République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Dr. Yahia Farés de Médéa

Faculté des Sciences

Mémoire de Master

En Sciences agronomiques

Département : science de la nature et de la vie

Spécialité: Phytopathologie

Réalisé Par:

Dif asmaa

Bouras maroua

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFET DU STRESS SALIN SUR QUELQUES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES

Soutenue publiquement le : 23 Juin 2022

Devant les jurys composé de:

Dr Chaouch Abdrezzak	MCA	UYF de Médéa	President
Dr CHAOUATI Karima	MAA	UYF de Médéa	Examinateur
Dr NABI Fahima	MCA	UEF de Médéa	Promotrice
Mme BOUCHENAFA Hadjer	Doctorante	UEF de Médéa	Co-promotrice

Année universitaire : 2021/2022

Remerciement

Louange à Dieu le tout puissant de nous avoir permis de réaliser dans de bonnes conditions ce modeste travail en fortifiant toute l'énergie dont il a bien voulu nous investir.

Le présent travail a été réalisé au niveau du Laboratoire de faculté des sciences de la nature et de la vie l'université du docteur Yahia Farés Médéa, ce travail nous donne l'occasion d'exprimer nos remerciements à plusieurs personnes :

Tout d'abord Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements aux promotrices, Mme **Nabi Fahima** *et Co-promotrice Mme* **Bouchenafa Hadjer** *avoir supervisé la réalisation de ce travail en prodiguant conseils et orientation et travaillant dur pour réaliser ce travail.*

Nous tenons à remercier Mme **chaouati** *pour ses conseils et sa direction.*
Nous exprimons tous nos remerciements à l'ensemble des membres de notre jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce mémoire.

Un grand merci à l'ingénieure de laboratoire des sciences de Nature et de la vie M. **Omar** *ainsi que tous les membres de l'équipe qui ont pu nous Aider de près ou de loin afin d'accomplir ce travail.*

En fin, Nous tenons également à remercier tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Nous remercions Allah pour sa grâce infinie et sa grande Miséricorde, et qui m'a donnée la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Je dédie ce modeste travail:

A la plus merveilleuse de toutes les femmes du monde, celle qui m'a soutenue durant toutes mes années d'études ,à celle qui m'a donné la vie à ma très chère mère qui me donne toujours de l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

A mon cher père pour lequel je souhaite une longue et heureuse vie pleine de bonheur, pour

Leurs sacrifices sans limites, et leur amour et leur encouragement.

A mes chères sœurs.

A mes frères.

Pour ma chérie binôme **MAROUA** pour leur entente, leur sympathie, leur aide et supports dans les moments difficiles ainsi que pour tous les merveilleux souvenirs.

Ainsi une mention très spéciale à ma camarade et vraie amie « **SARRA BELHADJE** » Ce qui m'a beaucoup aidé dans ce travail.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Asmaa

Dédicace

Je dédié ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie très chère mère qui me donne toujours de l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

À mon cher père qui m'a encouragé tout longue de mes études.

A mes chers frères.

A mon bras droit ma sœur **SARA** *mon soutien et ma force et ma chère petite sœur* **ANFEL**.

A ma grande tante pour m'avoir encouragé et aidé.

À mes meilleurs amies : **SAMAH, SARA, ASMAA**

A tous ma famille **BOURAS** *et* **SENHADJI**

Et tous qui m'ont aidé à compléter ce travail En fin je remercie mon binôme **DIF ASMAA**

Maroua

Résumé

La salinisation des sols et de l'eau, et l'un des principaux facteurs abiotique qui limitent la germination et la croissance végétales, et le rendement agricole. L'intérêt porte aux caractères morphologiques et d'adaptation des plantes cultivées aux contraintes environnementale a suscité, l'attention de nombreux chercheurs, dans cet intérêt et étude a pour objectif d'évaluer l'effet de la salinité sur la germination, la croissance, de trois légumineuses algérien (pois chiche, lentille et niébé).

