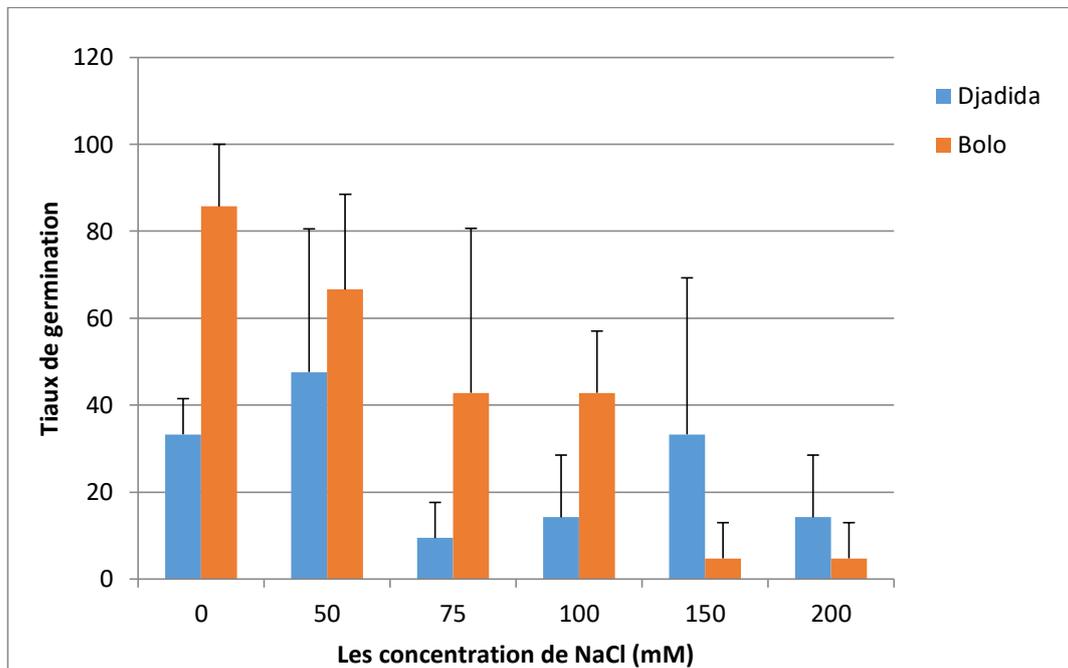


Figure 25 : Pourcentage de germination (%) pour les deux variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

La figure 25 montre que la germination des graines du haricot est affectée par le stress salin. Cependant, une diminution de la germination a été notée pour toutes les boîtes traitées avec différentes concentrations de NaCl pour les deux cultivars étudiés.

La capacité germinative des graines stressées est instable pour la variété « Djadida ». Pour les concentrations 0, 50 et 150 mM, le taux de germination final est augmenté (33,27 %, 47,57% et 33,30%) et pour les concentrations 75, 100, 200 mM le taux de germination final diminue (9,47%, 14,23% et 14,23% successivement).

La deuxième variété « Bolo » représente le pourcentage le plus élevé, leur taux de germination final diminue en augmentant la concentration de NaCl 0, 50, 75, 100 mM (85,70%, 66,63%, 42,80%, 42,80%) et une forte diminution remarquable chez les concentrations les plus élevés 150, 200 mM de pourcentage (4,14%, 4,14%).

L'effet du sel sur la germination des graines des deux variétés de haricot a été davantage observé à des concentrations élevées de NaCl par rapport aux témoins non traités et Par rapport à l'autre variété locale « Djadida », « Bolo » a été la plus touchée.

IV-1-2 analyse statistique :

- **One-way ANOVA : Taux de germination de la variété « Djadida » versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	4001	800	1,59	0,236
Error	12	6036	503		
Total	17	10037			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) ont un effet non significative sur le taux de germination ($p > 0,05$).

- **One-way ANOVA : Taux de germination de la variété « Bolo » versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	15876	3175	7,77	0,002
Error	12	4904	409		
Total	17	20780			

- ✚ **Grouping Information Using Tukey Method :**

TR	N	Mean	Grouping
0	3	85,70	A
1	3	66,63	A
2	3	42,80	A B
3	3	42,80	A B
5	3	4,73	B
4	3	4,73	B

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150, 200 mM) ont un effet significatif sur le taux de germination pour la variété Bolo ($p < 0,05$) et le témoin a enregistré le meilleur résultat.

➤ **General Linear Model : Taux de germination versus variété ; traitement :**

Analysis of Variance for ger, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	AdjSS	Adj MS	F	P
var	1	0,0	0,0	0,0	0,00	1,000
TR	5	8001,0	8001,0	1600,2	3,18	0,024
var *TR	5	0,0	0,0	0,0	0,00	1,000
Error	24	12072,6	12072,6	503,0		
Total	35	20073,6				

Observation inhabituelles pour TAUX :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ entre les deux variétés $P > 0,05$ donc il existe une différence non significative.
- ✚ pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-2 La Cinétique de germination :

La figure 24 représente l'évolution de la germination des deux variétés de l'haricot en fonction du temps (8 jours) pour l'ensemble des traitements (0mM, 50mM, 75mM, 100mM, 150mM et 200mM).

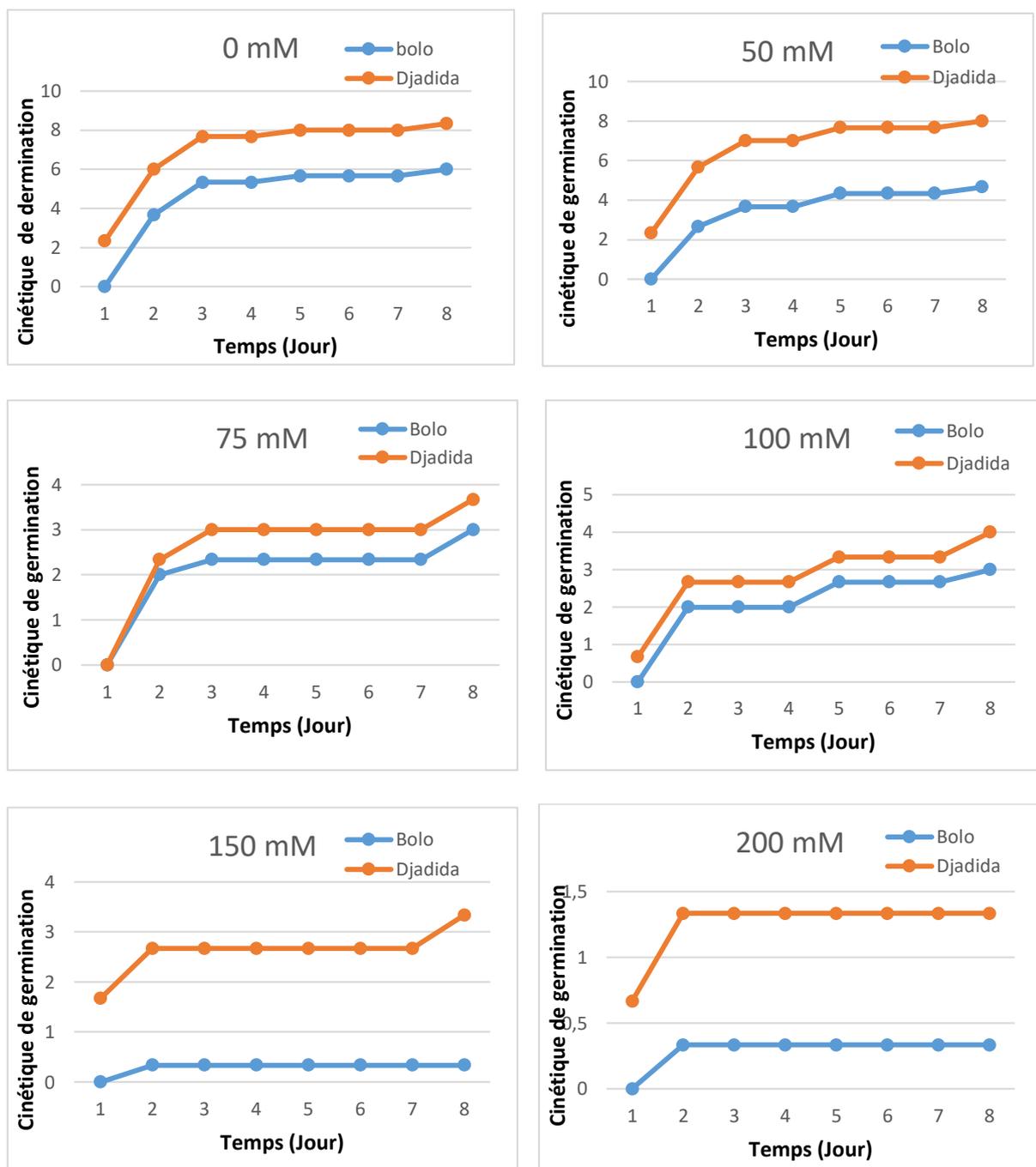


Figure 26 : Effets des différentes concentrations salines sur la cinétique de germination des deux variétés du haticot étudiés pendant 8 jours.

En absence du sel, la germination des graines s’est déclenchée après 26 heures chez la variété de «Djadida» et après 48 heures chez la variété «Bolo». Nous enregistrons pour la variété Djadida la germination de cinq graines de lot et pour la variété Bolo la germination de 0.

Avec les concentrations (50mM) et (75mM), la variété Djadida a enregistré les taux les plus élevés de germination par rapport à l'autre variété Bolo. Pour les deux variétés nous avons enregistré des cinétiques de germination augmentent après 8 jours,

Pour la concentration (100mM), les résultats montrent une augmentation de la germination pour les deux variétés par rapport au premier jour de l'expérience.

Pour la concentration (150mM), la variété Bolo a enregistré en générale les taux les plus faibles de germination par rapport à l'autre variété étudié.

