

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et agroécologie
Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master
Académique
Filière science agronomique
Option : **Systeme de production agroécologie**

**IMPACT D'UNE EAU SALINE SUR LE COMPORTEMENT DU HARICOT
(*Phaseolus vulgaris L.*) VARIÉTÉ EL DJADIDA**

Présenté par :

LETTRECHE Manel

Mme MOUAS A	MCA	USD. Blida 1	Présidente
Mme BENZAHRA S.	MCA	USD. BLIDA 1	Promotrice
Mme CHELOUFI R.	MCB	USD. BLIDA 1	Examinatrice

Année Universitaire 2022/2023

Remerciement

Le premier remerciement est à **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné l'envie et le courage, La force et la santé pour accomplir ce travail .

Ce travail a été réalisé au laboratoire de biotechnologie végétale et amélioration de l'université de Saad Dahleb Blida 1 sous la direction du Madame BENZAHRA S. Que je remercie **amplement, et lui exprime ma profonde gratitude** .

A travers ce mémoire du master, je **tiens** à exprimer **ma** profonde gratitude à l'encadreur, Madame BENZAHRA S, d'avoir accepté de diriger ce mémoire, ainsi que pour ses efforts fournis, pour ses conseils judicieux prodigués et pour sa patience.

Mes remerciements les plus sincères sont adressés aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'examiner et d'évaluer mon travail , Madame MOUAS et Madame CHELOUFI . Je les en remercie profondément.

Je remercie tous mes enseignants pour l'enseignement qu'ils m' ont donné durant mon cycle universitaire.

Dédicaces

Je dédie mon travail à toutes les personnes proches de mon cœur

A mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de mes études et qui se sont sacrifiés énormément pour me voir réussir et arriver à ce stade

A mon chère mari de m'avoir donné la force et le courage pour terminer mes études

A ma petite fille **SHAH**D mon bonheur et ma joie et toute ma vie

A ma sœur et mes frères

A ma deuxième famille, la famille de mon mari, pour leur encouragement et leur soutien moral.

A tous mes professeurs à qui je témoigne leur soutiens, leur générosité aux qui je dois un profond respect et ma loyale considération .

Résumé

La salinité présente une menace sérieuse pour l'agriculture surtout dans les zones irriguées ou elle occasionne d'énormes dégâts aussi bien pour le sol que pour les cultures. Parmi ces cultures, le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) qui présente 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 variétés de haricot (Djadida),

Dans notre travail, nous avons étudié le comportement des plantes du haricot, vis-à-vis d'un stress salin. A cet effet, nous avons soumis les plantes à différentes concentrations : **0 g/l, 2g/l, 4g/l, 6g/l** . Les paramètres relatifs à la croissance et au développement ont été déterminés et analysés .

Le stress salin inhibe le développement des plantes. Cet effet apparaît clairement lors de l'utilisation d'une concentration saline qui s'élève à 6g/l . D'une manière générale, les feuilles sont les plus affectées par la salinité au NaCl .

Mots-clés : *Phaseolus vulgaris* L. , salinité, NaCl .

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 behaviour of bean varieties (Djadida),

In our work, we studied the behaviour of bean plants, vis-à-vis a saline stress. For this purpose, we subjected the plants to different concentrations: 0 g/l, 2g/l, 4g/l, 6g/l. Growth and development parameters were determined and analyzed.

Salt stress inhibits the development of plants, this effect appears clearly when using a salt concentration which amounts to 6g/l. In general, the leaves are the most affected by NaCl salinity.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., salinity, NaCl.

ملخص

تشكل الملوحة تهديدًا خطيرًا للزراعة ، خاصة في المناطق المروية حيث تسبب أضرارًا جسيمة للتربة والمحاصيل. من الذي له فائدة اقتصادية وغذائية كبيرة نظرًا لغناه بالبروتين (Phaseolus vulgaris sl.) بين هذه المحاصيل ، الفول النباتي. يهدف العمل الحالي إلى دراسة تأثير الإجهاد الملحي في مرحلة الإنبات والنمو على السلوك الفسيولوجي والكيميائي ، (الحيوي لأصناف الفول) الجديدة

في عملنا ، درسنا سلوك نباتات الفاصوليا ، مقابل إجهاد ملحي. لهذا الغرض ، أخضعنا النباتات لتركيزات مختلفة: 0 جم / لتر ، 2 جم / لتر ، 4 جم / لتر ، 6 جم / لتر. تم تحديد معايير النمو والتنمية وتحليلها

يثبط إجهاد الملح نمو النباتات ، ويظهر هذا التأثير بوضوح عند استخدام تركيز الملح الذي يبلغ 6 جم / لتر. بشكل عام ، الأوراق هي الأكثر تأثرًا بملوحة كلوريد الصوديوم

NaCl ، الملوحة ، Phaseolus vulgaris L.: الكلمات المفتاحية

Table des matières

Introduction	10
---------------------------	----

Chapitre 1 : La Salinité	13
1. 12	
2. Erreur ! Signet non défini.	
3. Erreur ! Signet non défini.	
4. Erreur ! Signet non défini.	
5. 14	
? 14	
? 15	
6. 15	
7. Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
8. Le référentiel pédologique.....	18
9. Soil Taxonomie (U S D A).....	18
10. Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
11. 19	
12. Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
? Erreur ! Signet non défini.	
1. Erreur ! Signet non défini.	
2. Erreur ! Signet non défini.	
3. Erreur ! Signet non défini.	
4. 26	
Classification du Haricot	28
5. Erreur ! Signet non défini.	
6. Erreur ! Signet non défini.	
7. Erreur ! Signet non défini.	
9. Erreur ! Signet non défini.	
10. Erreur ! Signet non défini.	
11. Erreur ! Signet non défini.	

12. Erreur ! Signet non défini.

13. Erreur ! Signet non défini.

o Erreur ! Signet non défini.

o Erreur ! Signet non défini.

o Erreur ! Signet non défini.

15. Moyennes de luttés Erreur ! Signet non défini.

33

4. 33

1. Impact sur le poids frais des tiges (g) 40

Les références bibliographiques 50

Liste des abréviations

USSL : United States Salinity Laboratory

CPCS: commission de pédologie et de cartographie de sol

WRB: World Reference Base for Soil Resource

ESP : échangeable sodium pourcentage

SAR : Sodium Adsorption Ratio

CE : conductivité électrique

FAO : Food and Agriculture Organisation

Introduction

Introduction

La salinisation des sols présente deux origines, une naturelle et affecte 80 % des terres salinisées, dites salinisation primaire. La seconde est d'origine anthropique, due essentiellement à l'irrigation et appelée salinisation secondaire (IPTRID-FAO, 2006). Ce phénomène constitue une menace réelle pour la sécurité alimentaire mondiale. En effet, la salinisation affecte déjà 400 millions d'ha et menace gravement une surface équivalente (Legros, 2009). Les zones les plus menacées sont celles à climat aride à semi-aride. D'après la FAO (2002), la salinisation des sols, due à l'irrigation, réduit la surface des terres irriguées de 1 à 2 % par an. Les terres semi-arides et arides sont les plus touchées (presque un quart d'entre elles). Afin d'assurer de meilleurs rendements, l'irrigation est une pratique en pleine extension: environ 8,1 millions d'hectares étaient irrigués en 1800, 41 millions en 1900, 105 millions en 1950 et plus de 222 millions d'hectares aujourd'hui. Cette pratique permet d'assurer 40 % de la production vivrière mondiale. Toutefois, elle n'est pas sans risques, en effet, 21 % des terres irriguées souffrent d'engorgement, de salinité et/ou d'alcalinisation qui réduisent leurs rendements. Le processus de salinisation est dû à la mauvaise combinaison d'une forte évaporation et d'un apport inadapté d'eau d'irrigation en relation avec son contenu en sels dissous. Plus l'aridité est forte, plus l'irrigation est incontournable à la culture, et plus son usage est risqué (Ruellan et coll. 2008). La Tunisie et le Maroc, exemple de pays de climat aride à semi-aride, sont menacés par la salinisation des sols. Plus que 8 % de la superficie de la Tunisie et 5 % du Maroc sont déjà affectés par la salinisation à différents degrés (Antipolis, 2003). La salinisation des sols est caractérisée par son évolution à la fois dans le temps et dans l'espace. Vu son ampleur, le recours aux méthodes traditionnelles (analyse au laboratoire, terrain) pour son suivi s'avère insuffisant et inadapté à la vitesse d'évolution de ce phénomène. Ceci amène à explorer des méthodes d'investigations plus rapides et assez fiables. La télédétection spatiale est d'une importance primordiale pour la cartographie et la surveillance des problèmes environnementaux. Les techniques radars et optiques ont montré leur capacité à fournir des informations globales et permanentes de la Planète et en particulier dans le suivi et la caractérisation de la surface du sol. Néanmoins, les produits de la télédétection optique restent difficilement exploitables en présence de la couverture nuageuse et dépendent de rayonnement solaire. Les capteurs radar (Radio Detection And Ranging) sont des outils fiables et assurent la cartographie et la surveillance de la surface du sol quelles que soient les conditions météorologiques (nuages, pluie...) et temporelles (jour-nuit) (Zribi, 1998 ; maitre, 2001 ; Holah, 2005). Parmi les capteurs radars actifs figure le Radar à Ouverture de Synthèse (RSO) qui a permis d'ouvrir de nouvelles perspectives pour l'observation de la terre grâce à une large amélioration de la résolution spatiale (Maitre, 2001 ; Holah, 2005). Pour un sol agricole, le signal radar est dépendant principalement des paramètres de la surface exemple la salinité du sol couplé à l'humidité (la présence de sel en solution) influe sur les propriétés diélectriques des sols et par conséquent sur le signal radar. De nombreuses études ont été déjà réalisées sur le potentiel de la télédétection radar à

estimer l'humidité et la rugosité du sol (Ulaby, 1984 ; Fung et al, 1992 ; Holah, 2005 ; Demontoux, 2007 ; Zribi 2008 ; chahbi, 2010 Paloscia, 2010). Pour la salinité, les études sont moins abondantes, mais on peut citer celles de (Metternicht, 1998; Aly et coll., 2004; Grissa et coll., 2011). Le projet vise à explorer la capacité du radar satellitaire à détecter la variation spatiotemporelle de la conductivité électrique, seul indicateur quantifiable de la salinité du sol, et ce dans deux contextes différents. Le choix des terrains a porté sur un périmètre irrigué, à salinisation secondaire, situé dans la plaine de Tadla au Maroc. En Tunisie, on s'est intéressé à la région de Mahdia caractérisée par une salinisation primaire. Dans une partie de ce travail, on a fait appel à la technique de l'interférométrie radar, comme étant une technique de détection de changement des états de surface du sol, afin d'assurer le suivi de la salinisation des sols. L'objectif de cette partie est de développer un modèle empirique qui s'affranchit des caractéristiques d'acquisition des images (angle d'incidence, polarisation...) pour l'estimation de la salinité des sols à partir de la cohérence interférométrique. Dans l'autre partie du travail, c'est la technique de la polarimétrie radar RSO qui est utilisée pour la caractérisation de la salinité des sols, tout en exploitant les données polarimétriques multipolarités et multiangulaires. L'objectif de cette partie est l'utilisation des données polarimétriques de RADARSAT-2 pour la caractérisation de la salinité des sols dans la plaine du Tadla (Maroc central) et la région de Mahdia (Tunisie centrale). Cette évaluation est basée sur la comparaison des données polarimétriques aux cartes de salinité élaborées à l'aide de la spatialisation des données terrain. Des prélèvements de sols et des mesures de conductivité électrique sont effectués parallèlement à l'acquisition des images radars, ce qui a permis d'évaluer l'apport des paramètres polarimétriques dans l'estimation et la cartographie de salinité des sols.