Pour l'essai de germination, les graines sont mises à germer dans des boites de pétri à différentes concentrations de NaCl (0 $mmol.L^{-1}$, 100 $mmol.L^{-1}$) pendant 07 jours. Le maximum de germination est obtenu avec l'eau distillée (témoin 0) chez toutes les populations *(Lens culinaris), (Vignaungiculata*L.*) et (Cicer arietinum*L.*).*

L'essai l'augmentation de la salinité dans T1 la concentration de NaCl (100 $mmol.L^{-1}$) nos résultats obtenus montrent que le stress salin à un effet dépressif sur la germination et la croissance de toutes les populations (*Lens culinaris) (Vignaungiculata* L.) (*Cicer arietinum* L.)… En effet, la salinité réduit significativement la cinétique de germination, le pourcentage final de germination, la vitesse de germination, la longueur de radicules, longueur des hypocotyles, longueur des epicotyles, longueur totale, poids frais, poids sec et l'indice de vigueur des plantules. Une différence significative est enregistrée entre les populations en réponse au stress salin. La population de pois de chiche est plus tolérante suivie de la population de lentille.

Mots clés : salinité, germination, croissance, lentille, Niébé, pois chiche.

Summary

Stalinization of soil and water, and one of the main abiotic factors that limit plant germination and growth, and crop yield. the interest in the morphological characters and adaptation of cultivated plants to environmental constraints has aroused the attention of many researchers, in this interest and study aims to assess the effect of salinity on germination, growth , three Algerian legumes (chickpea, lentil and cowpea).

For the germination test, the seeds are germinated in petri dishes at different concentrations of NaCl (0 mmol.L-1, 100 mmol.L-1) for 07 days. Maximum germination is obtained with distilled water (witness0) in all populations (*Lens culinaris*), *(Vigna ungiculata* L.) and (*Cicer arietinum* L.).

The test the increase in salinity in T1 the concentration of NaCl (100 mmol.L-1) our results show that salt stress has a depressing effect on the germination and growth of all populations (*Lens culinaris*) (*Vigna ungiculata* L.) (*Cicer arietinum* L.)…Indeed, salinity significantly reduces germination kinetics, final germination percentage, germination rate, radicle length, hypocotyl length, epicotyl length, total length, fresh weight, dry weight and vigor index seedlings. a significant difference is recorded between populations in response to salt stress. The chickpea population is more tolerant followed by the lentil population.

Key words: salinity, germination, growth, lentil, cowpea, chickpea.

ملخص

تملح التربة والمياه ، وهو أحد العوامل اللاأحيائية الرئيسية التي تحد من إنبات النبات ونموه ، وإنتاجية المحاصيل. أثار الاهتمام بالخصائص المورفولوجية وتكيف النباتات المزروعة مع القيود البيئية انتباه العديد من الباحثين ، في هذا الاهتمام . وتهدف الدراسة إلى تقييم تأثير الملوحة على الإنبات ، والنمو ، وثلاث بقوليات جزائرية (الحمص ، العدس ،اللوبيا)

بالنسبة لاختبار الإنبات ، تنبت البذور في أطباق بتري بتركيزات مختلفة من كلوريد الصوديوم (0 مللي مول / لتر ، 100 مللي مول / لتر -1) لمدة 07 ايام. يتم الحصول على أقصى قدر من الإنبات بالماء المقطر (الشاهد 0) في جميع المجموعات (*lens culinaris*) و (*Vign aungiculata* L.) و(*Cicer arietinum* L.)

اظهرت نتائج اختبار زيادة الملوحة في T1 تركيز كلوريد الصوديوم (100ميليمول لتر -1) ان الاجهاد الملحي له تأثير محبط على انبات ونمو جميع المجموعات (*lens culinaris*)و (*Vigna ungiculata* L.) و(*Cicer arietinum*L) وبالفعل، فإن الملوحة تقلل معنوياً حركية الإنبات، ونسبة الإنبات النهائية، ومعدل الإنبات، وطول الجذور، وطول épocotyle،وطول épicotyleوالطول الإجمالي ، والوزن الرطب ، والوزن الجاف ومؤشر قوة الشتلات تم تسجيل فرق كبير بين المجموعات استجابة لإجهاد الملح مجموعة الحمص أكثر تحملاً يليهم مجموعة العدس

الكلمات المفتاحية: الملوحة ، الإنبات ، النمو ، العدس ، اللوبيا ، الحمص.