Pour la concentration 200mM de NaCl ; nous avons noté un faible taux de germination pour les deux variétés durant les premiers jours de l'expérience. En général les deux variétés ont enregistré le même taux de germination à la fin de l'expérience.

IV-3 Taux quotidien de la germination :

IV-3-1 Taux quotidien de la germination de la variété Djadida :

Le taux quotidien de la germination de la variété Djadida est représenté dans la figure 28.

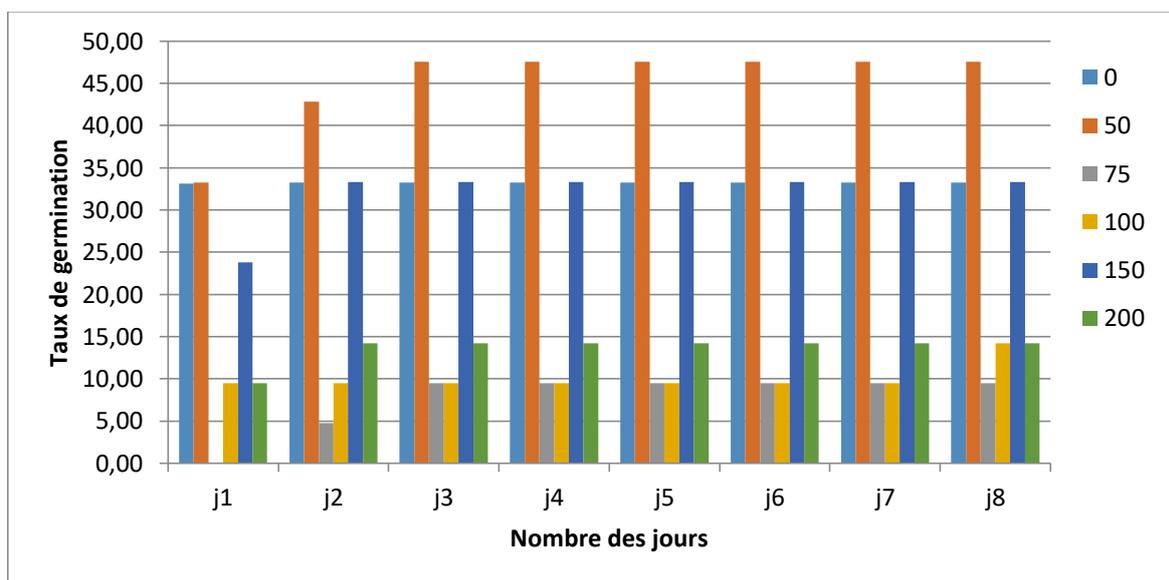


Figure 27 : Taux quotidien de germination de la variété Djadida.

D'après la figure 27, nous avons remarqué que le taux de germination de Djadida était de 33.27%, aucune graine n'a germé pendant 7 jours.

Sous traitement NaCl 50Mm, le taux de germination des graines était de 33,27% après 24 heures, le 2^{ème} jour le pourcentage a augmenté à 42,80% , le 3^{ème} jour a augmenté jusqu'à

47,80%, aucune graine n'a germée les autres jours (jours 4,5,6, 7 et 8) et le pourcentage reste 47,8%.

Sous la concentration 75mM, on remarque que le premier jours aucun graine n'a germée, après 2^{ème} jour le taux de germination enregistré est 4,73%, le 3^{ème} jour le taux est augmenté jusqu'au 9,47%. Après ce jour aucune germination jusqu'à la fin de l'expérience.

Sous un traitement de 100 mM de NaCl, le taux de germination des graines après 24 heure était de 9,50%, ce taux reste stable jusqu'au 7^{ème} jour, le dernier jours le taux de germination a augmenté (14,23%).

À une concentration de NaCl de 150 mM, le pourcentage de germination noté le premier jours est 21,79%, après 33,30% le deuxième jours et après ce jour aucune graine germée jusqu'à la fin de l'expérience.

Lors du dernier traitement de 200 mM, le taux de germination du stress salin était de 9,50 % le premier jour, ce taux reste stable jusqu'au huitième jours .

IV-3-2 Taux quotidien de la germination de la variété «Bolo».

Le taux quotidien de la germination de la variété Bolo est représenté dans la figure 29.

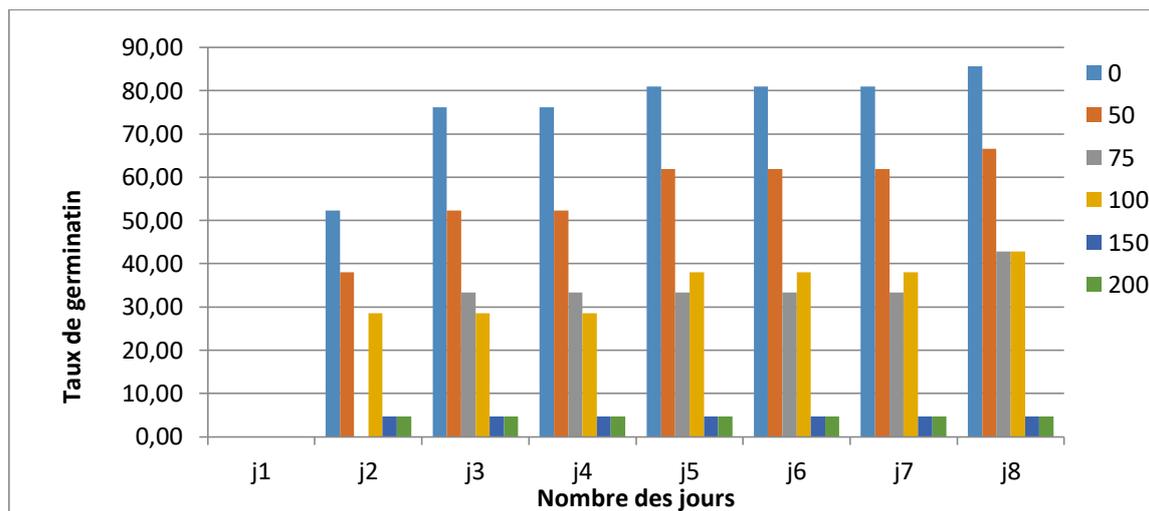


Figure 28 :Taux quotidien de germination de la variété Bolo.

La figure 28 montre que la germination est déclenché après 48h. En absence de sel, Après 48h le taux de germination enregistré est 52,33% , le 3^{ème} et le 4^{ème} jours le taux a augmenté à 76,17%, dans le 5^{ème} , 6^{ème} , 7^{ème} jour le taux est 80,93% et arrive jusqu'au 85,70% à la fin de l'expérience.

Sous le traitement 50mM, le 2^{ème} jour le taux de germination est de 38,03%, ce pourcentage augmente le 3^{ème} jour pour accéder le taux de 52,33%, pour le 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} jour le taux est 61,87%, le dernier jour le pourcentage augmente jusqu'au 66,63%.

Sous la cocentration 75mM, la germination debute le 3^{ème} jour de l'expérience avec taux de 33,30% , aucune graine n'a germée le 4^{ème}, 5^{ème} , 6^{ème} et 7^{ème} jour jusqu'au la dernier jour le taux a augmeté et enregistre 42,80%.

Pour la concentration 100mM,on remarque que le taux est le mème (28,50%) pour les (2^{ème} , 3^{ème} et 4^{ème})jours de stress, le pourcentage arrive jusqu'au 38,03% 5^{ème} , 6^{ème} et 7^{ème} jours, le 8^{ème} jour de l'expérience le taux est augmenté à 42,80%.

Pour les deux derniers traitements 150mM 200mM, le taux de germination de 2^{ème} jours est 4,73% qui reste jusqu'à la fin de l'expérience.

IV-4 Réversibilité de l'effet du NaCl :

Aucun germination n à été notée pour les deux variété de haricot.

IV-5-1 Teneur Relative en Eau (Relative Water Content) TRE :

La teneur relative en eau des deux variétés du haricot est représentée dans la figure 29.

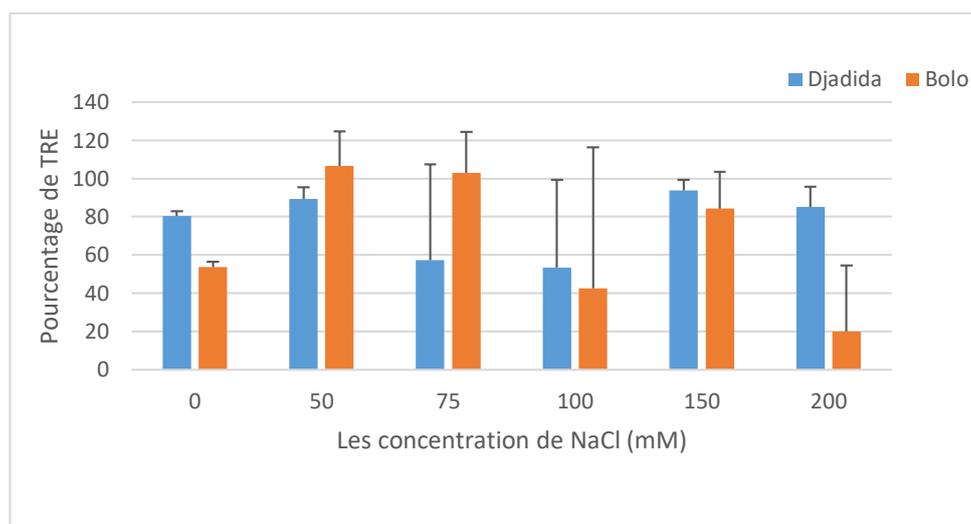


Figure 29 : Teneur relative en eau (%) des feuilles de plantes de haricots des deux variétés après 20 jours de stress au NaCl à différentes concentrations.