Chapitre 01

Chapitre 1 : La Salinité

1. Généralité

La salinité est un phénomène mondiale qui affecte 1 milliard d'hectares, soit 7% de la surface terrestre (GHASSIMI F; JAKEMANAJ; NIXHA, 1995). L'accumulation de sels dans les horizons sols peut engendrer une dégradation des caractéristiques physiques des sols (DURAND, 1983). Cette dégradation du sol affecte ainsi leur fertilité d'où leur réserve en matières organiques

et minérales appauvries (FROSSARD, 1996 in RAHMOUNE et al., 2004). La salinisation des sols et de l'eau, est l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale (AL-KARAKI, 2000 ; BAATOUR et al., 2004), et le rendement agricole (ZID et GRIGNON, 1991 ; ZHU., 2001). La salinisation enregistrée dans les écosystèmes arides et semi arides résulte des fortes évaporations d'eau à partir du sol (MUNNS et al, 2006) et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie (MEZNI et al, 2002). Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols, varient autour de 20 millions d'ha dans le monde.

2. Généralités sur la salinité

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols et des eaux comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en (Na^+), (Ca^{++}), (Mg^{++}) sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (Asloum, 1990). Ce type de stress est essentiellement dû au NaCl en conditions naturelles (Sun et Zheng, 1994). Il caractérise les zones arides et semi arides, surtout là où l'irrigation est pratiquée (Ashraf, 1994). La salinité déclencherait un stress environnemental très significatif chez les plantes cultivées, qui constitue un obstacle majeur pour la productivité agricole. (Asloum, 1990).

3. Définition de sols salés (sols halomorphes)

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaporites), hydrogéologique (eaux souterraines) ou hydrologique (eaux marines). (Girard et al., 2005). Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure. On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5g/l (Robert, 1996). Selon Calvet (2003), un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4ds/m. Génétiquement, les sols sont constitués par deux unités très différentes, les salisols, dans lesquels les sels sont formés de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme de sels solubles simples ou complexes. Les sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants (Bouteyre et Loyer, 1992).

4. Définition de la salinité

La salinité est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (BAIZ, 2000 et MAATOUGUI, 2001). C'est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (ALLAKHVERDIEV et al, 2000 in BOUZID, 2010). La salinité élevée des sols due essentiellement au chlorure de sodium affecte le tiers des terres irriguées à l'échelle mondiale et constitue un facteur limitant prépondérant de la production végétale dans les zones arides (HASEGAWA et al, 1986 in: NDEYE THIORO, 2000) .

5. La répartition géologique de la salinité

- **Dans le monde**

La salinité affecte de grandes surfaces et limite la productivité des végétaux. Dans plusieurs régions du monde, cette situation est aggravée par la raréfaction des réserves en eau douce (ABDELLY.C, 2004). Les sols salins sont très répandus à la surface du globe, leur salinité constitue l'un des principaux problèmes du développement agricole. Globalement les sols salés occupent une superficie de (950 millions d'hectares (ZID et GRIGNON, 1991 ; HASAN, 1995). Il a été estimé que 20% des 275 millions d'hectares des terres irriguées (FLOWERS et FLOWERS, 2005) et 15% (227 millions d'hectares) des terres cultivables sont affectées par la salinité (MUNNS, 2002). En Afrique du nord et au Moyen-Orient, elle couvre près de 15 millions d'hectares, dont 15% sont dépourvus de toute végétation (LE HOUEROU, 1986).

Quinze millions d'hectares de terres agricoles sont touchées par une salinité croissante des sols au Maghreb, au Moyen-Orient (BEN AHMED et al., 1996). Ainsi, en Tunisie, les sols salés couvrent environ 10% de la superficie globale du pays, soit à peu près 25% de la surface totale des sols cultivables (BEN AHMED et al., 2008). En Egypte, 35% des aires cultivées sont salinisées, 90% d'entre elles souffrent d'engorgement (MAINGUET, 2003). Les terrains salés sont fréquents dans les régions arides et semi arides dont sur la superficie totale des terres mondiale, la zone hyperaride couvrent 4,2%, la zone aride 14,6% et la zone semi-aride 12,2%. Ainsi, près d'un tiers des terres de monde est constitué des terres arides .au nord du Sahara, celle-ci occupe plus de 600000 Km² dont 34% en Algérie, 31% en Libye, 19% au Maroc, 11% en Tunisie et 5% en Egypte (LE HOUEROU, 1995 in MAALEM et RAHMOUNE, 2009).

- **En Algérie**

D'après SZABLOCS en 1994. 3,2 millions d'hectares subissent, à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient. Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, et Maghnia) dans les hautes plaines de l'est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, et Oum El Bouagui), aux abords des chotts et de Sebkhass (Chotts Chergui, Chott gharbi, Chott Hodna, Chott melghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazher Gharbi et Chergui, etc...) et dans le grand sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...). Les zones semi arides et arides couvrent près de 95% du territoire (BENKHELIF et al., 1999). Les sols salés sont très répandus dans les régions arides, représentant environ 25% de la surface (HALITIM., 1988) soit 3,2 millions d'hectares (HAMDY, 1999).

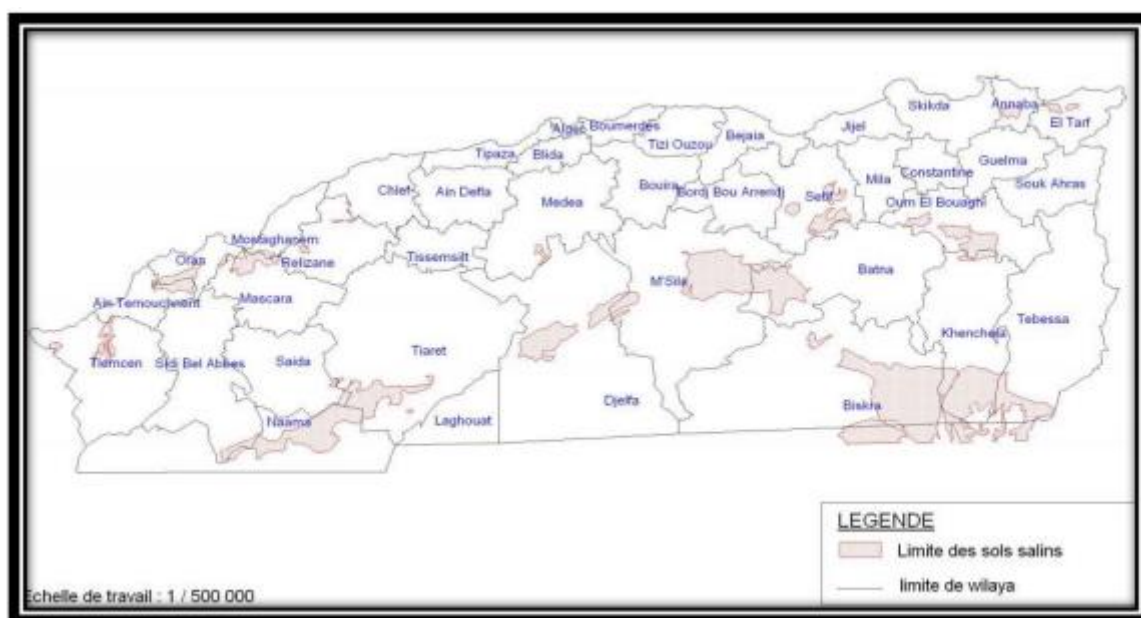


Figure 01: répartition des sols salins de Nord de l'Algérie.

6. L'origine de la salinité

La salinité des sols a des sources très variées. Elle résulte de l'altération des roches mères contenant des minéraux nécessaires à la formation des sels solubles (minéraux sodiques, potassiques, magnésiens, de produits de l'hydrothermalisme riches en soufre et en chlore), ou de la dissolution des évaporites (IRD, 2008). L'océan peut être une source principale de la salinité, notamment dans les zones côtières (Kloppmann et al., 2011) où le matériau de base

est constitué de dépôts marins anciens. Les eaux salées des nappes phréatiques ou artésiennes peuvent aboutir à la salinité par une remontée de la nappe (Ben Hassine, 2005). La salinité peut être provoquée en conditions anthropiques par l'irrigation par des eaux salées. Ce type de salinité du sol est la conséquence de la mauvaise combinaison d'une forte évaporation et d'un apport inadapté d'eau d'irrigation chargée en sels dissous (Boualla et al., 2012).

7. Classification des sols affectés par la salinité

La salinité du sol est décrite et caractérisée en termes de concentration et de type de sels solubles. Elle est reliée à la conductivité électrique du sol mesurée en decisiemens par mètre (dS.m-1). Selon USSL (1954), les sols affectés par les sels sont classés en fonction de la conductivité électrique de leur extrait de pâte saturée (CE dS.m-1) (tableau I), et du pourcentage de sodium échangeable (ESP en %) et de leur pH (tableau II).

Tableau 1. Classes de la salinité en fonction de la conductivité électrique

Classe de salinité	CE dS/m
Non salé	<2
Peu salé	2_4
Moyennement salé	4_8
salé	8_16
Très salé	>16

USSL (1954).

Tableau 2. Classes des sols affectés par les sels

Clases	CE (dS.m-1)	ESP (%)	ph
Non salin	<4	<15	<8.5
Salin	>4	<15	<8.5
Sodique	<4	>15	>8.5
Salin-sodique	>4	>15	>8.5

(USSL, 1954).

CE = conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée

PH = pH de l'extrait de pâte saturée

ESP = pourcentage de sodium échangeable

Cependant, les différents systèmes de classification des sols (CPCS, 1967 ; Soil Taxonomie, 2010 ; WRB, 2006 ; Référentiel Pédologique, 2008), n'accordent pas la même importance à la salinité des sols. Ainsi, selon le concept de base du système de la classification considérée et

l'importance accordée à la salinité dans le diagnostic des unités taxonomiques, les sols affectés par les sels se situent à des niveaux hiérarchiques différents.

❖ **La classification française CPCS**

La CPCS (1967) accorde une place de choix à la salinité et lui dédie une classe des sols à part entière qui se situe au sommet du niveau hiérarchique de cette classification. La CPCS (1967) a proposé de les dénommer sols « sodiques ». On peut y distinguer les sols sodiques à structure non dégradée, et (b) les sols sodiques à structure dégradée. Les sols sodiques inclus dans ce système de classification présentent un schéma d'évolution dominé soit par une richesse en sels solubles dont la CE de l'extrait de pâte saturée est supérieure à 7 mmhos/cm à 25°C dans l'ensemble du profil, soit par la présence de sodium échangeable (et/ou de magnésium) occupant plus de 10% de la CEC, avec l'apparition d'une structure massive, diffuse, et une compacité élevée.

❖ **La classification FAO**

La classification de la FAO (WRB, 2006) cite deux groupes de sol affectés par la salinité, le groupe des Solonchaks et celui des Solonetz.

- **Solonchaks** : Ce sont des sols ayant un horizon salic débutant dans les 50 premiers cm de la surface du sol et n'ayant pas d'horizon thionic dans la même profondeur.

- **Les Solonetz** : Ce sont d'autres sols ayant un horizon natric débutant dans les 100 premiers cm de la surface du sol. L'horizon natric est un horizon de subsurface dense dont la teneur en argile est plus élevée que celle de l'horizon sus-jacent, et l'horizon salic est un horizon de surface ou de subsurface contenant un enrichissement secondaire en sels solubles.

8. Le référentiel pédologique

D'après le référentiel pédologique (2008), les sols salés et les sols sodiques sont classés dans le Solum « Salisols et Sodisols ». Il est formé sous l'influence dominante de sels solubles et/ou du sodium. Il en existe deux horizons de références spécifiques, un horizon salique et un horizon sodique. Le premier horizon est caractérisé par la présence d'une certaine quantité de sels solubles dans la solution du sol ou précipités dans l'horizon lui-même ; le second horizon est caractérisé par la présence, sur le complexe d'échange ionique de l'horizon, d'une quantité de sodium relativement importante par rapport aux autres cations adsorbés.