Liste des abréviations

T : Traitement

NP : non priming

I V P : Indice de vigueur de plante

PFG : Pourcentage finale de germination

VG : Vitesse de germination

Na Cl : Chlorure de sodium

Mm : milli molaire

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sols affectés par le sel sur les continents et sous-continents (Pessarakli et Szabolcs,1994).

Tableau 2 : la qualité de l'eau (Lallemand, 1980)..

Tableau 3 : Situation de la culture de lentille en algerie (MADR.,2017).

Tableau 4: caractéristique agro morphologique des populations étudiées et leurs localisations géographiques.

Tableau 5: le dispositif expérimentale en bloc randomisation total R : répétition.

Tableau 6 : Effet de stresse saline sur le pourcentage de germination de la population (*Lens culinaris*L), durant 7 jour soumises à différentes concentration de NaCl.

Tableau 7: Effet de stresse saline sur le pourcentage de germination de la population (*Vigna unguiculata* (L) Walp), durant 7 jour soumises à différentes concentration de NaCl

Tableau 8 : Effet de stresse saline sur le pourcentage de germination de la population (*Cicer arietinum*), durant 7 jour soumises à différentes concentration de NaCl .

Tableau 9 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin sur pourcentage de germination jr 2.

Tableau 10 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin sur le pourcentage de germination jr 3.

Tableau 11 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin sur le pourcentage de germination jr 4.

Tableau 12 : Analyse de variance de l'effet de traitement sur le pourcentage de germination jr 5.

Tableau 13 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin sur le pourcentage de germination jr 6.

Tableau 14 : Effet de stresse saline et durées sur le pourcentage final de germination (PFG) de (*Cicer arietinum), (Lens culinaris*L) *et* (*Vigna unguiculata*(L.) Walp) soumises à différentes concentration de NaCl

Tableau 15 : Analyse de variance de l'effet de traitement sur les paramètres de pourcentage finale de germination (PFG).

Tableau 16 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin sur les paramètres de vitesse de germination (VG).

Tableau 17 : Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement saline, sur les

paramètres (longueur de radicule).

Tableau 18 : Analyse de variance de l'effet traitement de stress salin sur le paramètre (longueur de hypocotyle).

Tableau 19 : Analyse de variance de l'effet de traitement de stress saline sur les paramètres (longueur de l'epicotyle).

Tableau 20 : Analyse de variance de l'effet de traitement de stress salin sur le paramètre (longueur de total).

Tableau 21 : Analyse de variance de l'effet traitement de stresse saline sur le paramètre (l'indice de vigueur des plantules).

Tableau 22: Analyse de variance de l'effet de traitement saline, sur genotypes de (*Lens culinaris* L), (*Vigna unguiculata*(L.) Walp) et (*Cicer arietinum)* sur les paramètres (poids frais).

Tableau 23 : Analyse de variance de l'effet traitement saline, sur génotypes de (*Lens culinaris* L), (*Vigna unguiculata*(L.) Walp) et (*Cicer arietinum*), sur le paramètre (poids frais).

Listes des figures

Figure 1 : Origines de la salinisation (Iptrid, 2006).

Figure 2 : Répartition mondiale des sols salins (Szabolcs, 1991) (Pessarakli, 1991).

Figure 3 : image représenté des différentes formes des grains des légumineuses (Ahmed et Hasan, 2014)**.**

Figure 4 :proportion de la production mondiale de légumineuse a graines 2016 (Drim, 2019).

Figure 5 : description morphologique du pois chiche (Kudapa *et al.,* 2018**).**

Figure 6 : pourcentage de production de pois chiche par continent en 2018 (anonyme, 2019).

Figure 7 : la production du pois chiche en Algérie (DSASI, MADRP, 2009-2017).

Figure 8: Graines des pois chiches type Desi et Kabuli (Sanjeewa *et al*., 2010).

Figure 9: Niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp). (D'après H. Rabechault.).

Figure 10 : Description morphologique de la lentille : **a**: Fleur ; **b** : Graines ; **c** : tige et gousses (Hamadache., 2014In : Achouri (2018).