Les résultats moyens obtenus dans la figure 30 démontrent que chez l'ensemble des plantes du contrôle (Témoin 0m M), la teneur relative en eau s'est maintenue à niveau pas vraiment élevé approximatif de 80 % pour Djadida et 53% pour Bolo. Au niveau du lot des plantes irriguées

avec des concentrations de 50mM et 75mM de NaCl, la teneur en eau est plus élevée pour Bolo et s'est fixée à un niveau d'environ 100%. La TRE de variété Djadida et diminue pendant les concentrations 75 mM et 100 mM à 55%. L'augmentation maximale de la teneur relative en eau de Djadida est au niveau de traitement 150mM à 93% par contre chez Bolo elle est diminué jusqu'à 19% à 200mM.

IV-5-2Analyse statistique :

➤ One-way ANOVA : Teneur relative en eau de la variété Djadida versus Traitement :

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	4389	878	1,09	0,412
Error	12	9626	802		
Total	17	14015			

➤ One-way ANOVA : Teneur relative en eau de la variété Bolo versus Traitement :

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	18387	3677	2,83	0,065
Error	12	15617	1301		
Total	17	34004			

L'analyse de la variance au de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) ont un effet non significatif pour les deux variétés sur la teneur en eau ($p>0,05$)

General Linear Model : La teneur relative en eau versus variété ; traitement :

Analysis of Variance for TRE V2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
var	1	628	628	628	0,60	0,447
TR	5	12066	12066	2413	2,29	0,077
var *TR	5	10711	10711	2142	2,04	0,109
Error	24	25243	25243	1052		
Total	35	48647				

Observation inhabituelles pour la teneur relative en eau :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- + entre les deux variétés $p > 0,05$ donc il existe une différence non significative.
- + pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-6-1 La surface foliaire :

La figure suivante représente la surface foliaire des deux variétés de haricot sous stress salin.

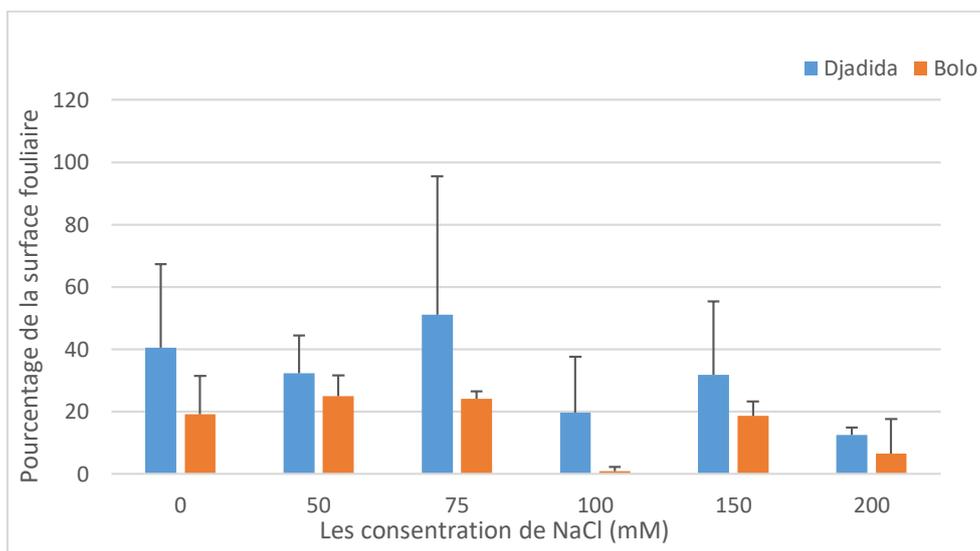


Figure 30 : le pourcentage de la surface foliaire des deux variétés de le haricote sous stress salin.

Les résultats obtenus Figure 30 montrent une différence remarquable pour ce paramètre entre les deux variétés. En effet, le pourcentage maximal est de 51% obtenu par Djadida et de 25% par Bolo à la concentration 75mM. D'autre part, les deux géotypes soumis à la salinité présentent une réduction de la surface foliaire comparée au témoin non stressé qui est de 12 % pour la variété Djedida et de 6 % pour la variété Bolo à 200 mM de traitement.

IV-6-2 Analyse statistique :➤ **One-way ANOVA: la surface foliaire de la variété Djadida versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	2906	581	0,94	0,491
Error	12	7435	620		
Total	17	10341			

➤ **One-way ANOVA: la surface foliaire de la variété Bolo versus Traitement:**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	1189,9	238,0	2,57	0,083
Error	12	1109,3	92,4		
Total	17	2299,2			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150, 200 mM) ont un effet non significatif sur la surface foliaire pour les deux variétés ($p > 0,05$).

General Linear Model : Surface foliaire versus variété ; traitement :

Analysis of Variance for sf V2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	SeqSS	Adj SS	Adj MS	F	P
var	1	2527,2	2527,2	2527,2	7,10	0,014
TR	5	3698,4	3698,4	739,7	2,08	0,103
var *TR	5	397,4	397,4	79,5	0,22	0,949
Error	24	8544,1	8544,1	356,0		
Total	35	15167,2				

Observation inhabituelles pour la surface foliaire :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ entre les deux variétés $p < 0,05$ donc il existe une différence significative.
- ✚ pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-7-1 Longueur de la racine principale :

La longueur de la racine principale est représentée dans la figure 31.

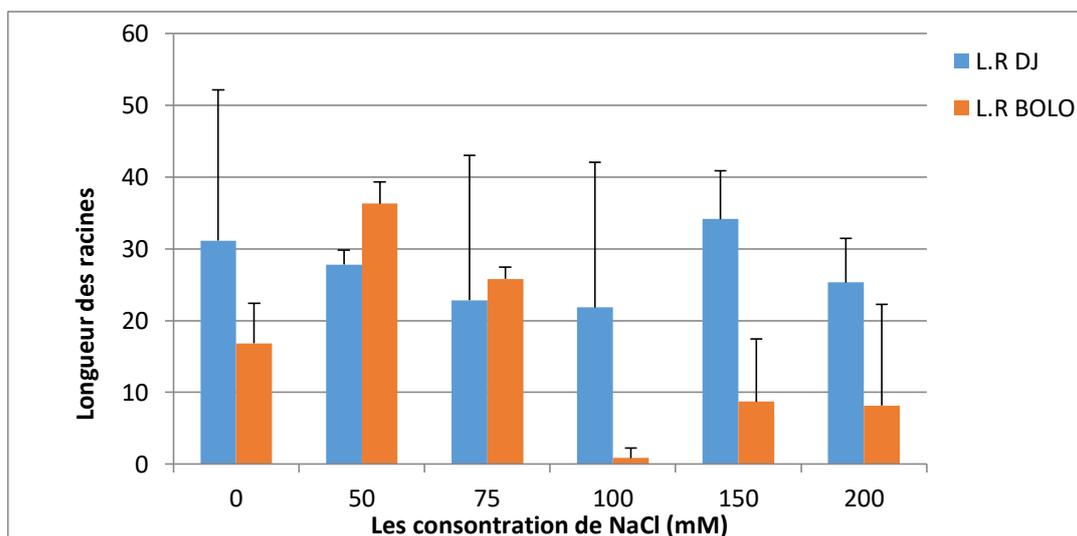


Figure 31 : Longueur de la racine principale de deux variétés de haricot sous stress salin.

Les résultats moyens obtenus exposent qu'à l'échelle du traitement mené au témoin, la longueur de l'axe principale est limitée par des valeurs proches entre (21 et 34 cm) donnée par la variété Djadida et des autre valeurs divergentes entre (8 et 36cm) donnée par Bolo. La longueur maximal et enregistrée au niveau de lot 50 mM pour Bolo et le lot 150 mM pour Djadida. Au niveau du lot conduit à 100 mM, nous avons enregistré les plus courtes racines pour les deux variétés.

En général l'influence de déficit salin exerce une action favorable sur l'expression de la longueur racinaire.

IV-7-2 Analyses statistiques:

- **One-way ANOVA : Longueur de la racine principale de la variété Djadida versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	344	69	0,31	0,900
Error	12	2701	225		
Total	17	3045			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150, 200 mM) ont un effet non significatif sur la longueur de racines principales pour la variété Djadida ($p > 0,05$).

➤ **One-way ANOVA : Longueur des racines principales de la variété Bolo versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	2374,7	474,9	8,87	0,001
Error	12	642,8	53,6		
Total	17	3017,5			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150, 200 mM) ont un effet significatif sur la longueur de racines principale pour la variété Bolo ($p < 0,05$) et que le traitement 1 a donné la grande longueur.

 **Grouping Information Using Tukey Method**

TR	N	Mean	Grouping
1	3	36,333	A
2	3	25,833	A B
0	3	16,833	A B C
4	3	16,000	B C
5	3	8,167	B C
3	3	0,833	C

General Linear Model : Longueur des racines versus variété ; traitement :

Analysis of Variance for LR V2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
var	1	880,1	880,1	880,1	6,32	0,019
TR	5	1571,4	1571,4	314,3	2,26	0,081
var *TR	5	1147,1	1147,1	229,4	1,65	0,186
Error	24	3343,7	3343,7	139,3		
Total	35	6942,2				

Observation inhabituelles pour la longueur des racines :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ entre les deux variétés $p < 0.05$ donc il existe une différence significative.
- ✚ pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-8-1 Longueur des tiges :

La figure suivante montre la longueur des tiges des deux variétés du haricot.