9. Soil Taxonomy (U S D A)

Pour ce qui est de la Soil Taxonomy (2010), il ressort que les sols affectés par les sels n'ont pas une place à part au niveau des ordres. Cette classification qui est fondée sur les critères diagnostiques considère deux horizons diagnostiques pour caractériser la solidité et la salinité des sols, natric horizon et salic horizon. Le premier horizon est caractérisé par un pourcentage d'argile plus élevé que celui des horizons sus-jacents, une structure colonnaire, ESP égal ou supérieur à 15%, et un SAR qui est égal ou supérieur à 13. Le second est un horizon d'accumulation de sels solubles, d'une épaisseur de 15 cm ou plus, caractérisé par une CE de l'extrait de pâte saturée égale ou supérieure à 30 dS.m⁻¹, et le produit de la CE (dS.m⁻¹) par l'épaisseur (cm) est égal ou supérieur à 900. De ce fait, on retrouve les sols salés dans les différents niveaux de classification, comme par exemple au niveau des suborders (Salids), des grands groupes (Natrixeralfs, Natraquerts, Natrargids, Natrixerolls), ou des sousgroupes (Natric Haploxeralfs ; Natric Petrocalcids ; Sodic Xerarents ; Sodic Calcixercepts) .

10. Type de salinité

Bien que l'altération des roches et les minéraux primaires soit la principale source de tous les sels, les sols salés sont rarement formés par accumulation des sels. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène (MAILLARD,2001).

➤ Salinisation primaire

Près de 80% des terres salinisées ont une origine naturelle (édaphique), on qualifie alors la salinisation de (primaire). Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes:

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire (MERMOUD,2006). Ce type de sol est très fréquent dans les zones arides dû à une évapotranspiration potentielle qui dépasse largement la quantité d'eau arrivée au sol (ANTIPOLIS,2003)

➤ Salinisation secondaire

Près de 20% des terres salinisées ont une origine humaine ou anthropique : sont qualifiées de (secondaires) dû principalement à l'irrigation des terres avec une eau de mauvaise qualité (eau

saline).un lessivage insuffisant et un drainage défailant (ANONYME,2006et LE GOUPIL,1974)

11. Notion de la salinisation

C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol (IPTRID, 2006). Une salinisation trop importante accompagnée parfois d'une alcalinisation du complexe absorbant des sols (IRD, 2008). Ce sont là les types de dégradation les plus fréquentes et souvent liées à la désertification. Plus l'aridité est forte, plus l'irrigation est incontournable à la culture, et plus son usage est risqué.

La salinisation peut avoir une origine naturelle: faible précipitations, évaporation intense, existence d'une roche mère salée (Forster et al., 1990), elle représente 80% des terres salines et appelé salinisation primaire. Elle peut aussi provenir d'une eau d'irrigation saumâtre voire même de l'utilisation excessive d'engrais, et la remontée capillaire des eaux souterraines salines (orster et al., 1990).

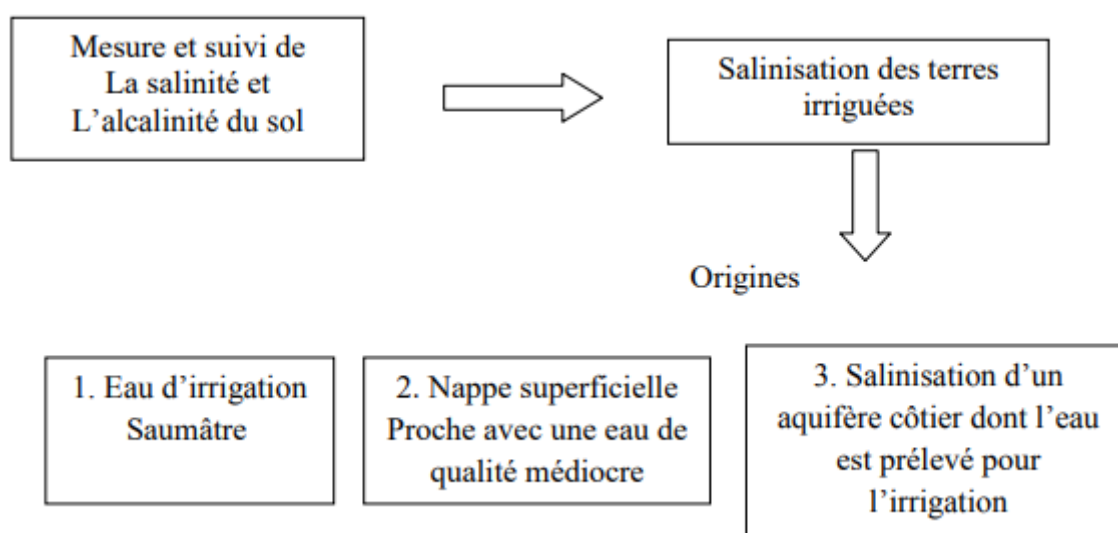


Figure 02: Origines de la salinisation (IPTRID, 2006)

12. Impacts de la salinité sur le sol et la plante

❖ Effet de la salinité sur les propriétés physiques des sols

Lorsque le sodium est présent en quantité importante sur le complexe d'échange, le sol devient instable et acquière une capacité de gonflement. Ce dernier entraîne une diminution de la porosité et la dispersion conduit au colmatage des pores par les particules colloïdales (Reguig et Larroussi., 2007). La formation de la croûte de battance entraîne une modification

de la structure du sol susceptible de se répercuter sur les écoulements des eaux et par la suite elle influence sur le métabolisme et le développement des végétaux. L'humectation rapide du sol provoque la compression de l'air dans les pores fermés et l'éclatement des agrégats et par conséquent l'érosion et l'imperméabilisation des surfaces (Mimoune., 1995). La perméabilité est liée à la texture, à l'état du complexe adsorbant et aussi au taux de matière organique et de calcaire (Durand, 1954 in Mimoune., 1995).

❖ *Effet de la salinité sur les propriétés chimiques des sols*

La salinité agit sur le complexe adsorbant par les cations échangeable (Na^+ et Mg^{++}) ce qui provoque le lessivage des bases, la destruction des ponts calciques et comme conséquence une forte vitesse d'infiltration des eaux. Le complexe adsorbant devient saturée en Na^+ et qui provoque la dispersion d'argiles (fraction fine) diminuant ainsi la porosité (aération) et emmagasinement de l'eau (figure 1)(Madjid N,Tair K,2012).

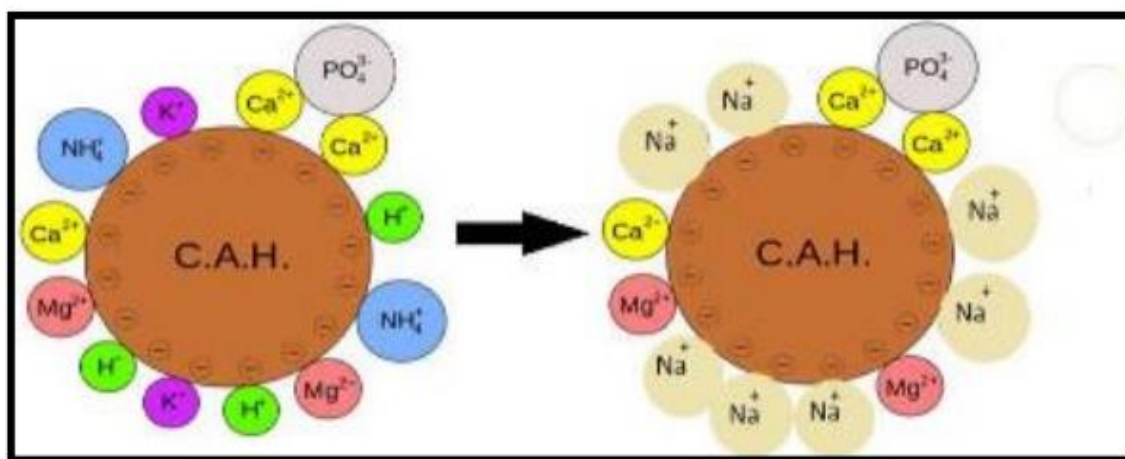


Figure 03. Effet de sodium sur le complexe adsorbant (Madjid N,Tair K.,2012).

❖ *Effet de la salinité sur les plantes*

La salinité provoque aussi un impact négatif sur les rendements des cultures et la production agricole dans les zones sèches et irriguées en raison de terres ayant des propriétés physicochimiques médiocres, de la mauvaise gestion de l'eau et de l'expansion de la frontière agricole dans les zones marginales. Dans des sols sévèrement touchés par la salinité, il se forme souvent une mince croûte de couleur blanchâtre (efflorescence saline) en surface. Comme conséquence de la salinité sur la plante, le mécanisme essentiel qui limite son développement est la pression osmotique ($PO = 0.036 * CE$) (Chesworth, 2008). Selon cette formule empirique, la pression osmotique augmente avec la concentration en sels et rend

l'absorption de l'eau par la plante plus difficile. La présence de ces sels et l'élévation de la pression osmotique de la solution du sol, ou une toxicité ionique spécifique, entraînent la formation de paysages particuliers, soit occupés par une végétation naturelle spécialisée dite halophyte, soit présentant une absence totale de végétation (exemples : chotts et sebkhas) (Loyer, 1991).

❖ Effet de la salinité sur l'environnement

Faouzi et Larabi (2001) ont montré que les remontées du niveau de la nappe au-delà d'un certain niveau, soit 2 m de profondeur par rapport à la surface du sol, engendre de nombreux problèmes d'ordre environnemental (l'accumulation de sels dans les sols), agricole (l'asphyxie de plantes), et sanitaire (l'accumulation de sels et de nitrates dans les eaux souterraines).

Chapitre 2

LE HARICOT

Chapitre 2 : LE HARICOT

1. Le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.)

Dans la famille des Papilionacées, le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) est le plus consommé dans le monde. Il dispose d'une haute qualité nutritionnelle. Les protéines provenant du haricot présentent une forte teneur en lysine qui est relativement déficiente dans le maïs, le manioc ou le riz. Le haricot est également moins riche en matière grasse et exempt de cholestérol et réduit ainsi les risques de maladies comme le cancer, le diabète, les maladies cardiaques. La consommation régulière de cette légumineuse est ainsi largement préconisée par l'OMS (Leterne et Muñoz, 2002). Selon les estimations de la FAO en 2006, la production mondiale de haricot était de 11 à 12 millions de tonnes (Beebe et al., 2013). En Afrique, la culture du haricot est très répandue mais la production est concentrée sur 10 pays (rassemblant 80 % de la production en Afrique). Le Kenya est le premier producteur de haricot en termes de superficie, suivi par l'Ouganda. Mais en termes de production, il est devancé par l'Ouganda. En Afrique de l'Est et du Sud, sa culture s'étend sur une superficie supérieure à 4 millions d'hectare (Beebe et al., 2014). Parmi ces 10 pays, Madagascar était le 10ème pays producteur de haricot en termes de superficie de 2000 à 2007 avec une superficie cultivée d'environ 82 096 ha (Katungi et al., 2009).

2. Origine et domestication des Haricots

La domestication du haricot commun serait intervenue dans deux centres distincts, d'une part en Amérique centrale (variété vulgaris) et d'autre part en Amérique du Sud dans la région andine (variété aborigènes). Les variétés méso-américaines se distinguent de celles des Andes, notamment par la taille des grains, plus gros chez ces dernières. La première introduction du haricot en Europe serait due à Christophe Colomb qui le découvrit à Nuevitas (Cuba) lors de son premier voyage en octobre 1492. Par la suite d'autres explorateurs le découvrirent en divers points d'Amérique du Nord et du Sud. La diffusion de la plante en Europe se serait faite par le Vatican. C'est Catherine de Médicis qui l'aurait introduite en France à l'occasion de son mariage avec le roi Henri II en 1533. Dès le XVI^e siècle, des navigateurs portugais l'ont introduit en Afrique et en Asie.