Figure 11 : aspect des graines des populations **(a :** *(Cicer arietinum)*,**b** :*(Lens culinaris* L*)* **c:***Vignaunguiculata (* L. *)* Walps*)* et **d :** (*vicia faba* L*).*

Figure 12 : préparation des solutions saline.

Figure 13 : Essai de germination des populations étudiées.

Figure 14 : les mesures des plantules après séchage **(a** : une balance **b** :étuves réglée a 50C **c**: quelques plantules étudiées)

Figure15 : Vitesse de germination de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 16: Vitesse de germination de la population (*Vigna unguiculata*(L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 17 : Vitesse de germination de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 18: Longueur de radicule de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 19: Longueur de radicule de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 20 : Longueur de radicule de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 21 : Longueur de hypocotyle de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 22 : Longueur de hypocotyle de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 23 : Longueur de hypocotyle de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 24 : Longueur de épicotyle de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 25: Longueur de épicotyle de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM (durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition,

Figure 26: Longueur de épicotyle de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 Mm) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 27 : Longueur total de la population (*Lens culinaris*L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 Mm) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 28: Longueur total de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 29: Longueur total de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux

concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 30: Indice de vigueur de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 31 : Indice de vigueur de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 32: Indice de vigueur de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 33: Poids frais (g) de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 34 : Poids frais (g) de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 35 : Poids frais (g) de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 36: Poids secs (g) de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

Figure 37: Poids secs (g) de la population (*Vigna unguiculata* (L) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Figure 38 : Poids secs (g) de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Résumés (français, anglais, Arabe)

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction ……1

Partie 01 : Synthèse Bibliographique

Chapitre I : La salinité

I-1- La salinité…… ……..……..…..3

I-1-1 Définition de la salinité…….…..…..3

I-1-2 L'origine de la salinité ……..……..…….3

I-1-3 Types de la salinisation…….……..……..……3

a- Salinisation naturelle ou « primaire »…….,,….....3

b- Salinisation anthropique ou « secondaire »…….…...3

I-1-4 Définition des sols sales ……..4

a-Origine des sels responsables de la salinité …….…….....4

b- Causes de la salinisation des sols ……..…..……4

c- Dommages provoqués par les sols Salés…….5

I-1-5 Répartition géologique de la salinité …….,,…….....5

a- Dans le monde ……..5

b- En Algérie ……,,,…….……...…..6

I-1-6 Salinité de l'eau ……..…..7

a- Caractéristique des eaux d'irrigation ……7

I- 2-Stress salin …….……..……....7

I- 2-1 Définition de stress ……....….7

I- 2-2 Définition du stress salin ……....…7

I-2-3 Effets de la salinité sur les végétaux …….....7

a- Stress osmotique ……8

b- Stress ionique ……..…….…….....8

c- Stress nutritionnel …….……....8

I-2-4 Effet de la salinité sur le développement des plantes ……..……8

I-2-5 Effet de stress au niveau de la cellulaire ……..…...9

I-2-6 Effet de stress à la photosynthèse ……..…….9
I-2-7 Réponses des plantes ……..……..9
I- 2-7-1 Réponses d'adaptation morphologique contre la salinité ….……....10
a- Germination ……...11
b- Développement des semis……...……...…11
c- Photosynthèse Les plantes……...……...11
d- Relations hydriques……...……....….11

Chapitre II : Les légumineuses

I1-1 Généralité ……...…13
II-2 Taxonomie des légumineuses ……...…….....13
II-3 Répartition des légumineuses alimentaires dans le monde ……..……..…...14
II-4 L'importance des légumineuses ……14
II-5 Production des légumineuses ……14
II-5-1 Dans le monde …….…....14
II-5-2 - En Algérie ……..……..…15
II-6 Le pois chiche (*cicer arietinum* L.) ……..…...15
II-6-1 Origine ……...…....15
I1-6-2 Classification botanique ……...……..….15
I1-6-3 Caractéristiques botaniques ……..16
I1-6-4 Répartition régionale et production ……16
a-Dans le monde…….……..16
b- En Algérie ……..…….....…...….17
I1-6-5 Types de pois chiche……...…….18
I1-6-6 Importance économique de la culture ……...…..……18
I1-7 Le niébé (*Vigna ungiculata* L.) …….……...……...…….19
I1-7-1 Description ……..……...…....…….19
I1-7-2 Classification botanique …….……20
I1-7-3 Répartition géologique de l'espèce ……....……20
a- Dans le monde …….……..20
b- En Algérie …….……...……20
I1-7-4 Intérêt de la culture …….……..……. 20
a- Intérêt nutritionnel ……..…...…….…..20
b- Intérêt agronomique ……..……..….20