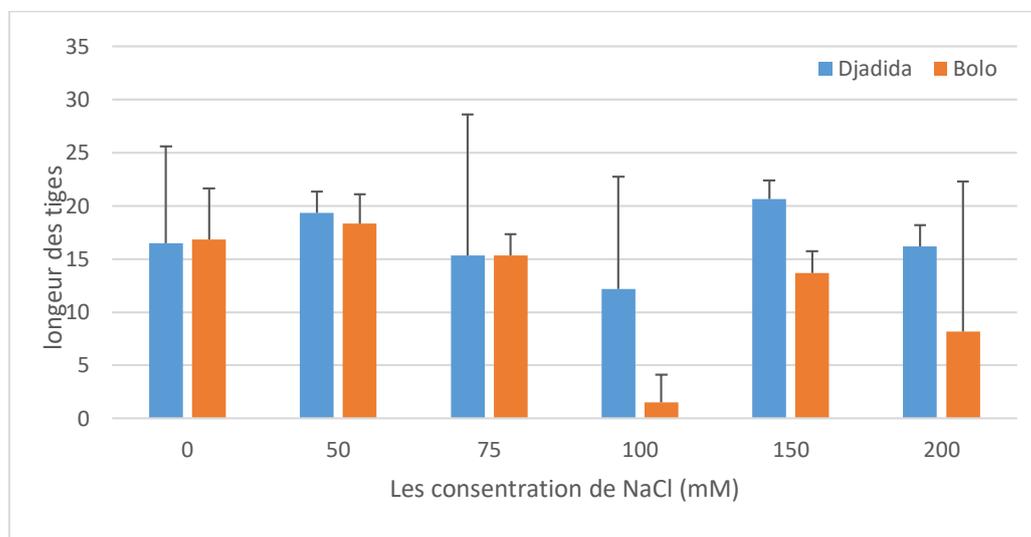


Figure 32 : Longueur des tiges des plantes des deux variétés de haricot sous stress salin.

Les résultats de la figure 32 montre que la salinité agit significativement à la hausse sur la longueur maximale des tiges des plantes de la variété Djadida à 150mM par (20 cm) qui toujours comparée avec la variété Bolo à 50 mM par (18 cm). Il faut noter aussi qu'il a y un effet significativement inférieur de la longueur des tiges sous 100 mM et 200 mM de NaCl pour les deux variétés par rapport au témoin.

IV-8-2 Analyses statistiques :

- **One-way ANOVA : la longueur des tiges de la variété Djadida versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	136,2	27,2	0,43	0,821
Error	12	763,86	3,7		
Total	17	900,1			

➤ **One-way ANOVA : la longueur des tiges de la variété Bolo versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	605,2	121,0	2,95	0,058
Error	12	491,8	41,0		
Total	17	1097,1			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) ont un effet non significatif sur la longueur des tiges pour les deux variétés ($p>0,05$).

General Linear Model : Longueur des tiges versus variété ; traitement :

Analysis of Variance for Lt V2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	AdjSS	Adj MS	F	P
var	1	173,36	173,36	173,36	3,31	0,081
TR	5	573,00	573,00	114,60	2,19	0,089
var *TR	5	168,47	168,47	33,69	0,64	0,669
Error	24	1255,67	1255,67	52,32		
Total	35	2170,50				

Observation inhabituelles pour la longueur des tiges :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ entre les deux variétés $p>0,05$ donc il existe une différence non significative.
- ✚ "pour l'interaction variété et traitement $P>0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-9-1 Poids frais des racines :

La figure 33 montre le poids frais des racines des deux variétés du haricot.

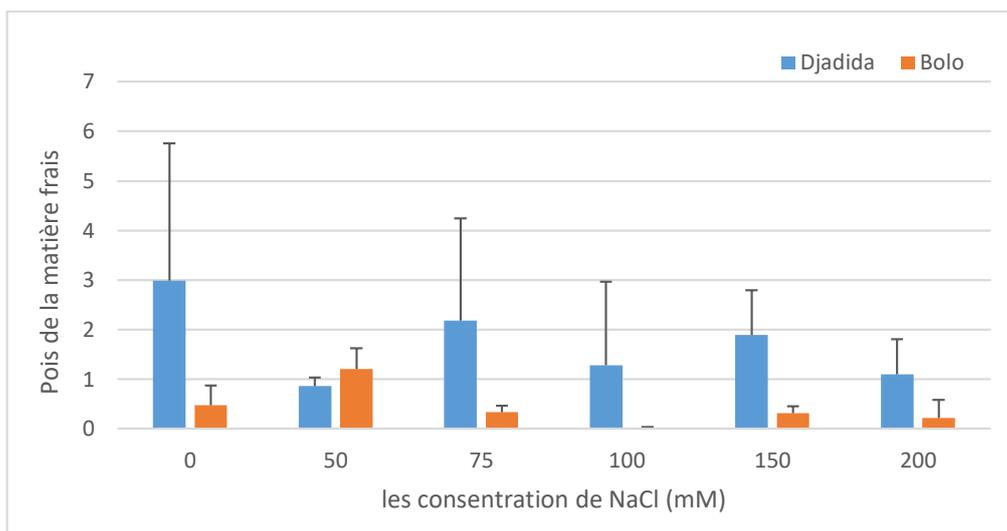


Figure 33 : Poids frais des racines de deux variétés de haricot sous stress salin

Dans la figure 33 nous avons remarqué que le poids frais des racines de la variété Djadida est supérieur que celui de la variété Bolo dans toutes les concentrations.

Pour Djadida le poids de racine est affecté par l'augmentation des concentrations de NaCl, nous avons noté à 50 mM, 100 mM et 200 mM une forte diminution du poids frais des racines par rapport au témoin (0.85g, 1.28g et 1.09g) par contre à 75mM et 150 mM les valeurs de poids (2.18g et 1.89g) sont près au témoin (2.98g).

Pour Bolo, une sensible baisse du poids frais des racines est enregistrée sous les traitements 75 mM, 100 mM, 150 mM et 200 mM(0.33g, 0.01g, 0.31g, 0.21g) alors que le poids noté à la concentration 50 mM prend une valeur plus élevée (1.20g) par rapport au témoin (0,47g).

IV-9-2 Analyse statistique:

- **One-way ANOVA : Poids frais des racines de la variété Djadida versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	9,50	1,90	0,71	0,628
Error	12	32,14	2,68		
Total	17	41,64			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) ont un effet non significatif sur le poids frais des racines pour la variété Djadida ($p>0,05$).

➤ **One-way ANOVA : Poids frais des racines de la variété Bolo versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	1,2626	0,2525	4,22	0,019
Error	12	0,7188	0,0599		
Total	17	1,9814			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) sur la variété Bolo ont un effet significative sur le poids frais des racines pour la variété Bolo ($p<0,05$).

Le traitement 1 (50 mM) enregistre la valeur la plus élevée suivi par le témoin.

✚ **Grouping Information Using Tukey Method**

TR	N	Mean	Grouping
1	3	0,8750	A
0	3	0,4763	A B
2	3	0,3363	A B
4	3	0,3110	A B
5	3	0,2153	A B
3	3	0,0150	B

General Linear Model: Poids frais des racines versus variété ; traitement :

Analysis of Variance for pf , using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
var	1	16,315	16,315	16,315	11,92	0,002
TR	5	5,151	5,151	1,030	0,75	0,593
var*TRa	5	5,608	5,608	1,122	0,82	0,548
Error	24	32,861	32,861	1,369		
Total	35	59,935				

Observation inhabituelles pour poids frais des racines :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ entre les deux variétés $p < 0,05$ donc il existe une différence significative.
- ✚ pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-10-1 Poids sec des racines :

Le poids sec des racines de deux variétés de haricot sous stress salin est représenté dans la figure 34.

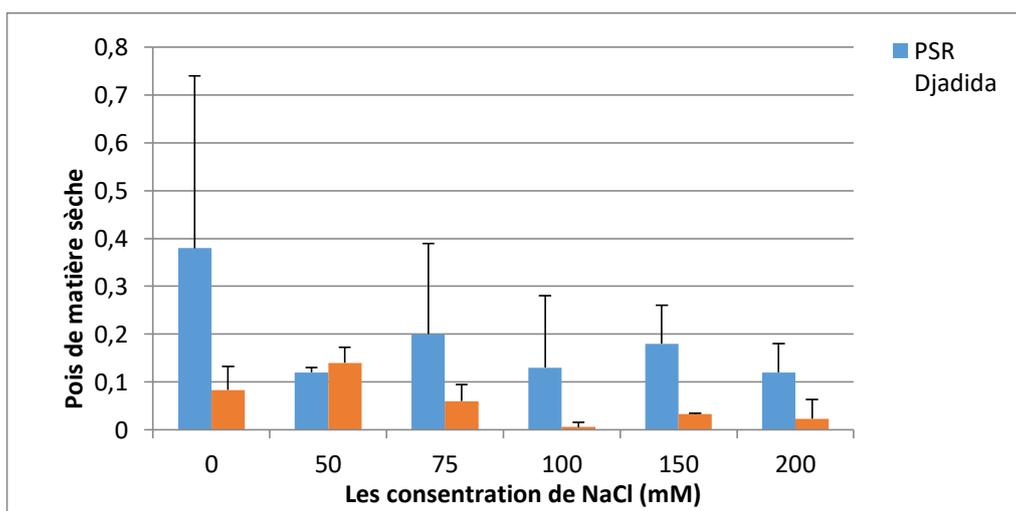


Figure 34 : Poids sec des racines de deux variétés de haricot sous stress salin

La figure 34 montre que l'augmentation des concentrations de NaCl affecte le poids sec des racines de la variété Djadida, nous avons noté à 50 mM, 100 mM et 200 mM une forte diminution du poids frais des racines (0.12g, 0.13g et 0.12g) par contre à 75mM et 150 mM les valeurs de poids (0.2g et 0.18g) sont diminuées d'une façon faible par rapport au témoin (0.38g).

Nous avons remarqué une diminution du poids sec des racines de la variété Bolo sous les traitements 75 mM, 100 mM, 150 mM et 200 mM (0.06g, 0.006 g, 0.03g, 0.02g) par contre le poids noté à la concentration 50 mM prend une valeur plus élevée et maximale (0.14g) par rapport au témoin (0.08g).

IV-10-2 Analyse statistique :

- **One-way ANOVA : Le poids sec des racines de la variété Djadida versus Traitement :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	0,1499	0,0300	0,87	0,528
Error	12	0,4127	0,0344		
Total	17	0,5625			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) et le témoin ont un effet non significative sur le poids sec des racines pour la variété Djadida ($p > 0,05$).