Bien que les données concernant les aspects temporels de l'origine de la domestication des haricots soient sujettes à réévaluation, les analyses électrophorétiques de protéines des

cotylédons (phaséoline) effectuées récemment par Gepts (1993) appuient l'hypothèse d'une domestication indépendante de cette espèce dans les deux régions. Cette analyse démontre que les types de phaséoline, séparés par électrophorèse, issues des graines des variétés cultivées originaires de l'Amérique centrale sont du même type que celles retrouvées dans les formes spontanées de cette région et différentes de celles des types caractéristiques de plantes de l'Amérique du Sud. Quatre espèces américaines de *Phaseolus* ont été domestiquées et cultivées par l'homme (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus* et *P. acutifolius* var. *latifolius*), mais seulement les deux premières espèces : *P. vulgaris*, le haricot commun, et *P. lunatus*, le haricot lima sont devenues des cultures importantes qui ont été adoptées dans des régions du monde en dehors de leur continent d'origine. Ces deux espèces ont été parmi les premières plantes à être domestiquées indépendamment en Amérique centrale et en Amérique du Sud. Les haricots accompagnaient le maïs comme aliment de base des Amérindiens. La haute teneur et qualité des protéines (20-25 %) des pour les déficiences de celles du maïs

3. Description de la plante

Le haricot commun *Phaseolus vulgaris* L. est une plante annuelle appartenant à l'ordre des Fabales et à la famille des Fabacées dont les feuilles sont trifoliées. Le système racinaire est constitué d'une racine principale et de nombreuses racines latérales qui se tiennent horizontales sur 10 cm de long. L'état structural du sol influence la profondeur d'enracinement de la plante (de 30 cm en conditions défavorables à 1 m dans d'excellentes conditions) et aussi son alimentation hydrique, déterminante pour la croissance de la plante. Une bonne implantation racinaire permet d'éviter des problèmes de flétrissement de la plante en cas de fortes chaleurs. Sur celles-ci se développent des nodosités formées par des bactéries du genre *Rhizobium*. Ces bactéries fixent l'azote de l'air en puisant l'énergie nécessaire dans les sucres que la plante leurs fournit. Cet azote est restitué à la plante sous forme de composés azotés assimilables (Renard et al., 2007). Les tiges grimpantes sont peu ramifiées et s'enroulent autour de leur support dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (tiges volubiles). Elles peuvent atteindre deux à trois mètres de haut. Les types nains sont plus ramifiés, prenant un port buissonnant ou dressé, de 40 à 60 cm de haut. Ils se prêtent mieux à la mécanisation des cultures (1). Les feuilles de haricot sont attachées à la tige en différents points qu'on appelle des nœuds. Elles sont disposées une par une a chaque nœud; on dit qu'elles sont alternes. La feuille du haricot est composée chaque partie est une foliole. Chaque

feuille s'attache au nœud de la tige par une queue ou pétiole dont la base élargie est la gaine
Des deux côtés de la gaine, on voit deux petites lames vertes ou stipules Les feuilles ainsi que les tiges sont vertes parce qu'elles renferment une substance verte, la chlorophylle

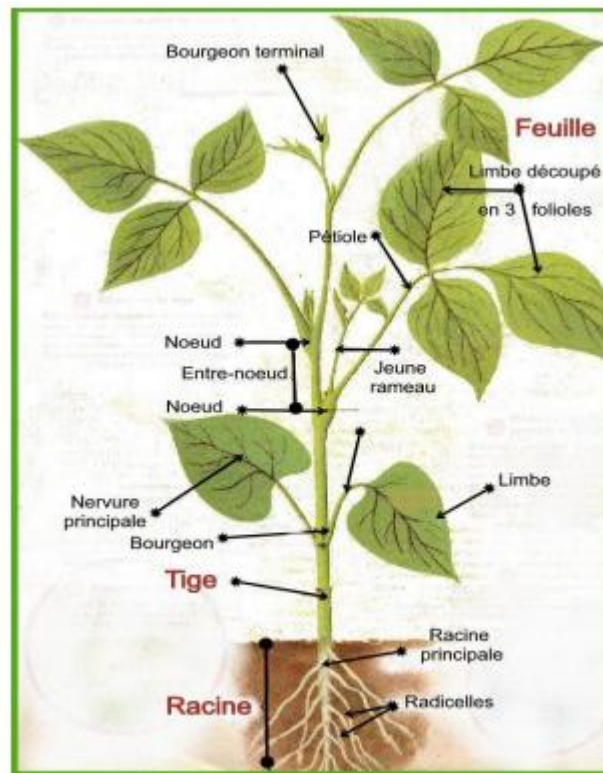


Figure 04 : Description de la plante du Haricot (4)

Les fleurs sont groupées en grappes déterminées (racèmes) de 4 à 10 fleurs, naissant à l'aisselle des feuilles. Ce sont des fleurs hermaphrodites, zygomorphes. (Figure : 05)



Figure 05 : La fleur du Haricot commun

Les fruits sont des gousses déhiscentes, appelées également « cosses », de forme et de longueur variable. En particulier leur section peut être cylindrique, ovale ou aplatie (haricots

plats) .Chaque gousse contient 4 à 8 graines de taille, forme et couleur variable. La forme la plus commune est dite « réniforme », typique des haricots, mais on peut rencontrer des grains plus sphériques (d'où les appellations locales de « pois » données à certaines variétés). Les graines sont plus ou moins grosses, les plus grosses ayant été sélectionnées dans les variétés à écosser. Chez les variétés cultivées, on compte de 14 à 80 graines pour 100 g et 730 à 850 graines par litre. La couleur des graines va du blanc au noir en passant par le rouge et les couleurs panachées.

Les graines peuvent garder leur faculté germinative de 3 à 5 ans. La germination des haricots est dite « épigée ». Tandis que la radicule s'enfonce dans le sol, la croissance de l'hypocotyle entraîne les cotylédons qui se déploient hors du sol. De ce fait la plante apprécie les sols légers qui favorisent une bonne levée. (Figure : 06).



Figure 06 : Le fruit du Haricot

4. Classification botanique des Haricots

Le Haricot commun est une plante de la famille des Fabaceae, il été reconnu pour la première fois sous le nom *Smilax hortensis*, qu'est due aux botanistes Tragus et Fuchs en 1542(1).

En 1753 Linné a proposé le nom binominale *Phaseolus vulgaris* pour désigner cette espèce et il a classé d'autre Haricots moins bien connus à l'époque dans le genre *Phaseolus* (5).

Classification du Haricot

Règne Plantae

Sous-règne Tracheobionta

Division Magnoliophyta

Classe Magnoliopsida

Sous-classe Rosidae

Ordre Fabales

Famille Fabaceae

Genre Phaseolus

5. Exigences climatiques du Haricot

Le haricot est une plante exigeante sur le plan des températures : il craint les gelées et nécessite des températures supérieures à 10 – 12 °C pour se développer. La période de culture du haricot est donc exclusivement estivale. L'eau joue un rôle important pour l'élaboration du rendement et la qualité de la récolte (apparition d'un fil au niveau de la nervure de la gousse si manque d'eau en fin de cycle). La plante n'a pas d'exigences particulières concernant le type de sol mais est sensible aux pH bas (optimum entre 6.1 et 7.4). Un sol bien aéré favorise le développement des nodosités (Renard et al., 2007)

6. Cycle du développement des Haricots

Le cycle du développement des haricots commence avec la formation d'un zygote principal et d'un zygote accessoire suite à la double fécondation du sac embryonnaire, ce dernier est renfermé dans l'ovule. Lui-même protégé par le pistil de la fleur le zygote accessoire formera un tissu nourricier l'albumen, tandis que le zygote principal est à l'origine d'une nouvelle plante. Le zygote principal subisse des nombreuses mitoses forme un embryon, qui comporte deux cotylédons lobes foliacés gorgés des réserves. L'embryon mature est protégé dans la graine mûre en dormance à l'intérieur d'un fruit « gousse ». Quand les conditions sont favorables et la dormance levée, la graine retourne à la vie active et germe la radicule perce le tégument et s'enfonce dans la terre, la tige grandit vers le ciel soulevant les cotylédons au-dessus du sol vers la lumière, la plantule devient autotrophe et grandit jusqu'à atteindre le stade adulte auquel elle fleurit, la plante adulte présente un appareil végétatif partagé entre un appareil racinaire souterrain et un appareil caulinaire (tige feuillée) développé en milieu aérien (Meyer et al., 2008).

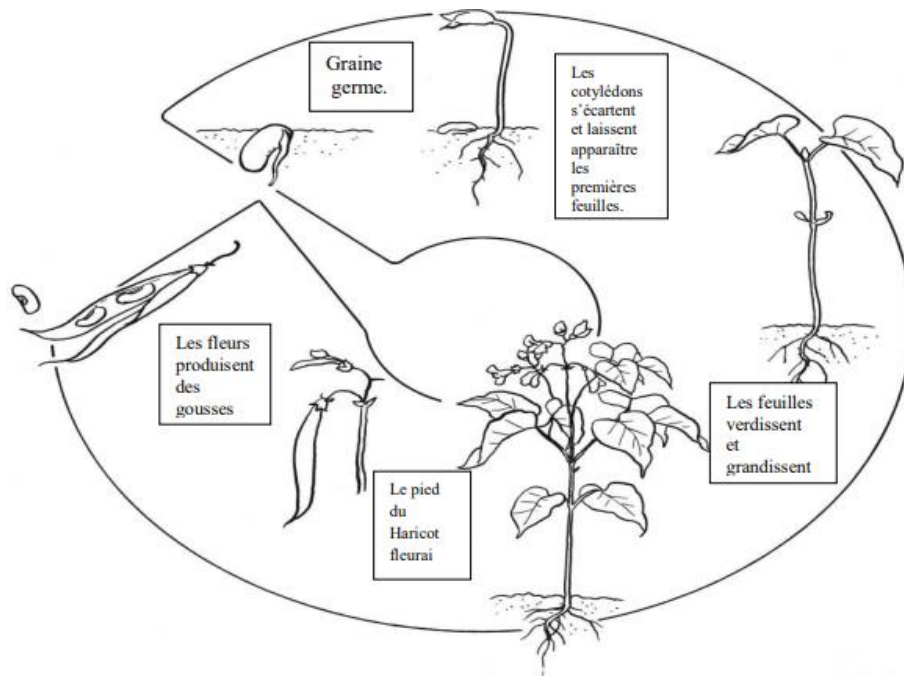


Figure 07 : Le cycle du développement du Haricot

7. Culture du haricot

Le haricot est une plante sensible aux basses températures qui bloquent la croissance. La durée du cycle dépend directement des sommes de températures. Les besoins totaux diffèrent suivant les variétés, mais environ 500 à 750 °C sont nécessaires soit 60 à 80 jours.

❖ Les stades clés de la culture sont :

- La levée, qui, vu les créneaux de semis, intervient rapidement, soit 6 à 10 jours après le semis.
- Le stade 3 feuilles trifoliolées intervient environ 3 semaines après le semis. Suivant les secteurs et la pluviométrie, il peut être le stade du démarrage de l'irrigation.
- La fin du cycle à partir de l'apparition des boutons floraux est la phase déterminante pour le potentiel de rendement et la qualité. Durant cette phase, il faut absolument satisfaire les besoins hydriques de la plante.

- **Repères techniques Semis** : il y'en a deux (2) selon les types de sols : un précoce et un autre tardif (après le premier semis).

Un écartement des semis entre 30 et 45 cm est conseillé.

- **La profondeur** doit être de 3 cm maximum mais 1,5 à 2 cm sont plutôt conseillés avec une irrigation juste après le semis.
- **La densité** conseillée est aux environs de 40 grains/m².
- **Fertilisation** : - Azote

Le haricot est une légumineuse, mais sa fixation de l'azote atmosphérique n'est efficace qu'à partir du stade floraison. On ne peut donc tenir compte de cet apport qui intervient trop peu de temps avant la récolte pour les haricots verts. Il faut donc bien calculer sa fumure en tenant compte des éventuels reliquats pour satisfaire les besoins de la plante en azote qui avoisinent les 160 unités/ha.

- **Phosphore et potassium**

Les besoins en phosphore sont de 40 unités/ha et ceux en potassium de 160 unités /ha. Il est souhaitable de couvrir les besoins en ces 2 éléments peu de temps avant le semis et non dans le cadre d'une fumure de fond. De plus, le haricot est sensible aux carences en zinc, en fer, en cuivre, en molybdène et en manganèse, d'où la nécessité d'une analyse de sol complète afin de prévoir d'éventuelles corrections à apporter.