c- Intérêt économique ……...…….21
I1-8 Lentilles (*Lens culinaris*)...……...……... 21
I1-8-1 Description. ……..……...…….……..21
I1-8-2 Classification botanique …….…...……..22
I1-8-3 Répartition géologique de l'espèce ……...…..……22
I1-8-4 Intérêt nutritionnel ……...…….…….22
I 1-8-5 Production de lentille ……...…….…….23
a- Dans le monde…….…….23
b- En Algérie ……..……..…..……23

Partie 02: Partie Expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I - Effet de stress salin sur la germination de la population de pois chiche, lentille et niébé
I -1 Matériel végétal …….…….24
Pois chiche (*cicer arietinum* L.) ……..……24
Classification botanique …….…….……24
Le niébé (*Vignaungiculata* L.) ……...…….25
Classification botanique ……..……...…...……..25
Lentilles (*Lens culinaris* L) …….……..…..……25
Classification botanique ……. …….....……25
La fève (*vicia faba* L) …….……...……26
Classification botanique…….…….…….……26
I-2 Méthode d'étude ……..……..28
I -2-1 Préparation des solutions salines pour l'application du stress …..…….28
I-2-2 Protocole expérimental au laboratoire …….……..28
I -3 Dispositif expérimental…… ….……..30
I -4 Paramètres étudiés…… …….……30
I -5.Analyse statistique…….…….…….32

Chapitre II : Résultats et Discussion

Résultats
II-1- Effet de stress salin sur la germination …… ……..33
II- 1-1 Effet de stress salin sur l'évolution du pourcentage de germination…...……33
II-1-2 Effet stress salin sur le pourcentage final de germination.…….……37
II-1-3 Effet de stress salin sur le de la vitesse de germination ……..……38

II-2- Effet de stress salin sur la croissance précoce ……..…..……41
II- 2-1 Effet stress salin sur la longueur des Radicule……41
II-2-2 Effet stress salin sur la Longueur des Hypocotyle……..……43
II-2-3 Effet de stress salin sur la Longueur des Epicotyle…….…….46
II-2-4 Effet de stress salin sur la Longueur totale…….……..48
II- 2-5 Effet de stress salin sur l'Indice de vigueur des plantules…..…..……51
II-2-6 Effet de stress salin sur le poids frais des plantules……..…….……..53
II- 2-7 effet de stress salin sur le poids sec des plantules…….……...……..55
Discussion…….58
Conclusion……60
Références bibliographiques…….……..61
annexes

Introduction

Les zones semi-arides et les régions littorales présentent généralement de fortes teneurs en sel (Brun, 1981). Traditionnellement, les milieux naturels riches en chlorure de sodium créent pour les végétaux les conditions écologiques particulières au niveau des racines (forte pression osmotique et déséquilibre ionique). Il en résulte pour le végétal des difficultés d'approvisionnement en eau et en éléments nutritifs indispensables ainsi que des risques d'empoisonnement par accumulation d'éléments tels que sodium ou chlore qui peuvent devenir toxiques à très forte dose (Tattini *et al.*, 1995 ; Venkataraman et Venkataraman, 1995 ; Saintilan, 1998 ; Saadallaha *et al.*, 2001).

L'approvisionnement en eau d'irrigation constitue l'un des facteurs déterminants dans la production agricole, aussi bien dans l'intensification des cultures que dans l'extension des surfaces irriguées. Pour les régions tempérées, les eaux superficielles constituent la principale source d'eau d'irrigation alors que dans les zones semi - arides, où cette ressource est rare ou inexistante, on fait appel aux eaux souterraines (BOUALLA *et al* . , 2012) . Le développement de l'agriculture dans ces zones rencontre actuellement, en dehors de la rareté de ressources hydriques, de nouveaux problèmes tels que le risque de salinisation des sols.