- **One-way ANOVA: Le poids sec des racines de la variété Bolo versus TR**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	0,03917	0,00783	7,12	0,003
Error	12	0,01320	0,00110		
Total	17	0,05236			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) et le témoin ont un effet significative sur le poids sec des racines pour la variété Bolo ($p < 0,05$).

 **Grouping Information Using Tukey Method**

TR	N	Mean	Grouping
1	3	0,14733	A
0	3	0,08300	A B
2	3	0,06267	A B
4	3	0,03367	B
5	3	0,02367	B
3	3	0,00633	B

General Linear Model: Pois sec versus variété ; traitement

Analysis of Variance for ps V2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
var	1	0,15761	0,15761	0,15761	8,88	0,007
TR	5	0,10894	0,10894	0,02179	1,23	0,327
var *TR	5	0,08008	0,08008	0,01602	0,90	0,496
Error	24	0,42589	0,42589	0,01775		
Total	35	0,77252				

Observation inhabituelles pour poids sec des racines :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ entre les deux variétés $p < 0,05$ donc il existe une différence significative entre Bolo et Djadida.
- ✚ pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-11-1 Effets de la salinité sur les pigments chlorophylliens :**IV-11-1-1 Teneur en Chlorophylle a (Chl a) :**

La figure 35 représente la teneur de la chlorophylle (a) chez les deux variétés du haricot sous stress salin.

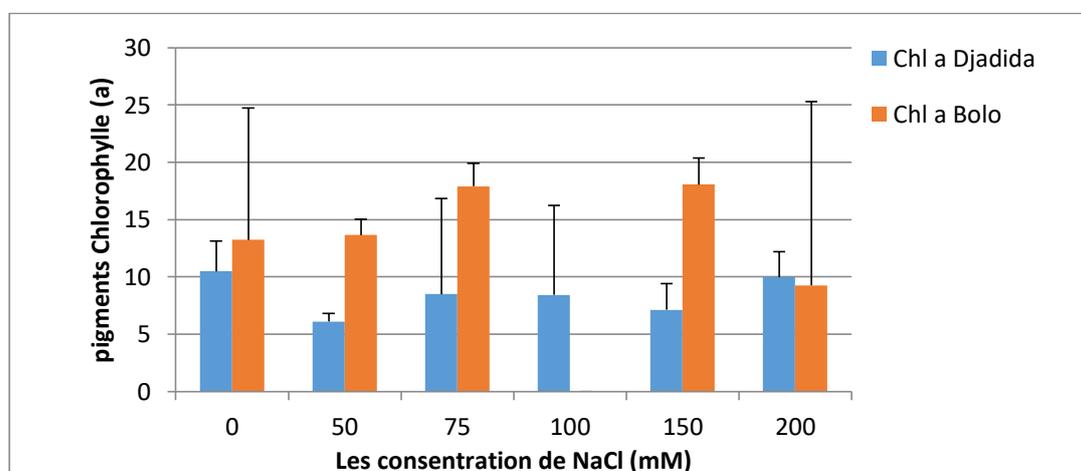


Figure 35 : La chlorophylle (a) des deux variétés du haricot sous stress salin

Les résultats de cette étude indiquent que la teneur en chlorophylle (a) est non fixée chez les deux variétés en présences des différence concentrations. Les valeurs ne sont pas significativement éloignées par rapport au témoin ($10.5\mu\text{g.g-1MF}$) de la variété Djadida entre ($9.98\mu\text{g.g-1MF}$) et ($6.11\mu\text{g.g-1MF}$).

Par contre chez la variété Bolo, la chlorophylle a est plus élevée aux traitements 75mM et 150mM où nous avons enregistré ($17.91\mu\text{g.g-1MF}$) et ($18.06\mu\text{g.g-1MF}$), pour le témoin ($13.23\mu\text{g.g-1MF}$) et pour 50mM ($13.65\mu\text{g.g-1MF}$) les valeurs sont un peu faibles que les autres. Pour la concentration 200mM nous avons noté une diminution de la teneur des pigments à ($9.26\mu\text{g.g-1MF}$).

IV-11-1-2 Analyse statistique:

➤ One-way ANOVA : Chlorophylle (a) de la variété Djadida versus TR

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	41,3	8,3	0,33	0,883
Error	12	297,2	24,8		
Total	17	338,5			

➤ One-way ANOVA : Chlorophylle (a) de la variété Bolo versus TR :

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	685,9	137,2	2,05	0,143
Error	12	802,1	66,8		
Total	17	1488,0			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) ont un effet non significative sur la chlorophylle (a) pour les deux variétés ($p>0,05$).

General Linear Model : chlorophylle a versus variété ; traitement :

Analysis of Variance for chloA v2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	AdjSS	Adj MS	F	P
var	1	116,24	116,24	116,24	2,54	0,124
TR	5	324,86	324,86	64,97	1,42	0,253
var *TR	5	402,31	402,31	80,46	1,76	0,160
Error	24	1099,34	1099,34	45,81		
Total	35	1942,76				

Observation inhabituelles pour la chlorophylle a :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ entre les deux variétés $p > 0,05$ donc il existe une différence non significative.
- ✚ pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-11-2-1 Teneur en Chlorophylle b (Chl b) :

La figure 36 représente la teneur de la chlorophylle (b) chez les deux variétés du haricot sous stress salin.

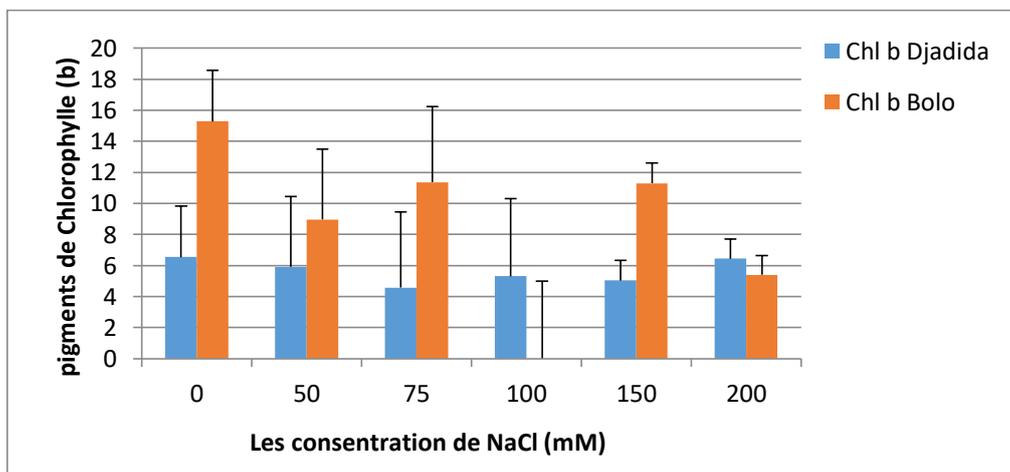


Figure 36 : La chlorophylle (b) des deux variétés du haricot sous stress salin.

La présence du sel dans le milieu engendre également des baisses des teneurs en chlorophylle (b) chez la variété Djadida par rapport à la variété Bolo qui présente des valeurs plus grandes (figure 37). Les réductions des pigments les plus importantes ont été notées à 75mM, 100mM et 150mM chez Djadida ($4.47\mu\text{g.g-1MF}$, $5.31\mu\text{g.g-1MF}$, $5.03\mu\text{g.g-1MF}$), alors que les traitements 50mM et 200mM ne montrent pas de différence significative de chlorophylles (b) par rapport au témoin ($6.54\mu\text{g.g-1MF}$) avec des valeurs de ($5.91\mu\text{g.g-1MF}$ et $6.44\mu\text{g.g-1MF}$).

Chez la variété Bolo nous avons noté une diminution pas vraiment faible pour toutes les traitements comparativement au témoin, où dans les traitements 75mM et 150mM les valeurs sont très proche (11.36 $\mu\text{g.g-1MF}$ et 11.29 $\mu\text{g.g-1MF}$) et dans les traitements 50mM (8.96 $\mu\text{g.g-1MF}$) et 200mM (5.39 $\mu\text{g.g-1MF}$) la diminution est plus remarquable que les autres concentrations par rapport au témoin.

IV-1-2-2 Analyses statistiques:

➤ One-way ANOVA : Chlorophylle (b) de la variété Djadida versus TR

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	9,5	1,9	0,14	0,981
Error	12	166,7	13,9		
Total	17	176,2			

➤ One-way ANOVA : Chlorophylle (b) de la variété Bolo versus traitement :

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	431,8	86,4	1,38	0,300
Error	12	753,0	62,8		
Total	17	1184,9			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que chez les deux variétés étudiées les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150, 200 mM) ont un effet non significative sur la teneur en chlorophylle (b) ($p > 0,05$).

General Linear Model : chlorophylle b versus variété ; traitement :

Analysis of Variance for chlo B v2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	SeqSS	Adj SS	Adj MS	F	P
var	1	85,35	85,35	85,35	2,23	0,149
TR	5	226,08	226,08	45,22	1,18	0,348
var *TR	5	215,24	215,24	43,05	1,12	0,375
Error	24	919,71	919,71	38,32		
Total	35	1446,38				

Observation inhabituelles pour chlorophylle b :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique que :

- ✚ La différence est non significative .entre les deux variétés ($p > 0,05$)
- ✚ "pour l'interaction variété et traitement $P > 0,05$ donc l'effet est non significatif.

IV-1-3-1 Teneur en Chlorophylle total (chlorophylle a + b) :

La figure 37 représente la teneur de la chlorophylle (b) chez les deux variétés du haricot sous stress salin.