- **Climat et eau** : les besoins totaux pour le cycle du haricot vert sont environ 200 mm. Cependant, deux stades critiques sont particulièrement à surveiller. Le premier se situe au moment de la levée où une irrigation sera nécessaire pour assurer la régularité de levée, à moins que la pluviométrie soit satisfaisante à ce moment. De même, à partir de la floraison, le stress hydrique pénalise la formation et la croissance des filets et favorise l'apparition des fils et des grains. Une présence trop importante de fils et de grains dans les haricots peut entraîner le refus de récolte. A contrario, tout excès d'eau durant le cycle sera vecteur de certaines maladies cryptogamiques.
- **Désherbage** : Le désherbage mécanique qui a lieu avant la levée par herse étrille ou houe rotation est possible mais est à conseiller aux producteurs ayant une bonne connaissance de ces outils. Le travail principal de désherbage se situe donc à partir du stade où le haricot sera bien enraciné et se terminera dès que possible afin de ne pas faire de passage tardif pouvant abimer les tiges ou les racines et permettre la pose des trichogrammes dans le cadre d'une protection pyrale.

Le désherbage peut être aussi manuel dans le cas des parcelles avec un fort enherbement, un ou plusieurs passages manuels peuvent être mis en œuvre en ciblant de préférence les morelles noires et les daturas. Un passage la veille de la récolte permet d'enlever les morelles arrivées à maturité car la présence de grappes de baies noires de la morelle peut être une cause de refus de parcelle. La présence de datura est également un critère de refus de la parcelle.

- **Sol** : Sols sains, non hydro-morphes, même légers, drainants, pas trop sales, pas pierreux. Seuls les sols limoneux battants sont déconseillés car ils entravent la germination.

Il faut, si possible, réchauffer le sol en installant des bâches plusieurs semaines à l'avance sous serres, cela permet d'accélérer le démarrage de la culture.

Chapitre 03

MATERIEL ET METHODES

Chapitre 03 : Matériel et méthode

1. L'objectif de l'expérimentation

L'objectif de cette étude est de :

- Montrer l'effet de trois traitements salins au NaCl (T1 :2g/l , T2 :4g/l , T3 :6g/l) sur le comportement morphologique et physiologique des plantes du haricot (Phaseolus vulgaris L.) variété El Djadida . En comparaison avec un Témoin (T0 : eau de B Loida)
- Voir l'effet du sel sur la fixation biologique de l'azote atmosphérique.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé durant notre expérimentation est le haricot (Phaseolus vulgaris L.) Variété El Djadida . C'est une espèce annuelle sensible à la salinité qui fait partie de la famille des **Fabaceae**. Cette variété est très cultivée en Algérie. Elle a été choisie comme un matériel végétal a raison de :

- Son cycle de culture court et précoce avec une bonne productivité,
- Et plus précisément sa réaction rapide au changement de milieu.



Figure 10 : Les graines de haricot (variété El Djadida)

3. Condition expérimentale

❖ Lieu de l'expérience

Notre expérience a été réalisée au niveau de la serre du laboratoire de recherche de biotechnologie des productions végétales qui se trouve au niveau du département de Biotechnologie, faculté des Sciences de la Nature et de la vie de l'université de Blida 1 . Ce site contient les équipements nécessaires à la réalisation de l'ensemble des essais et expérimentations sur l'haricot, qui comprend aussi une serre où notre expérimentation a été effectuée . La serre est en polycarbonate dont : l'orientation est nord sud , l'aération est assurée par plusieurs fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre . Des radiateurs ont été installés au niveau de la serre pour assurer le chauffage pendant l'hiver .



Figure 11: Lieu d'expérimentation

4. Conteneurs

Les conteneurs utilisés sont des pots en plastique de couleur marron ayant une capacité de 1Kg et présentant des orifices de drainage à base permettant l'évacuation de la solution d'irrigation excédentaire. Le diamètre supérieur est de : 12cm et l'inférieur est de 7.5cm et la hauteur égale à 11cm.



Figure 12 : Conteneur utilisé (source personnelle)

5. Substrat utilisé

Le substrat utilisé est le sol provenant de la station expérimentale de la région de Blida

C'est un sol limoneux très fin comme la montré la figure ci-dessous .

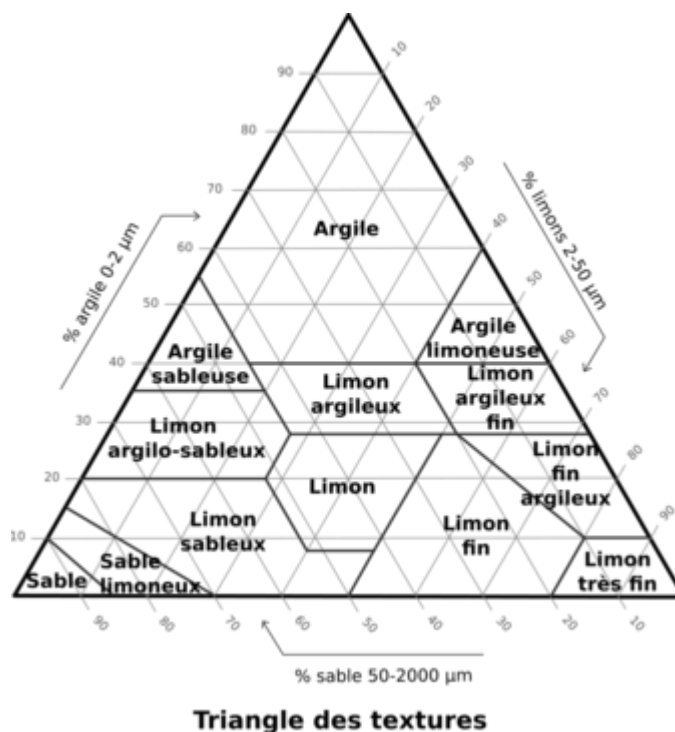


Figure 12 : Diagramme de texture du sol de la station expérimentale

6. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué par la combinaison de deux facteurs : (facteur solution à 4 niveaux et facteur variété à 1 niveau), l'ensemble est composé de quatre (4) traitements (T0, T1, T2 et T3). Chaque traitement comporte 6 répétitions, soit 24 plants au total.



Figure 13 : Le dispositif expérimental (source personnelle)

7. Description des différents traitements utilisés

Durant notre expérimentation quatre traitements ont été utilisés pour l'irrigation des plantes de haricot. Ces traitements ont été préparés à base de l'eau de Blida qui a une concentration globale de sels de 0.43 /g/l. En ajoutant des concentrations d'ordre croissant en chlorure de sodium (NaCl).

T0 : Eau de Blida (témoin)

T1 : Eau de Blida enrichie avec 2g de NaCl .

T2 : Eau de Blida enrichie avec 4g de NaCl .

T3 : Eau de Blida enrichie avec 6g de NaCl .

8. Germination des graines

Les graines du haricot sont imbibées pendant 72h. Le semis a été effectué le 6 février 2023 dans des pots en plastiques remplis du sol à raison de 2 graines par pot. Au stade de 4 ou 6 feuilles un démariage a été effectué.

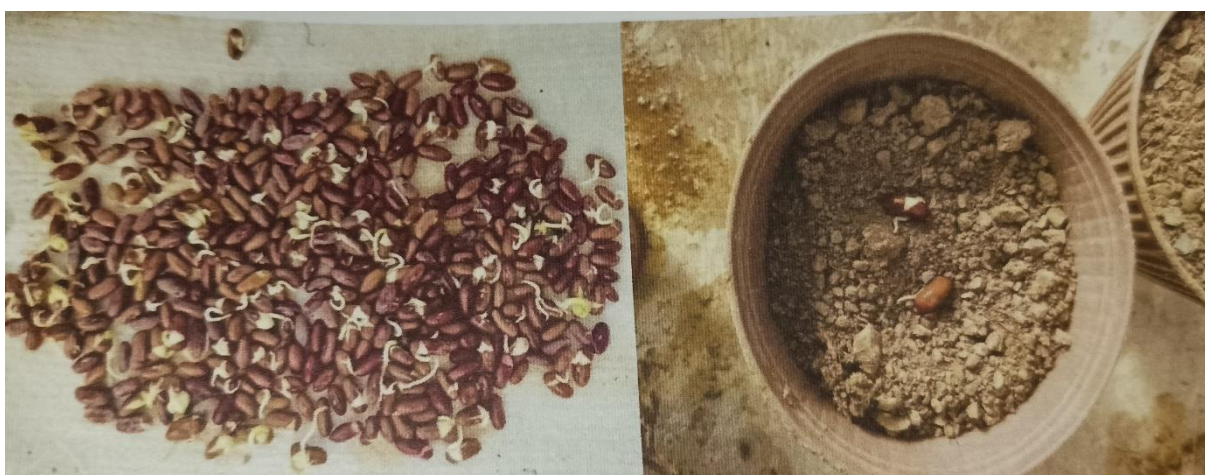


Figure 14 : Germination et repiquage des graines du Haricot

9. Paramètres mesurés

1. Paramétré morphologique

- **Les paramètres morphologiques réalisés sur la phase végétative**

Tous les paramètres morphologiques ont été effectués au moment de la coupe réalisée le 14 Mars 2023 soit 38 jours après le semis.

- **Hauteur finale des plantes**

Cette mesure a été effectuée au moment de la coupe à l'aide d'une règle graduée.

- **Biomasse fraîche produite**

Au moment de la coupe, nous avons pesé la partie aérienne en gramme à l'aide d'une balance. L'opération a été réalisée comme suit :

➤ Poids frais des feuilles + tige de chaque plante

- **Biomasse sèche produite**

La biomasse sèche a été pesée après le séchage des échantillons moyens frais de partie aérienne misent dans une étuve a 70 °C jusqu'à stabilisation du poids sec , nous avant pesé .

Chapitre 04

RESULTATS ET

INTERPRETATION

Chapitre 04 : Résultats et interprétation

Lors de l'expérimentation, des analyses morphologiques ont été effectuées, pour maitre en évidence l'influence du NaCl sur la variété étudiée.

1. Impact sur le poids frais des tiges (g)

Les résultats de l'effet de la salinité sur le poids frais des tiges sont illustrés dans la figure ci-dessous.

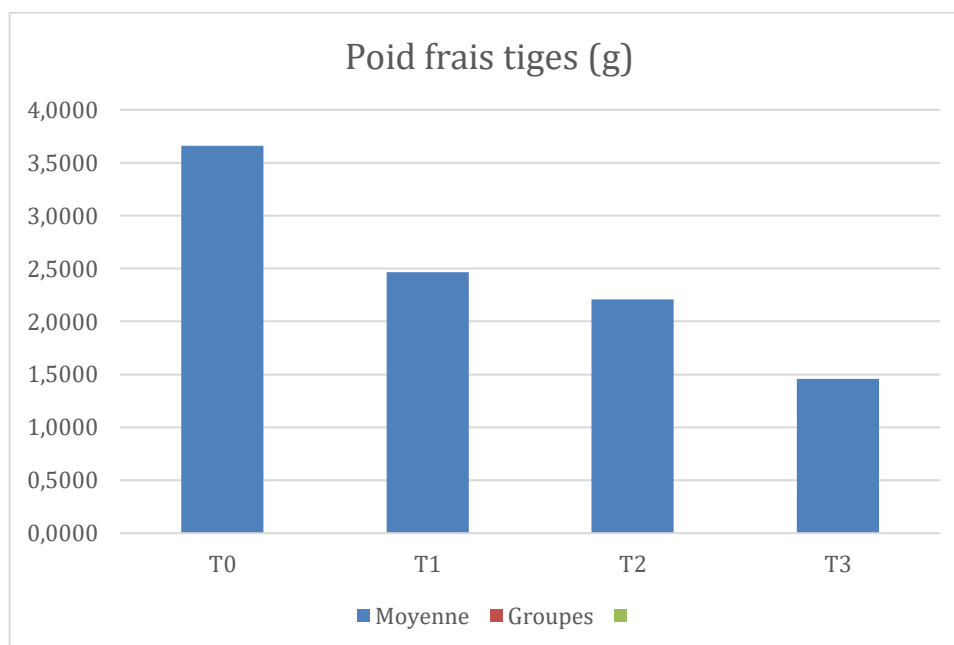


Figure 15 : Poid frais moyens des plantes en g

En se référant à la figure ci-dessous, nous pouvons conclure que la salinité manifeste un effet néfaste sur le poids frais produit.