En effet, pour satisfaire le besoin en eau des plantes, on fait appel à l'irrigation (DROUBI, 1976). C'est ainsi que depuis une cinquantaine d'années, de grands périmètres d'irrigation ont étés construits en Algérie pour combler le déficit en eau des cultures. Cependant, ces pratiques d'irrigation à grande échelle ont modifié le fonctionnement des sols et accru le risque de salinisation. En effet, en Algérie, plus de 20 % des sols irrigués sont concernés par le problème de salinité (DOUAOUI et HARTANI, 2007).

La salinisation est un processus majeur de la dégradation des terres irriguées. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables chaque minute, dont 3 hectares du fait de la salinisation. En effet, 10 à 15% des surfaces irriguées sont soumises au phénomène de salinisation à des degrés divers (Mermoud, 2006).

L'effet négatif de la forte salinité peut être observé au niveau de la plante entière comme la mort de la plante et /ou la diminution de la productivité. Beaucoup de plantes développent des mécanismes adaptatifs soit pour exclusion du sel de leurs cellules ou pour la tolérance de sa présence dans les cellules (Parida et Das, 2005). L'accumulation du sodium dans les organes de la plante à la suite d'une entrée massive de certains ions toxiques tel que le chlore commence à exercer une action toxique, qui se manifeste par des

lésions sur les feuilles, dès que la teneur en cet élément atteint 0,05% dans les tissus, la sensibilité à cet élément est variable suivant les espèces. (Gouny et Brachet, 1967 ; El Mekkaoui, 1990).

La survie et la croissance des légumineuses en condition de contrainte saline sont liée à des processus adaptatifs liés au transport et à la compartimentation des ions, à la biosynthèse et l'accumulation d'osmolytes organiques qui participent à l'ajustement osmotique et à des remaniements protéiques nécessaires au maintien de l'intégrité cellulaire La germination est une étape essentielle du développement des plantes, elle détermine le succès de l4etablissement des plantes, malheureusement cette phase est affecté par le stress salin, le choix des légumineuses est dicte par leur intérêt agronomique, écologique et nutritionnelle, Malgré leur intérêt il n'existe pas des études sur l'effet du stress salin sur la germination des légumineuses.

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'influence d'une contrainte saline sur la germination et croissance précoce sur quatre légumineuses de cultivées en Algérie (*Lens culinaris*) (*Vigna ungiculata* L.) (*Cicer arietinum* L.) et (*vicia faba* L).

Ce mémoire comporte deux parties avec Quatre chapitres. La première partie avec deux chapitres a été réservée à une étude bibliographique, pour cerner toutes les données de la problématique.

Le premier chapitre étudie l'effet de la salinité sur les plantes cultivées et le problème salinisation dans le monde. Le deuxième chapitre parle des légumineuses étudiées, de leurs caractéristiques et de leur importance nutritionnelle et économique.

Dans le troisième chapitre nous avons présenté le matériel végétal étudié, les différentes méthodes appliquées pendant la germination jusqu'à la croissance de la plante. Le quatrième la présentation des résultats et leurs discussions. Et Enfin, dans la conclusion générale et des recommandations.

Chapitre 1
La Salinité

I-1 La salinité

I-1-1 Définition de la salinité

La salinité définie ici est la concentration de sels minéraux dissous présents dans les sols (solution de sol) et les eaux (Iptrid, 2006). Les sels de minéraux dissous sont constitués des électrolytes de cations et d'anions. Les principales cations dans les solutions de sol salin sont constituées de Na^{+}, $Ca2^{+}$, $Mg2^{+}$ et K, et les principaux anions sont Cl^{-}, SO_4^{2-},$HC0_3^{-}$,CO_3^{2-} et NO_3^{-}.d'autres constituants contribuant à la salinité dans des sols et des eaux hyper-salines comprennent, B, Sr^{+2}, SiO_2, Mo, Ba^{2+} et Al^{3+} (Hu et Schmidhalter, 2004).

I-1-2 L'origine de la salinité

Lorsque l'eau d'irrigation utilisée est saumâtre (Figure 1), ce sont les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation qui sont à l'origine de la salinisation des sols aussi la salinité d'un aquifère côtier dont l'eau est prélevée pour l'irrigation cela mène à les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation qui des sols et la nappe superficielle est proche, avec une eau de qualité médiocre (Iptrid, 2006).