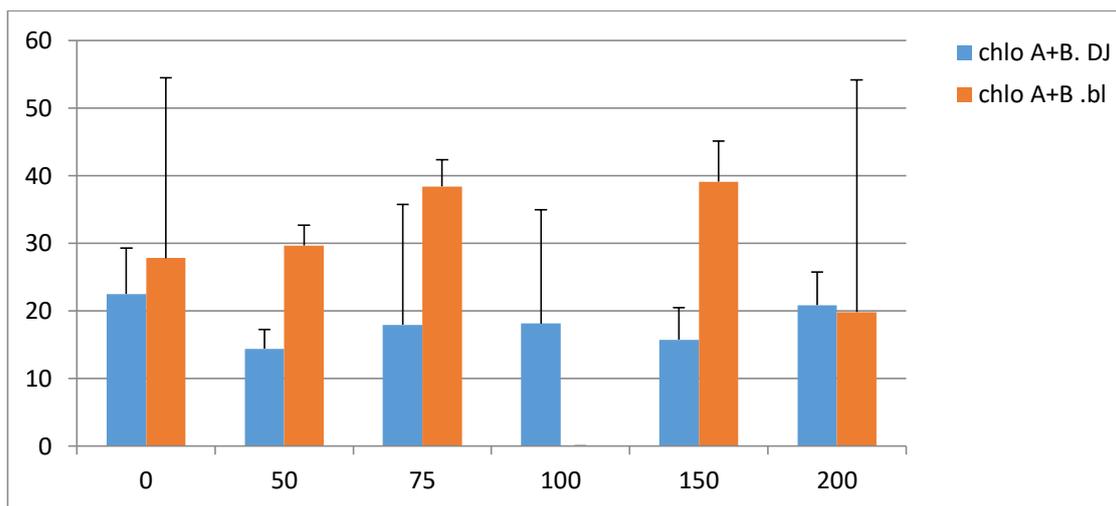


Figure 37 : Teneurs en chlorophylle (a+b) des deux variétés du haricot sous stress salin.

Les teneurs en chlorophylle totale des deux cultivars étudiées sont figurés dans la figure 37

Les teneurs en chlorophylle (a+b) des deux cultivars étudiées sont réduites de manière non significative sous l'effet des différentes concentrations du sel, en remarque que pour la variété Djadida la teneur en chlorophylle a+b est affecté, les valeurs sont relativement proches avec les concentration changeantes par rapport au témoin, les résultats sont (22,47 µg.g-1MF, 14,37 µg.g-1MF, 17,9 µg.g-1MF, 18,09 µg.g-1MF, 15,71 µg.g-1MF, 20,82 µg.g-1MF) respectivement pour (0, 50, 75, 100, 150, 200) mM.

Pour l'autre variété Bolo, les résultats sont élevés et varient en fonction de l'évolution des concentrations pour le témoin et 50 mM, les valeurs enregistrées sont (27,79 µg.g-1MF, 29,64 µg.g-1MF), pour les concentrations 75mM 150mM en remarque que la teneur en ch la+b est augmentée (38,4 µg.g-1MF, 39,09 µg.g-1MF). Le dernier traitement 200Mm note une diminution de la teneur en chlorophylle (a+b) jusqu'au (19,82 µg.g-1MF).

IV-1-3-2 analyses statistiques :

- **One-way ANOVA : chlorophylle (a+b) versus Traitement pour la variété Djadida :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	138	28	0,24	0,939
Error	12	1404	117		
Total	17	1542			

- **One-way ANOVA : chlorophylle a+b versus Traitement pour la variété Bolo :**

Source	DF	SS	MS	F	P
TR	5	3167	633	1,95	0,159
Error	12	3898	325		
Total	17	7064			

L'analyse de la variance de sécurité 5% montre que les concentrations de NaCl (50, 75, 100, 150,200 mM) ont un effet non significative sur la teneur en chlorophylle a+b pour les deux variétés ($p>0,05$).

General Linear Model : chlorophylle a+b versus variété ; Traitement :

Analysis of Variance for chloab v2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
var	1	514,8	514,8	514,8	2,33	0,140
TR	5	1484,6	1484,6	296,9	1,34	0,280
var *TR	5	1820,3	1820,3	364,1	1,65	0,186
Error	24	5301,8	5301,8	220,9		
Total	35	9121,5				

Observation inhabituelles pour la chlorophylle (a+b) :

Le traitement statistique ANOVA à deux critères de classification indique :

- ✚ une différence non significative entre les deux variétés $p>0,05$.
- ✚ Un effet non significatif pour l'interaction variété et traitement $P>0,05$.

Discussion :

Notre étude apporte des informations pour comprendre le comportement de deux variétés de l'haricot (Djadida et Bolo) soumises à des différentes concentrations de chlorure de sodium (NaCl). Pendant la période d'expérience le comportement physiologique et morphologique des deux variétés a été élucidé lors de la germination et la croissance.

Les résultats du taux de germination des graines (finale, quotidien, cinétique), exprimé en pourcentage du nombre total de graines germées ont révélé un effet significatif de la salinité, une augmentation de la concentration en sel s'accompagnant d'une diminution du nombre de graines germées pour les deux variétés, Le taux final est le paramètre le moins affecté par la salinité par rapport à la cinétique et au taux de germination quotidien.

Bassou en 2019 a montré que l'augmentation de la salinité a un effet négatif sur la germination du haricot (Djadida, Tema, style). En effet, la salinité affecte la germination, la présence de sel diminue le potentiel osmotique ce qui peut retarder l'absorption de l'eau et la mobilisation des éléments nutritifs nécessaires à la germination.

D'autres auteurs ont signalé que l'effet du sel sur la germination des graines varie en fonction de l'intensité du stress et la variété des plantes et cela, soit en diminuant la quantité d'eau et la vitesse de son absorption par la graine, soit par l'accroissement de la pression osmotique de l'eau d'imbibition qui est trop élevée pour permettre la germination (KATEMBE et *al.*, 1998).

Nos résultats ont montré que les doses ou les concentrations élevées de salinité (NaCl) affectent la physiologie de la plante particulièrement à la longueur des racines, des tiges et la surface foliaire des plantes stressées mais d'une manière un peu faible. Une telle situation pourrait s'expliquer par le fait que de stress salin affecte considérablement la croissance de système racinaire (AZEVEDO et *al.*, 2004) par l'augmentation de la longueur des racines. Ainsi l'alimentation des plantes en eau devient de plus en plus difficile et se répercute par une diminution de la turgescence des tissus. Cet effet dépressif et critique et plus marqué chez les plantes irriguées par une solution saline de l'ordre de 200 mM de NaCl.

Les résultats de (BENNABI, 2017) sur même variété ont montré une corrélation élevée et négative entre les paramètres morphologiques retenus et les concentrations de NaCl du substrat et que toute augmentation de la salinité engendre une réduction de la croissance (longueur de la tige, nombre des feuilles et nombre de ramifications) de *Phaseolus vulgaris* L. et que le stress salin exerce chez la variété (Djadida) un effet dépressif sur tous les paramètres

morphologiques. Le degré de sensibilité ou de tolérance dépend de la variété et de l'intensité du stress.

Les résultats obtenus montrent que l'effet de NaCl pendant l'expérience n'était pas claire ou la surface augmente et diminue presque aléatoirement pour les deux variétés et en remarquant que la variété Djadida a un pourcentage maximale de surface foliaire plus grand (50%) que celle de Bolo (25%).

Les résultats statistiques de l'étude de KOUADRIA en 2019, mettent en évidence un effet significatif de la salinité sur la surface foliaire, de même pour le facteur «variété» et pour l'interaction génotype*salinité. Il a trouvé que la surface foliaire montre des corrélations significatives et positives avec les paramètres racinaires tels que la longueur, ce qui confirme le rôle régulateur des racines par l'émission de substances chimiques dont l'ABA qui joue un rôle d'inhibiteur de la surface foliaire et de la transpiration

L'analyse des données du poids frais et sec racinaire a montré que l'effet du traitement salin sur ce paramètre a enregistré une réduction significative chez la variété Bolo.

L'étude de Levy et Shalhet (1990) a montré que les valeurs de poids frais et le poids sec de la biomasse végétale de *Phaseolus vulgaris* L. présentent des fluctuations importantes à travers les différents régimes salins testés. Il a noté que la réduction de la croissance sous l'effet du stress salin peut avoir lieu sans signes.

La baisse de la production de la masse sèche est une réponse classique à la contrainte saline (Gautheret, 1981 et Pessaraki., 1991).

Dans notre étude et par rapport aux résultats que nous avons trouvés dans les figures 22,23 et 24, une augmentation de la salinité n'a pas entraîné une diminution significative de la teneur en chlorophylle a, b et chlorophylle totale. Et les valeurs des deux variétés été presque les même à l'exception que les valeurs de Bolo est élever par rapport à Djadida à la présence des différentes concentrations de NaCl. Par contre l'étude de (LAREDJ, 2020) indiquent que la teneur en chlorophylle est significativement diminuée chez les deux cultivars Djadida et sidi fredj en présences des traitements de NaCl , Le cultivar Djadida affiche une réduction de 27 % en Chlorophylle au 50 mM de NaCl et une réduction de 89 % en Chlorophylle totale à la concentration de 200 mM de NaCl.

Conclusion

Conclusion

Conclusion :

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

Le comportement de deux variétés du haricot (*Phaseolu vulgaris* L.) (Djadida et Bolo) vis-à-vis du stress salin a fait l'objet de deux expérimentations dans notre étude. Le premier test a été réalisé au laboratoire et impliquait l'effet de la salinité sur la germination ; la seconde expérimentation a été mise en place dans la serre de la faculté de SNVSTU pour étudier l'effet de cette contrainte sur certains paramètres morphologiques et physiologiques, Cinq concentrations de NaCl ont été utilisées (0mM, 50 mM, 75mM, 100 mM, 150mM et 200 mM).