Les solutions salines (T1,T2,T3) révèlent des biomasses fraîches les plus faibles , dus à la présence du sel (NaCl) dans les solutions d'irrigation testées, ce que engendrent une conductivité électrique et une pression osmotique élevée , et provoquent un déséquilibre ionique et une mauvaise alimentation hydrominérale des plantes dans ces milieux .

La présence de NaCl dans le milieu, même faible dose (2g /l) , entraine , après 38 jours de la culture , une baisse de la matière fraîche des parties aériennes des plantes .

2. Nombre de feuilles

Durant l'expérimentation, les feuilles sont dénombrées pour chaque traitement afin de calculer la moyenne.

L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative ($P < 0.001$), le nombre de feuilles le plus élevé est obtenu chez les plantes issues des traitements (T0) avec respectivement : 6,4 . et les feuilles des plantes stressées des traitements (T1 ,T2) ont les mêmes nombres on dénombre 3,8 feuilles , Alors que les plantes stressées de traitement (T3) on dénombre que 3 feuilles par plante .

La présence marquée du sodium(Na^+) avec les chlorures dans les traitements salins exerce une nocivité accrue en bloquant le transfert de certains éléments vers la partie aérienne des plantes . Par conséquent, il en résulte des difficultés d'ajustement osmotique rendant les plantes très sensibles au déficit hydrominéral.

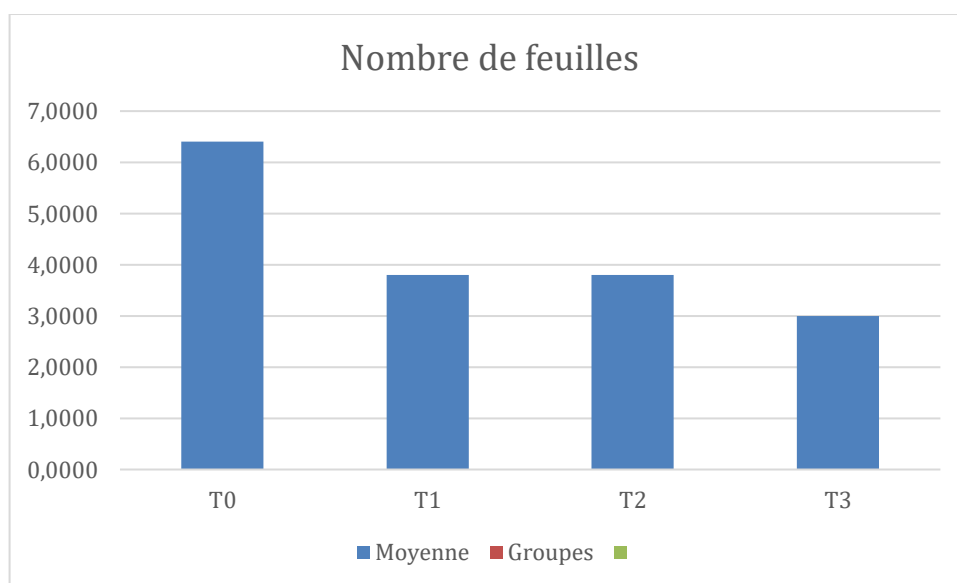


Figure 16 : Impact de NaCl sur le nombre de feuilles des plantes du haricot.

3. La longueur des tiges (cm)

Les résultats relatifs de l'effet de la salinité par NaCl sur la longueur des tiges (cm) sont illustrés dans la figure ci-dessous.

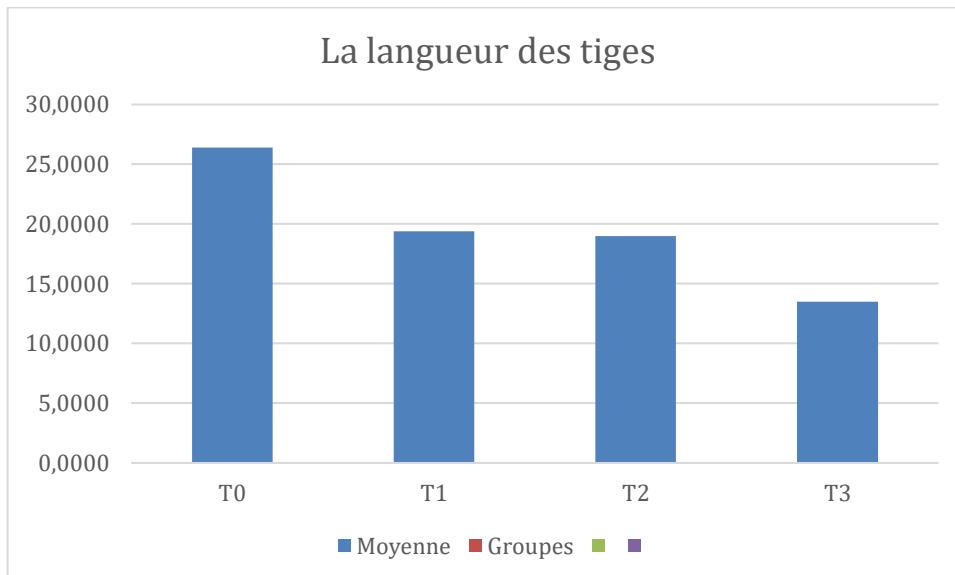


Figure 17 : Impact de NaCl (2,4 et 6 g /l) sur la longueur des tiges (cm) de haricot.

L'examen de cette figure a montré des régressions significativement remarquables en présence de 2 , 4 et 6 g/l dans la solution d'irrigation . Les chutes révélées sont de 19.4cm, 19cm et 13.5 cm respectivement par rapport au témoin avec une valeur de 26 .4 cm.

On peut conclure que la présence d'une grande quantité de sel dans les milieux provoquant une réduction de la croissance de la plante.

4. Poids frais des racines

Les résultats de l'effet de la salinité sur le poids frais des racines sont illustrés dans la figure ci-dessous.

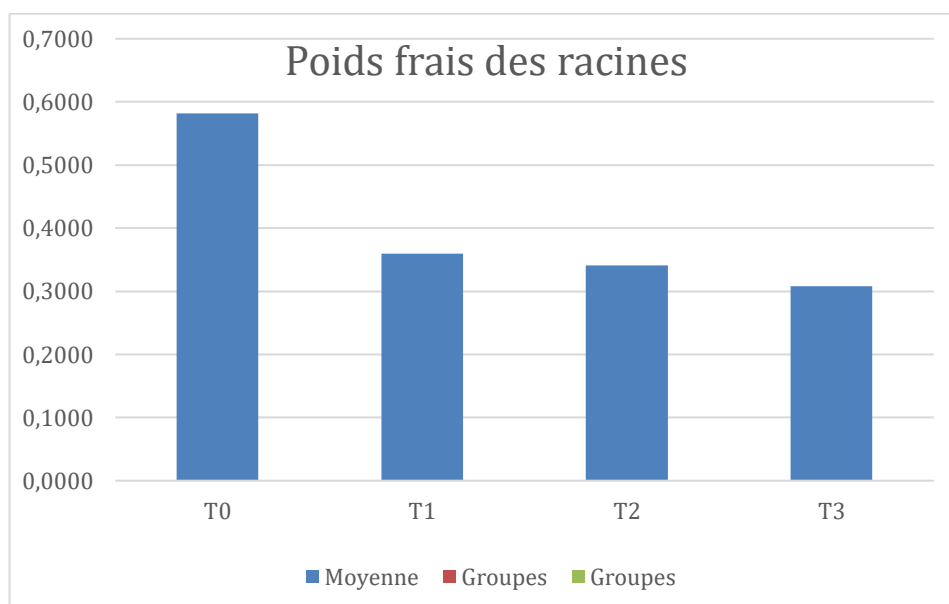


Figure 18 : Poids frais moyen des racines en g .

L'examen de cette figure montre que la présence de NaCl dans la solution d'irrigation exerce un effet dépressif **significativement remarquable**. La présence de sel dans l'eau d'irrigation affecte négativement la croissance et le développement des racines, où on a enregistré une chute du poids pour les racines issues du traitement T3 avec une valeur 0.30 g par rapport au témoin avec 0.58 g . Les traitements T1 et T2 donnent des valeurs proches à celles du Témoin avec respectivement 0.36 g et 0.34 g.

5. Poids sec des feuilles(g)

Le poids sec des feuilles est exprimé en gramme (g). La pesée des feuilles a été effectuée après un séchage dans l'étuve à 75°C jusqu'à stabilisation du poids sec.

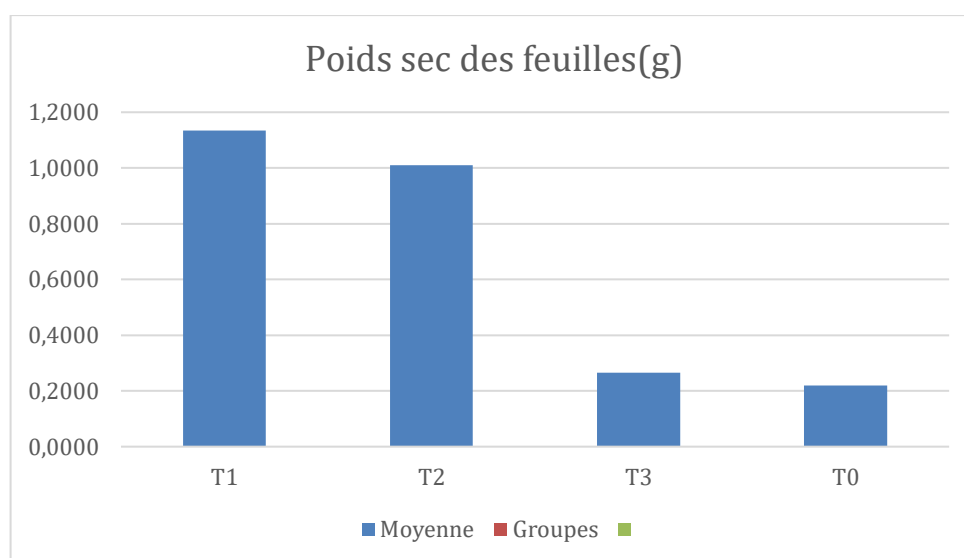


Figure 19 : Impact de NaCl sur le poids sec des feuilles du haricot.

Les solutions salines (T3 et T0) révèlent des biomasses sèches les plus faibles, dus à la présence du sel (NaCl) dans les solutions d'irrigation testées, ce qui engendrent une conductivité électrique et une pression osmotique élevées, et provoquent un déséquilibre ionique et une mauvaise alimentation hydrominérale des feuilles dans ces milieux. La présence de NaCl dans le milieu, même à faible dose entraîne après 38 jours de la culture, une baisse de la matière sèche des feuilles de haricot.

6. Nombre de gousse

Durant l'expérimentation, les gousses sont dénombrées pour chaque traitement afin de calculer la moyenne.

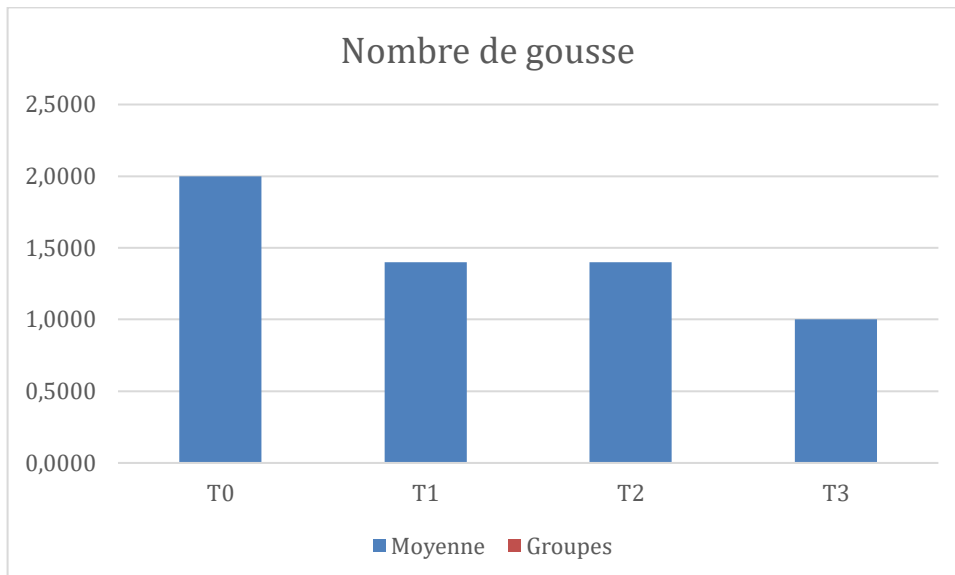


Figure 20 : Impact de NaCl sur le nombre des gousses.