Figure 1 : Origines de la salinisation (Iptrid, 2006).

I-1-3 Types de la salinisation

a- Salinisation naturelle ou « primaire »

Les milieux salés naturels présentent une grande variété de paysages variant entre une salinisation diffuse et une salinisation extrême. Les sols salés s'y développent en relation avec une biodiversité remarquable (halophyte), qui offre des ressources disponibles aux populations locales (saliculture, pastoralisme) (MontoRoi, 2017).

De nombreux facteurs naturels génèrent des sels solubles sur la planète Terre (altération et dissolution des minéraux contenus dans les sols et les roches, sources géothermales, érosion éolienne, nécrose des êtres vivants), les transportent (pluies, rivières, eaux souterraines, eaux de mer, vents) et les accumulent dans les sols (climats secs, sécheresses temporaires, proximité de la mer dans les zones côtières et deltaïques, présence d'une nappe salée peu profonde, dépôts éoliens (embruns, aérosols), zones endoréiques (sebkhas, chotts) (MontoRoi, 2017).

b- Salinisation anthropique ou « secondaire »

Les activités humaines qui induisent une salinisation dite « secondaire » sont nombreuses : irrigation mal conduite, pratiques d'anciennes techniques d'irrigation, irrigation avec des eaux riches en sels, déforestation intensive, engrais contenant des sels de potassium et d'azote, dépôts atmosphériques près des sites industriels (MontoRoi, 2017).

La salinisation anthropique accentue la salinisation naturelle, change la composition des eaux naturelles (lacs, rivières, nappes souterraines), dégrade la qualité de l'eau demandée pour satisfaire les besoins domestiques, agricoles et industriels, contribue à la perte de biodiversité et de fertilité des sols, modifie les conditions climatiques locales, crée des problèmes sanitaires et réduit drastiquement les activités agricoles et piscicoles (MontoRoi, 2017).

I-1-4 Définition des sols sales

Les sols sodiques aussi appelés sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles plus solubles que le gypse dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leurs horizons ou de tout leur ensemble sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels, en particulier du sodium (Aubert, 1982).

a- Origine des sels responsables de la salinité

L'origine des sels solubles dans les sols est très variée. L'altération des roches contenant des minéraux sodiques, potassiques, magnésiens, donne des sels souvent solubles, en particulier carbonates et bicarbonates, parfois silicates (Aubert, 1982). En région aride ceux-ci se concentrent sur place ou dans les dépressions et zones basses du paysage. Parfois en zone endoréique, ils peuvent être apportés par les rivières qui viennent s'y jeter, provenant de régions bien plus humides (Auber, 1982)

b- Causes de la salinisation des sols

Il peut y avoir de nombreuses causes de sels dans les sols (Zaman *et al*, 2018); les

sources les plus communes sont énumérées ci-dessous:

• la salinité du sol Inhérente (altération des roches, matériau de base).

• saumâtres et l'eau d'irrigation saline.

• l'intrusion d'eau de mer dans les terres côtières ainsi que dans l'aquifère en raison de plus extraction et l'utilisation excessive de l'eau douce.

• drainage restreint et une nappe d'eau montante.

• l'évaporation de surface et la transpiration des plantes des jets d'eau de mer, vapeurs condensées qui tombent sur le sol comme des précipitations.

• sels portés par le vent produisant des champs salins de sur utilisation des engrais (chimiques et agricoles fumiers).

• l'utilisation d'amendements du sol (chaux et gypse).

• l'utilisation de boues d'égout.

• l'immersion de la saumure industrielle sur le sol.

c- Dommages provoqués par les sols Salés

Certains des dommages causés par l'augmentation de la salinité du sol (Shahid, 2013) sont énumérés ci-dessous:

• La perte de la biodiversité et la perturbation des écosystèmes.

• Les baisses des rendements des cultures de cessation d'exploitation ou la désertification des terres agricoles productives auparavant.

• Un nombre croissant de plantes morts.

• Augmentation du risque d'érosion des sols due à la perte de la végétation.