D'après les résultats de notre travail nous avons constaté que la précocité de la germination de la variété Bolo est remarquée chez le témoin (0Mm) et une diminution proportionnelle de la précocité de germination avec l'augmentation des concentrations de sel à partir du traitement 50 mM jusqu'à 200 mM.

La variété Djadida est moyennement tolérante au stress fortement salin et sensible au stress très fortement salin (200 mM). Par contre l'analyse statistique a montré que la différence est non significative entre les concentrations chez les deux variétés et entre les variétés.

Les résultats de la longueur des racines sont plus élevés chez la variété Djadida c'est-à-dire elle résiste au stress salin mieux que la variété Bolo, ce résultats est justifié par les analyses statistiques significatives entre les deux variétés (AV2).

Pour le paramètre longueur des tiges, les résultats obtenus ont montré une différence non significative pour les deux variétés (Djadida et Bolo).

En ce qui concerne la surface foliaire, les résultats ont montré que la variété Bolo répond face à la salinité mieux que Djadida.

Pour le poids frais et sec est selon les analyses statistiques les effets sont significatives entre les deux variétés.

Le stress salin a exercé un effet sur la chlorophylle, nos résultats ont montré que Djadida a montré des valeurs plus faibles par rapport à Polo.

En conclusion, on peut dire que ces résultats ne peuvent être considérés que comme préliminaires et n'infèrent en aucun cas sur le niveau de tolérance à la salinité des variétés

Conclusion

étudiées, par contre et par rapport à notre résultat, on peut dire que les deux milieux salin 150 et 200 mM sont des milieux favorables pour la croissance de la variété Djadida.

Enfin pour obtenir des études avec des résultats plus fiables il faut :

- ❖ améliorer les conditions au niveau de la serre de l'Université.
- ❖ utiliser une solution nutritive pendant la croissance des plantes.
- ❖ Etudier d'autres paramètres de résistance comme la teneur en proline et les sucres totaux.

Référence bibliographique :

- 1) **ALEMA.CH, LABHILILI.M, BRAHMI.K, JLIBENE.M, NASRALLAH.N ET FILALI-MALTOUFF.A., (2002).** Adaptations hydrique et photosynthétique du blé dur et du blé tendre au stress salin. Académie des sciences. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. C. R. Biologies 325. P 1097–1109.
- 2) **AMOURI.A.A, FYAD LAMECHE.F.Z., (2012).** Analyse comparative de la tolérance à la salinité du gamétophyte mâle et du sporophyte chez *Medicago* au stade germination. *Acta Botanica Malacitana* .37. P 93-102.
- 3) **ANDRIAMALALA.N., (2002).** Amélioration variétale du haricot type lingot blanc en vue d'une future exportation. Mémoire de fin d'étude CAPEN-ENS. 80p.
- 4) **ANDRIAMAMONJY.N., (2000).** Valeur nutritionnelle de graines sèches de sept variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) et de deux variétés d'Amérique (*Vigna umbellata*). Mémoire de D.E.A : Biochimie. Antananarivo : Université d'Antananarivo. 76p.
- 5) **AZEVEDO.H, VÍTOR. A.S, RUI M.T.,(2009).** Effect of salt on ROS homeostasis, lipid peroxidation and antioxidant mechanisms in *Pinus pinaster* suspension cells. *Ann. For. Sci.* 66. 211. Departamento de Biologia, Universidade do Minho. Campus de Gualtar. P 4710-057.
- 6) **BASSOU.S., (2019).** Effet du stress salin sur la germination de trois variétés d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Mémoire de master. Université Mohamed Khider de Biskra. 53p.
- 7) **BELL.A., (1994).** Plantes à fleurs : la morphologie descriptive et dynamique des plantes à fleurs. Edit. Masson. Paris. 340p.
- 8) **BEN FRIHA.F., (2008).** Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Mémoire de doctorat en biologie. L'Université de Toulouse III. 255p.
- 9) **BENIDIRE.L, DAOUL.K, FATEMI Z.A, ACHOUAK.W, BOUARAB.L ET OUFDOU.K., (2014).** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L. *J. Mater. Environ.* P 840-851.
- 10) **BENNABI.F., (2017).** Les marqueurs biochimiques de la résistance à la salinité chez *Phaseolus vulgaris* L. Thèse de doctorat. Université d'Oran. Faculté de science de la nature et de la vie. Département de biologie. 143p.

Références bibliographique

- 11) **BOUALLA.N, BENZIANE.A, ET DERRICH.Z., (2012).** Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'leta, Oran Algérie Journal of applied biosciences. 35 : 3787-3796. ISSN. P 1997-5902.
- 12) **BOUBEKEUR.M.A.A.** Contribution à l'étude des comportements morpho-physiologique de l'haricot *Phaseolus vulgaris L.* sous contraintes hydrique et salin.Univercite d'Oron ES SENIA. Ecophysologie végétale. 92p.
- 13) **BOUDA.S, HADDIOULA., (2011).** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex. Nature et Technologie 5.P 72-79.
- 14) **BOUSSAHA.S., (2021).** L'effet de stress salin sur la germination de deux
- 15) **BRAHIMI .Z., (2017).** Effet de la salinite sur la germination du niébé. Mémoire de maaster. Université m'hamed bougara boumerde. 83p.
- 16) **Brahimi.R., (2017).** Effet de la salinite sur la germination du niebevignaunguiculatasubspunguiculata (l.) Walp. P 6-19-20-21-25.
- 17) **BRAY.E.A, BAILEY-SERRES.J ET WERETILNYK.E., (2000).** Responses to abiotic stress. In Buchanan B., Gruissem W., Jones R (Eds.). Biochemistry and molecular biology of plants The American Society of Plant Physiologists. p1158-1203.
- 18) **CARRETERO.I, DOUSSINAGEU.C ET FERNANDEZ.E.D., (2003).** Technicien en agriculture .éditioncultural, S.A. Tome 1. madrid Espagne.313p.
- 19) **CIAT., (1987).** Etape du développement de la plante de haricot commun. Contenu scientifique : Fernando-Fernandez. Paul Gepts. Marceliano Lopez. Production : Oscar Arregocés. Luz mario medina – Cali. Colombie – CIAT. 32p.
- 20) **DAGBA.L.E., (1988).** Les conditions du milieu et la morphologie de la plante en fin de croissance chez le haricot, *Phaseolus vulgaris L.* Rev. Cytol. Biol. vegét. -Bot. 11.P 227-258.
- 21) **DENDEN.M, BETTAIEB.T, ALEF SALHI ET MATHLOUTHI.M., (2005).** Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne.La teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales TROPICULTURA. 23. 4. P 220-225.
- 22) **DJOUADI. H, HALLALIB.R., (2018).** Contribution à l'étude de l'Effets de la salinité sur le comportement écophysologie et biochimique de quelques variétés de l'espèce d'haricote (*Phaseolus vulgaris L.*). Mémoire de Master. Université Djilali Bounaamade Khemis Miliana. Biologie et Ecologie. Protection des écosystèmes. 57p.
- 23) **DORÉ.C ET VAROQUAUX.F., (2006).** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editions Quae. 840p.

Références bibliographique

- 24) **DUPONT.F ET GUIGNARD.J., (1989)**. Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson. Collection : Abrégés pharma. Paris. 510p.
- 25) **EILERS.R.G, EILERS.W.D Et LELYK.A., (1995)**. Salinité des sols. Sécheresse ed john libbey eurentext. Canada . P 23-33.
- 26) **FAGHIRE.M., (2012)**. Rôle des microorganismes symbiotiques (cas de rhizobia) dans l'amélioration de la production agricole de *Phaseolus vulgaris* sous stress salin. Mémoire de doctora en Agro-physiologie et Microbiologie des symbioses. Département Biotechnologie et Bio-ingénierie de la Production Végétale. L'Université de Marrakech Maroc. 111p.
- 27) **FRANCO.E, HORTON.F ET TARDIEU., (1979)**. Produccion y utilizacion de la papa en el valle del Mantaro. Perù. Resultados de una encuesta agro-economica de visita única. Documents de Trabajo.1. 121p
- 28) **GAUTHERET. R., (1981)**. Effet du chlorure de sodium sur la croissance et l'alimentation minérale de *citrus aurentium* L. (bigaradier) et de l'hybride *Poncirus trifoliata* *citru sinensis* C.R.Acad.Se .Paris .292p .
- 29) **GEPTS.P., (1990)**. Biochemical evidence bearing on the domestication of *Phaseolus* (Fabaceae) beans. *Economic botany*. 44(3).P 28-38.
- 30) **GEPTS.P., (1990)**. Biochimical evidence bearing on the domestication of *Phaseolus* (Fabaceae) bean. *Economy Botanical*. 44 : P 28-38.
- 31) **GORDON.M., (2014)**. Haricots sec ; situation. *Prospectives et agroalimentaire*. Canada. P 1-7.
- 32) **GOUST.J et SEIGNOBOS.F., (1998)**. Le haricot. Edit. Arles : Actes Sud, Paris. 92p.
- 33) **GRAHAM.P.H, ROSAS.J.C., (1979)**. Phosphorus fertilization and symbiotic nitrogen fixation in common bean. *Agronomy*. 1. (71): 925 - 926.
- 34) **GREGORY.B., (2005)**. Écophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et sodique. Thèse Doctorat (Ph.D.) en sciences forestières. Université Lava Canada de foresterie etgéomatique. 209p.
- 35) **HABALLAH.R, TIMILALIS., (2018)**. Rôle des *Pseudomonas* rhézosphériques dans l'allègement de l'effet du stress salin sur la fève. Mémoire master académique .Université Ahmed Draïa Adrar. 71p.
- 36) **HAMDOUD.N., (2012)**. Effet du stress salin sur la croissance et la physiologie de la féverole (*Vicia faba* L.).Mémoire de magister .Ecole nationale supérieure harrach alger. 59p.