Le nombre de gousses le plus élevé est obtenu chez les plantes issues des traitements (T0 ,T1et T2) aves respectivement : 2 gousses , 1.4 gousses et 1.4 gousses . Alors que les plantes stressées des traitements (T3) on dénombre que 1 gousse par plante

La présence marquée du sodium (Na+) avec les chlorures dans les traitements salins exerce une nocivité accrue en bloquant le transfert de certains éléments vers la partie aérienne des plantes. Par conséquent, il en résulte des difficultés d'ajustement osmotique rendant les plantes très sensibles au déficit hydrominéral.

7. Poids frais des feuilles

Les résultats de l'effete de la salinité sur le poids frais des feuilles sont illustrés dans la figure ci-dessous .

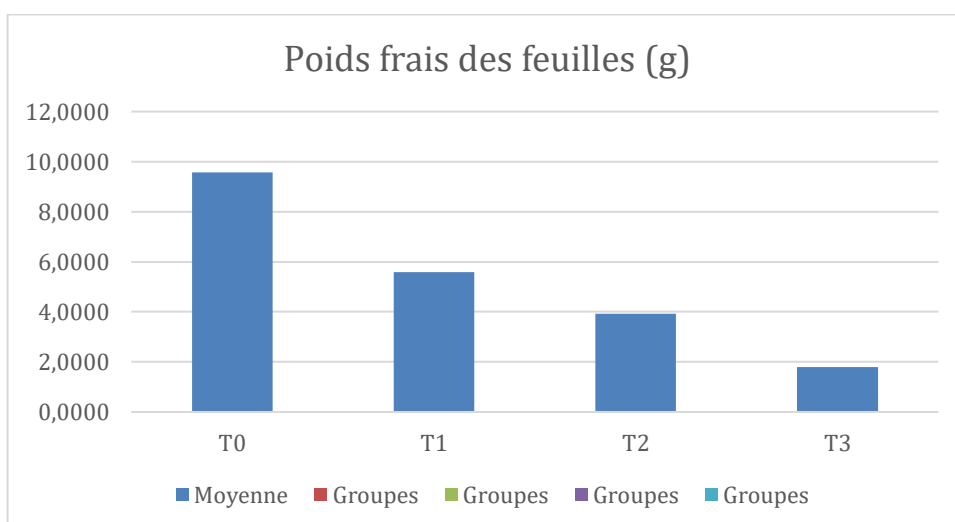


Figure 21 : Impact de NaCl sur le poids frais des feuilles en gramme

L'examen de cette figure montre que la présence de NaCl dans la solution d'irrigation exerce un effet dépressif **significativement remarquable**. La présence de sel dans l'eau d'irrigation affecte négativement la croissance et le développement des feuilles , , où on a enregistré une chute du poids pour les feuilles issues du traitement T3 avec une valeur 1.8 g par rapport au témoin avec 9.57 g . Les traitements T1 et T2 donnent des valeurs proches à celles du Témoin avec respectivement 5.58 g et 3.92 g .

8. Poids sec des racines

Le poids sec des racines est exprimé en gramme (g) . la pesée des racines a été effectuée après un séchage dans l'étuve à 75°C jusqu'à stabilisation des poids sec .

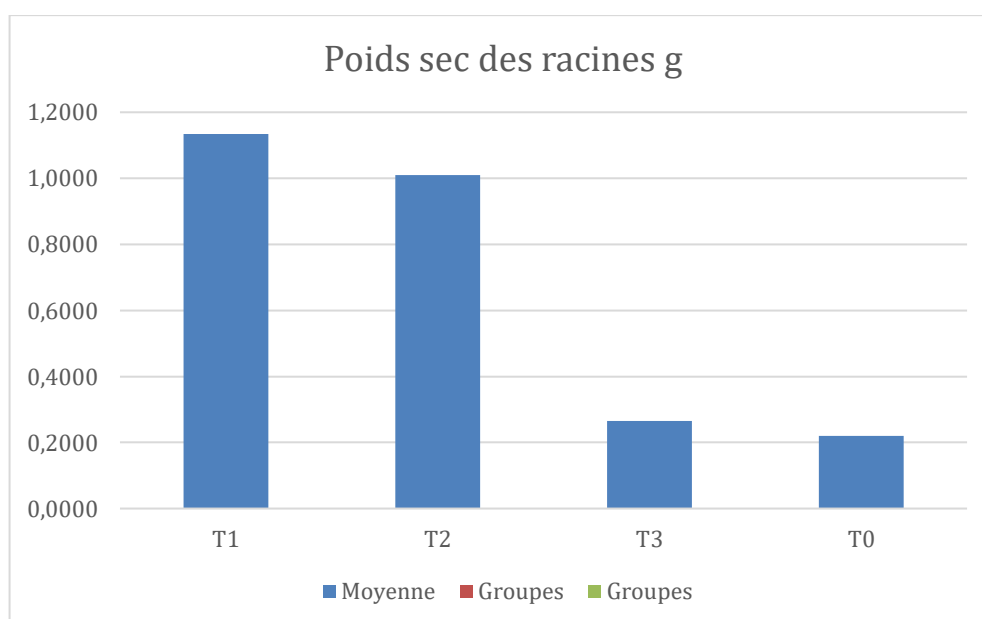


Figure : Impact de NaCl sur le poids sec des racines du haricot

Les solution salines (T3 et T0) révèlent des biomasses sèches les plus faibles , dus à la présence du sel (NaCl) dans les solutions d'irrigation testées, ce qui engendrent une conductivité électrique et une pression osmotique élevées, et provoquent un déséquilibre ionique et une mauvaise alimentation hydrominérale des racines dans ces milieux . La présence de NaCl dans le milieu, même à faible dose entraine après 38 jours de la culture , une baisse de la matière sèche des racines de haricot .

9. Poids sec des tiges en gramme.

Le poids sec des tiges est exprimé en gramme (g) . La pesée des tiges a été effectuée après un séchage dans l'étuve à 75°C jusqu'à stabilisation des poids sec .

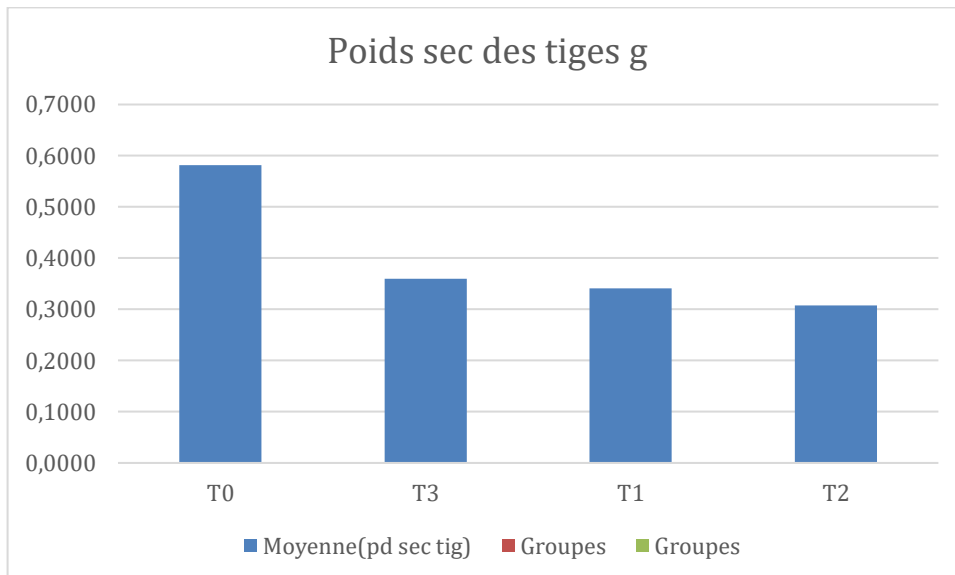


Figure 22 : Impact de NaCl sur le poids sec des tiges du haricot

Les solutions salines (T3 et T0) révèlent des biomasses sèches les plus faibles, dus à la présence du sel (NaCl) dans les solutions d'irrigation testées, ce qui engendrent une conductivité électrique et une pression osmotique élevées, et provoquent un déséquilibre ionique et une mauvaise alimentation hydrominérale des tiges dans ces milieux. La présence de NaCl dans le milieu, même à faible dose entraîne après 38 jours de la culture, une baisse de la matière sèche des tiges de haricot.

Conclusion

La salinité est une contrainte abiotique importante dans la perturbation et la limitation des rendements agricoles. à la fin de ce travail , que nous avons mené sur la réponse de (*Phaseolus vulgaris* L.) . Soumise à différents concentrations 2,4 et 6 g /l de NaCl , dans le but de déterminé l'effet de la salinité sur la fixation de l'azote atmosphérique d'une glycophyte Soumise à différents concentrations 2,4 et 6 g /l de NaCl . il ressort que le stress salin exerce à un effet dépressif sur la majorité des paramètres étudiés . Dans le cadre de cette étude les principaux résultats obtenus ont été déjà discutés dans le chapitre précédent. Le haricot présent une sensibilité aux concentrations élevés en NaCl (6g/l). Dans laquelle le paramètre présente les plus faibles valeurs.

Références Bibliographiques

Les références bibliographiques

- AALEM Et RAHMOUNE C., 2009 - Toxicity Of The Salt And Pericarp Inhibition In The Germination Of Some Atriples Species. American –Eurasian Journal Of Toxicology Science. Vol. N°2. PP43-49.
- ABDELLY.C., 2006 – Caractérisation Des Halophytes Pour Le Dessalement Des Sols Salins Et Traitement Des Deux Salines. Rapport D'activité 2007. Centre De Biotechnologie A La Technologie De Borj-Cegria. Tunisie. P 28-31.
- Aly, Z., Bonn, F., Magagi, R., 2004. Modeling The Backscattering Coefficient Of Salt Affected Soils: Application To Wadi El Natrun Bottom, Egypt . Earsel Eproceeding 3.P 372-381
- Antipolis, S., 2003. Les Menaces Sur Les Sols Dans Les Pays Méditerranéens. Plan Bleu. 80 Pages. Arbol, I.P., Yadav, J.S.P., Massoud, F.I., 1988. Salt Affected Soils And Their Management. In: 39, F.S.B. (Ed.), Rome.
- Ashraf M., 1994. Salt Tolerance Of Pigeon Pea (*Cajanus Cajan* (L.) Millsp.) At Three Growth Stages. Ann. Appl. Biol., 124:153-164.
- Asloum H., 1990. Elaboration D'un Système De Production Maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L.). En Culture Hors Sol Pour Les Regions Sahariennes. Utilisation De Substrats Sableux Et D'eaux Saumaitres. These De Doctorat , Développement Et Amélioration des Végétaux, Université De Nice Sophia – Antipolis:24-32.
- Asloum H., 1990. Elaboration D'un Système De Production Maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L.). En Culture Hors Sol Pour Les Regions Sahariennes. Utilisation De Substrats Sableux Et D'eaux Saumaitres. These De Doctorat , Développement Et Amélioration des Végétaux, Université De Nice Sophia – Antipolis:24-32.
- Beebe, S.E., Rao, I.M., Blair, M.W., Acosta-Gallegos, J.A., 2013. Phenotyping Common Beans For Adaptation To Drought. *Frontiers In Physiology* 4.
- Beebe, S.E., Rao, I.M., Devi, M.J., Polania, J., 2014. Common Beans, Biodiversity, And Multiple Stresses: Challenges Of Drought Resistance In Tropical Soils. *Crop And Pasture Science* 65, 667–675.
- BEN AHMED H, ZID E. ELGAZZAH M Et GRIGNON C 1996 – Croissance Et Accumulation Ionique Chez *Atriplex halimus* L. Cahier. Agrictures 5, 367-372.
- BEN AHMED H., MANAA A. Et ZID., 2008 – Tolérance A La Salinité D'une Poaceae A Cycle Court : La Sétaire (*Setaria verticillata* L). Comptes Rendus Biologiques, Vol. 331 : 164-170
- BEN HASSINE H., 2005. Effets De La Nappe Phréatique Sur La Salinisation Des Sols De Cinq Périmètres Irrigués En Tunisie. *Étude Et Gestion Des Sols*, Vol.12, Pp 281-300.
- BENKHELIF M., ARBAOUI M. Et BELKHODJA M., 1999 – Effets Combinés De La Salinité Et De La Bentonite Sur La Densité Racinaire D'une Culture De Tomate Cultivée Sur Un