Références bibliographique

- 37) **HANANA.M, HAMROUN.L, CAGNAC.O ET BLUMWALD.E., (2011).** Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes. Dossiers environ. 19.P 121–140.
- 38) **HOPKINS.W.G., (2003).** Physiologie végétal. Traduction de la 2ème édition américaine par SERGE R ED .De Boeck. 514p.
- 39) **HUBERT.P., (1978).** Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar Antananarivo. Bdpa. 357p.
- 40) **HUIGNARD.J, GLITHO.I.A, MONGE.J.P, REGNAULT.R.C., (2011).**Insectes ravageurs des graines de légumineuses. France. Quæ. Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. 154p.
- 41) **IBN MAAOUIA-HOUMLI. M, DENDEN, BOUTHAINA DRIDI MOUHANDES et BEN MANSOUR-GUEDDES,S., (2011) .**Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annum* L.) sous stress salin. TROPICULTURA. 29. 2.P 75-81.
- 42) **KADRI.K, MAALAM.S, CHEIKH1M.H, BENABDALLAH.A, RAHMOUNE.C ET BEN NACEUR.M., (2009).** Effet du stress salin sur la germination. la croissance et la production en grains de quelques accessions tunisienne d'orge (*Hordeum vulgar* L.). Sciences& Technologie C– N°29.P72-79.
- 43) **KAPLAN.L., (1981).**What is the origin of the common bean? Economy Botanical.19: P 358- 368.
- 44) **KATEMBE.W.J, UNGARIA ET MITCHELL.J.P., (1998).** Effect of Salinity on germination and seedling growth of two a triplex species Chenopodiaceae. Ann Bot .82:165p.
- 45) **KHELOUFLA.R., (2019).** Contribution à l'étude des effets de la sécheresse et du stress salin sur l'écophysiologie des espèces d'Acacia en Algérie. Thèse de doctorat. Département Ecologie et Environnement. universite de batna 2. P 136.
- 46) **KOLEV.N., (1976).** les cultures maraichères en Algérie. Tome 1. Algérie : Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire. 207p.
- 47) **LAREDJ ZAZOU.R., (2020).** evaluation du comportement physiologiques, etpotentialites biochimiques et phytochimiques adaptatives du (*phaseolus vulgaris.l*) soumise au stress salin : cas des cultivars sidi ferredj et djadida. Thèse de doctorat . Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes. P 178.

Références bibliographique

- 48) **LECOMTE.B., (1997).** Etude du développement embryonnaire in vitro dans le genre *Phaseolus* L. thèse doctorat. Science agronomie. Gembloux. Belgique. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. 186p.
- 49) **LEVY.Y, SHALHEVT.J., (1990).** Ranking the tolerance of citrus rootstocks by juice analysis *Sci Hortc.* 45. P 89-98.
- 50) **LEWIS.H. ZISKA, JEFFREY.R, SEEMANN, THEODORE. M ET DEJONG., (1990).** Salinity Induced Limitations on Photosynthesis in *Prunus salicina*, a Deciduous Tree Species. *Plant Physiol.*93. P 864-870.
- 51) **MBENGUE.M., (2010).** Perception et transduction du signal bactérien facteur Nod dans l'établissement de la symbiose *Rhizobium-Légumineuse* : recherche et caractérisation de partenaires du LysM-RLK LYK3. Un récepteur putatif des facteurs Nod chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat en Biosciences Végétales. Université de Toulouse. 207p.
- 52) **MERRIEN.A, GRANDIN L., (1990).** Comportement hydrique du tournesol : Synthèse des essais « irrigation » 1983-88. In *Le tourney sol et l'eau* (Edt. R. Blanchet et A. Merrien). Cetiom Pub. Paris. P 75-90.
- 53) **MISSIHOUN.A, MILOGNON.W, MONTCHO.D, AGBO1.I, SEDAHI.P ET AGBANGLA1.C., (2017).** Diversité variétale et gestion paysanne des haricots cultivés du genre *Phaseolus* cultivés au Centre et au Sud Bénin (en Afrique de l'Ouest). 13. P 11817-11828.
- 54) **MONNET.Y, PIGEON.M ET THIBAUT.J., (1999).** Produits phytosanitaires autorisés à la vente : cultures légumières et fraisier. Edit. NRA. Paris.330 p.
- 55) **MOREL.E, LAURENT.E ET ETOURNEAU.C., (2021).** Le haricot porte-graine. Semences potagères. 8p.
- 56) **MUNNS.R, TESTER.M., (2008).** Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59. P 651–81.
- 57) **NABLF., (2009).** Effet de la salinité sur la germination, la croissance et les composantes du rendement du *Vigna unguiculata* L. (Walp.). Thèse de magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique D'El Harrach (Alger). 133p.
- 58) **NEUMANN.P, (1988).** Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant, Cell and Environment* 20. P 1193-1198.
- 59) **NYABYENDA.P., (2005).** Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. Ed. tec et Doc. Les Presses Agronomique de Gembloux. P 60-61.

Références bibliographique

- 60) **PAYEN.S, BASSET-MENS .C, NUÑEZ .M, FOLLAIN.S, GRÜNBERGER.O, MARLET.S, PERRET.S ET ROUX.P.H., (2016).** Salinisation impacts in life cycle assessment: a review of challenges and options towards their consistent integration. DOI 10.1007/s 11367-016-1040.
- 61) **PERON.J.Y., (2006).** Références productions légumières (2° Éd.). Edit. Librairie GERMER BAILLIERE et CIE.Paris. 650p.
- 62) **PESSARAKLIM ., (1991).** Formation of saline and sodic soils and their reclamation.J.Environ Sci.Health. A26 (7). P 1303-1320.
- 63) **PHILLIPS.R, RIX.M ET GOUTIER.J., (1994).** Légumes. Edit. La Maison Rustique. Paris. 269p.
- 64) **PREVOST.P., (1999).** Les bases de l'agriculture moderne (2ème Ed.). Edit. TEC et DOC. Paris. 254p.
- 65) **RADHOUANE., (2009)** La photosynthèse du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) en présence de contrainte hydrique et saline. Journal of Agriculture and Environment for International Development.103 (3).P185-200.
- 66) **RAKOTONIRINA.M., (2010).** Contribution à l'analyse des éléments minéraux dans les graines sèches de haricot DRK 64. Pois de bambaras menarangoitra. Niébé 37-58-25 et haricot grain de riz leg 84R. Mémoire de DEA en chimie minérale et chimie appliquée. Université d'Antananarivo.78p.
- 67) **RANDRIANJANAHARY.M. F., (2015).** Essai d'adaptation des variétés de haricot à haute valeur nutritionnelle sur les hautes terres centrale. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du certificat d'aptitude pédagogique. Antananarivo : Ecole Normale Supérieure. 50p.
- 68) **RHOADES.J.D, KANDIAH.A, MASHALI.A.M., (1992).** The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and drainage ISBN. 92-5-103237-8.P 48.
- 69) **TANDRA.G., (2015).** Impacts de l'inoculation du haricot vert nain avec des bactéries symbiotique fixatrices d'azote sue le fonctionnement microbien du sol de culture. Faculté des sciences. Biotechnologie microbiologie. Université d'Antananarivo. 81p.
- 70) **TANDRA.G.A., (2015).**Impacts de l'inoculation du haricot vert nain avec des bacteries symbiotiques fixatrices d'azote sur le fonctionnement microbien du sol de culture. Universite d'antananarivo. Memoire de master. Faculte des sciences. biotechnologie-microbiologie. 81p.
- 71) **THELLIER.M, RIPOLL.C ET NORRIS.V., (2013).** Memory processes in the control of plant growth and metabolism. Nova Acta Leopoldina NF 114(391). P 21–41.

Références bibliographique

- 72) **TIRILLY.Y, BOURGEOIS.C.M., (1999)**. Technologie des légumes. Edit. La Maison Rustique. Paris. 558p.
- 73) **URBAN.L, URBON.I., (2010)**. La production sous serre. Tome 2. L'irrigation fertilisante en culture hors sol. Eddition TEC et DOC. 213p.
- 74) variétés de la fève « *Vicia faba L.* ».université 8 mai 1945.
- 75) **ZISKA .L. H, Jeffrey R.S, and Theodore M.D., (1990)**. Salinity Induced Limitations on Photosynthesis in *Prunus salicina*, a Deciduous Tree Species. *Plant Physiol.* 93. P 864-870.

Références bibliographique

Liste des sites web :

- [1]https://www.graines-bocquet.fr/conseils/conseil/1081_tout-savoir-sur-le-haricot-origine-culture-varietes-bienfaits.html?page_type=post (le 20 mai 2022)
- [2]<https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/1322870> (le 20 mai 2022)
- [3]<https://magazine.hortus-focus.fr/blog/2021/01/19/le-cycle-de-vie-du-haricot/>(le 20 mai 2022)
- [4]<https://www.pinterest.com/pin/664069907538369896/> (le 20 mai 2022)
- [5]<https://www.cliniquedesplantes.fr/fiches/la-pourriture-grise-du-haricot> (le 20 mai 2022)
- [6]<https://www.syngenta.fr/> (le 20 mai 2022)
- [7]<http://ephytia.inra.fr/fr/C/25365/Vigi-Semences-Bean-common-mosaic-virus-Mosaïque-commune-du-haricot> (le 20 mai 2022)
- [8]<https://www.hemis.fr/image-photo/1802674/puceron-haricot-noir-adulte-aphis-fabae-ravageur-macro-shot-bade-wurtemberg-allemande-europe.html> (le 20 mai 2022)
- [9]<http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0tulane--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-help---00-0-1-00-0--4----0-0-11-10-0utfZz-8-00&c1=CL1.4&d=HASH017effd0ae3acd4ea49da90e.5.10&x=1> (le 20 mai 2022)
- [10]https://fr.wikipedia.org/wiki/Bruche_du_haricot (le 20 mai 2022)
- [11] <https://docplayer.fr/54841894-La-tolerance-a-la-salinite-du-pois-chiche-cicer-arietinum-1.html> (le 20 avril 2022).