- Substrat Sableux. Séminaire National Sur La Salinité Des Terres Agricoles En Algérie, Chlef : 101-108.
- BOUALLA N., BENZIANE A., DERRICH Z., 2012. Origine De La Salinisation Des Sols De La Plaine De M'léta (Bordure Sud Du Bassin Sebkhia Oran). Journal Of Applied Biosciences, Vol. 53, Pp 3787-3796.
 - Bouteyre G. Et Loyer J.Y., 1992. Sols Salés, Eaux Saumâtres Des Régions Arides Tropicales Et Méditerranéennes ,Principaux Facies Pour L'agriculture. ORSTOM, 69-80.
 - Calvet R., 2003. Le Sol, Propriété Et Fonction, Phénomènes Physiques Et Chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole : 511 P. Etienne P 188-235.
 - Chahbi. A, 2010., Analyse Et Estimation De L'état Hydrique Et De La Salinité Du Sol Sur La Plaine De Kairouan Par Télédétection Radar. Mémoire De Master. Institut National Agronomique De La Tunisie. 65p
 - CHESWORTH W., 2008. Encyclopedia Of Soil Science, Ed. Springer Dordrecht, Berlin, 902 P
 - DAOUD Y. Et HALITIM A., 1994 - Irrigation Et Salinisation Au Sahara Algérien Sécheresse, 3(5) : 151-160.
 - FAOUZI M., LARABI A., 2001. Problématique De La Remontée, De La Salinité Et De La Pollution Par Les Nitrates Des Eaux De La Nappe Phréatique Des Beni-Amir (Tadla, Maroc). Ingénieries, N° 27, Pp 23-36.
 - FLOWERS T.J. Et FLOWERS S.A., 2005- Why Does Salinity Pose Such A Difficult Problem For Plant Breeders. Agricultural Water Management. Vol. 78. N°.1-2: 15-24.
 - Förster H., Coffey M., Elwood H., Sogin M.L., 1990. Sequence Analysis Of The Small Subunit Ribosomal Rnas Of Three Zoosporic Fungi And Implications For Fungal Evolution. Mycologia, 82.
 - Förster H., Coffey M., Elwood H., Sogin M.L., 1990. Sequence Analysis Of The Small Subunit Ribosomal Rnas Of Three Zoosporic Fungi And Implications For Fungal Evolution. Mycologia, 82
 - Fung A. K., Li Z. Et Chen, K. S. 1992. Backscattering From A Randomly Rough Dielectric Surface. IEEE Transactions On Geosciences And Remote Sensing 30, Pp 356-369.
 - GHASSIMI F., JAKEMAN AJ., NIX HA., 1995- Salinisation Of Land And Water Is An Increasing Problem In Many Areas Of The World, Particularly In Arid And Semi-Arid Regions Where Irrigation - Science - 526 Pages
 - Girard P., Prost J., Bassereau P., 2005. Passive Or Active Fluctuations In Membranes Containing Proteins Phys. Rev. Lett. 94: 60-64.
 - Grissa, M., Abdelfattah, R., Mercier, G., Zribi, M., Chahbi, A., Lili-Chaabane, Z., 2011. Empirical Model For Soil Salinity Mapping From SAR Data IEE. 1099-1102. HASAN R., 1995 - Le Travail Qui Fait L'objet De Ce Mémoire De Thèse A Eté Réalisé A La Faculté De Droit,. Sciences C. Le Nouvel Accord De Pêche De 1995. Parag.3, Le Maroc « Ressemble A Un Arbre Dont Les Racines

- Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J., 2000. Plant Cellular And Molecular Responses To High Salinity. Annual Review Of Plant Biology And Molecular Biology, 51: 463-499. Hautes Salinités Au Stade De La Germination –Séminaire National Sur La Problématique .
- Holah, N., 2005. Potentiel Des Nouveaux Capteurs Radar Multipolarisation Et Polarimétrique Pour La Caractérisation Des Etats De Surface En Milieu Agricole. Thèse Présentée A L'université d'Orléans P. 247.
- IPTRID., 2006. Conférence Electronique Sur La Salinisation. Extension De La Salinisation Et Stratégie De Prévention Et Réhabilitation: 2-11.
- IPTRID-FAO, 2006. Conférence Electronique Sur La Salinisation : Extension De La Salinisation Et Stratégies De Prévention Et Réhabilitation., FAO, Février-Mars 2006.
- IRD, 2008. Les Dossiers Thématiques De L'Institut De Recherche Pour Le Développement. Les Sols Sont Fragiles. 21p. Katungi, E., Farrow, A., Chianu, J., Sperling, L., Beebe, S., 2009. Common Bean In Eastern And Southern Africa: A Situation And Outlook Analysis, 56p
- KLOPPMANN W., BOURHANE A., ASFIRANE F., 2011. Méthodologie De Diagnostic De L'origine De La Salinité Des Masses D'eau, BRGM, Orléans, 123p.
- LE HOUEROU, H.N. 1986 - Salt-Tolerant Plant Of Economic Value In The Mediterranean Basin. Reclamation And Vegetation Research .Vol.5: 319-314.
- Legros J. P., 2009. La Salinisation Des Terres Dans Le Monde. Académie Des Sciences Et Lettres De Montpellier Conférence N° 4069, Bull. N° 40, Pp. 257-269.
- Leterme, P., Carmenza Muñoz, L., 2002. Factors Influencing Pulse Consumption In Latin America. British Journal Of Nutrition 88, 251–254.
- LOYER, 1991. Classification Des Sols Salés : Les Sols Salic. Cahiers ORSTOM, Sér. Pédol., Vol. XXVI, Pp 51- 61.
- Madjid N, Tiar K., 2012. Mémoire Online Géographie Impact De La Salinité Due Au Traitement De Sol Sur L'environnement. Cas D ENASEL EL-OUTAYA Wilaya De Biskra Par Nacer Madjid Tiar Khaled ; Université Mohamed Khider Biskra-Algérie Ingénieur D'état En Ecologie Et Environnement ,41p.
- Maillard J., 2001. Le Point Sur L'Irrigation Et La Salinité Des Sols En Zone Aride : Risques Et Recommandations. Handicap International, 35p.
- MAINGUET M., 2003 -Les Pays Secs Environnement Et Développement .Ellipses, Paris : 27-28.
- Maitre, H., 2001. Processing Of Synthetic Aperture Radar Images. USA. 378pages
- Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R., 2008: Botanique Biologie Et Physiologie Végétales. 2ème Edition. Maloine. P: 49-51
- Mimoune., 1995. Gestion Des Sols Salés Et Désertification Dans Une Cuvette Endoréique d'Algérie (Sud Du Chott El Hodna). Thèse De Doc. Univ. D'Aix Marseille É. 204p.

- MUNNS R., 2002 - Comparative Physiology Of Salt And Water Stress.Plant Cell And Environment, Vol.25:239-250..
- Paloscia, S., Pampaloni, Pettinato, P.S. Et Santi, E., 2010., Generation Of Soil Moisture Maps From ENVISAT/ASAR Images In Mountainous Areas: A Case Study. International Journal Of Remote Sensing Vol. 31, No 9, Pp 2265–2276.
- Reguig Hadj Larroussi., 2007.Contribution à l'étude De La Relation Sol-Végétation Dans La Région Sud De La Zone Humide De Chott Et Hodna.Mémoire.Diplôme.En Biologie Msila.
- Renard S., Goffink J.P., Frankinet. (2007): Optimisation De L'efficacité De L'azote Dans Les Rotations Intégrantes Les Cultures De Légumes Industriels En Hesbaye. Les Dossiers De La Recherche Agricoles.
- Robert M., 1996. Le Sol : Interface Dans L'environnement Ressource Pour Le Développement. Ed.
- Ruellan, A., Blanchart, É., Brauman, A., Grimaldi, M., Grünberger, O., Barbiero, L., Chaplot, V., Olivier, M., Bernoux, M. 2008. Les Sols, Des Milieux Vivants Très Fragiles, Les Dossiers Thématiques De L'ird. 21pages
- Sun N.Z., 1994. Inverse Problems In Groundwater Modeling, Theory And Applications Of Transport In Porous Media V.6,Dordrecht,Boston :Kluwer Academic,337p.
- SZABLOCS I, 1994– Soils And Salinization .In :Pessarakli, M, (Ed), Handbook Of Plant And Crop Stress. Marcel Dekker, New York: 3-11.
- Ulaby F.T., Allen C.T. Et Eger G., 1984. Relating The Microwave Backscattering Coefficient To Leaf Area Index. Remote Sensing Of Environment: 14 Pp 113-133.
- ZID E., GRIGNON C., 1991- Les Tests De Sélection Précoce Pour La Résistance Des Plantes Aux Stress. Cas Des Stress Salin Et Hydrique. L'amélioration Des Plantes Pour L'adaptation Aux Milieux Arides, AUPELF-UREF. Jon Libbeytext, Paris : 91-108.
- Zribi, M., 1998. Développement De Nouvelles Méthodes De Modélisation De La Rugosité Pour La Rétrodiffusion Hyperfréquence De La Surface Du Sol., Télé-détection : Traitement Du Signal.Université Paul Sabatier, Toulouse
- Zribi, M., Le Morvan A. Et Baghdadi N., 2008. Dielectric Constant Modelling With Soil-Air Composition And Its Effect On SAR Radar Signal Backscattered Over Soil Surface. Sensors : (8) Pp 6810-6824.

Annexes

Annexe 01 : Nombre de feuilles

Analyse de la variance (Variable nbr de feuil) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	25,1375	8,3792	20,9479	< 0,0001

Erreur	12	4,8000	0,4000
Total			
corrigé	15	29,9375	

Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$

Annexe 02 : Hauteur finale de plantes

Analyse de la variance (Variable haut) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	234,7094	78,2365	22,1424	< 0,0001
Erreur	12	42,4000	3,5333		
Total					
corrigé	15	277,1094			

Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$

Annexe 03 : Poids frais des tiges

Analyse de la variance (Variable pds frais des tige) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	7,6243	2,5414	8,6050	0,0026
Erreur	12	3,5441	0,2953		
Total					
corrigé	15	11,1684			

Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$

Annexe 04 : Poids frais des feuilles

Analyse de la variance (Variable pds f des feui) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	103,6140	34,5380	56,7207	< 0,0001
Erreur	12	7,3070	0,6089		
Total corrigé	15	110,9210			

Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$

Annexe 05 : Poids frais des racines

Analyse de la variance (Variable pd f des racin) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	21,1594	7,0531	36,9133	< 0,0001
Erreur	12	2,2929	0,1911		
Total corrigé	15	23,4523			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Annexe 06 : Poids sec des tiges

Analyse de la variance (Variable pd sec tig) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	0,2264	0,0755	12,7892	0,0005
Erreur	12	0,0708	0,0059		
Total corrigé	15	0,2972			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Annexe 07 : Poids sec des feuilles

Analyse de la variance (Variable pd sec feui) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	3,7552	1,2517	261,9154	< 0,0001
Erreur	12	0,0574	0,0048		
Total corrigé	15	3,8126			

Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$

Annexe 08 : Poids sec des racines

Analyse de la variance (Variable pd sec raci) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	2,7136	0,9045	96,9241	< 0,0001
Erreur	12	0,1120	0,0093		
Total corrigé	15	2,8256			

Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$

Annexe 09 : Nombre de gousses

Analyse de la variance (Variable gousse) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	1,5375	0,5125	0,5913	0,6324
Erreur	12	10,4000	0,8667		
Total corrigé	15	11,9375			

Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$