• La contamination de l'eau potable.

• Activité biologique du sol plus faible en raison de la hausse nappe d'eau salée.

I-1-5 Répartition géologique de la salinité

a- Dans le monde

Près de 10% de la surface totale des terres est recouverte de différents types de sols salins (Figure 2) et (Le tableau 1) montre la répartition des sols salins dans le monde (Kovda et Szabolcs, 1979) et il montre qu'aucun continent de notre planète n'est exempt de sols salins. Ils sont distribués non seulement dans les déserts et les régions semi-désertiques, mais aussi fréquemment dans les plaines alluviales fertiles, les vallées fluviales et les zones côtières proches des zones densément peuplées et des systèmes d'irrigation (Szabolcs, 1989) (Dahiya et Anlauf , 1990) (Dinc *et al*, 1991) (Pessarakli, 1991) (Minashina, 1996).

Tableau 1 : Sols affectés par le sel sur les continents et sous-continents (Pessarakli et Szabolcs, 1994).

Continent	Superficie (millions ha)
Amérique du Nord	15.7
Mexique et Amérique centrale	2.0
Amérique du Sud	129.2
Afrique	80.5
Asie du sud	87.6
Asie du Nord et centrale	211.7
Asie du Sud-Est	20.0
Australasie	357.3
Europe	50.8
Total	954.8



Figure 2 : Répartition mondiale des sols salins (Szabolcs, 1991) (Pessarakli, 1991).

b- En Algérie

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 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, HabraSig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des chotts et de Sebkhas (ChottsChergui, Chottgharbi, ChottHodna, Chottmelghir, Sebkha d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazher Gharbi et Chergui, etc…) et dans le grand sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc…) (Pessarakli et Szabolcs, 1994).

I-1-6 Salinité de l'eau

La qualité de l'eau d'irrigation est déterminée par sa teneur en sels solubles ,teneurs en sodium , bore et bicarbonates .plus cette teneur en sels sera grande ;plus il Ya aura risque de créer un sol salé ou d'aboutir à une eau du sol impropre au développement des plantes (Lallemand, 1980).

a- Caractéristique des eaux d'irrigation

Selon la classification américaine (tableau 2), les eaux sont classées en quatre catégories établies sur les valeurs de conductivité électrique (Lallemand, 1980).

Tableau 02 : la qualité de l'eau (Lallemand, 1980).

Teneur en sel g/1	**Conductivité électrique micro mhos/cm à 25 °C**	
< 0,2 0,2-0,5 0,5-1,5 1,5-3	< 250 250-750 750-2250 > 2250	**C1 Eaux faiblement** **C2 Salinité moyenne** **C3 Salinité forte** **C4 Très fort salinité**

I-2- Stress salin

I-2-1 Définition de stress

Le terme stress est défini comme un changement environnemental qui tend à empêcher le fonctionnement des systèmes du cycle normal. Les espèces ou variétés végétales diffèrent en termes d'environnements optimaux et de sensibilité à un stress particulier (Alam, 1994).

I-2-2 Définition du stress salin

Est un type de stress causé par des facteurs environnementaux qui affecte négativement la croissance, le développement, le rendement et la qualité des semences des plantes. Le stress salin affecte généralement les plantes avec des facteurs tels que la sécheresse ou les inondations, une lumière excessive, une température élevée ou basse excessive, un manque de minéraux, un pH excessif dans le sol (Rhodes et Nadolska-Orczyk, 2001).

I-2-3 Effets de la salinité sur les végétaux

Selon Levigneron *et al* (1995), la quantité de sels dans le sol plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture varie avec les familles, les genres et les espèces,

mais aussi les variétés considérées. C'est pour- quoi il n'est pas possible de définir, dans l'absolu, le seuil de salinité à partir duquel les cultures subissent un stress salin. Que les conséquences d'un stress salin peu- vent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes :

a- Stress osmotique

Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol. ce phénomène assure, d'une part la poursuite de l'absorption de l'eau du sol et, d'autre part, la rétention de l'eau intracellulaire et le maintien de la turgescence. Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et la perte de la turgescence (Levigneron *et al*, 1995).

b- Stress ionique

En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique (Levigneron *et al*, 1995).

c- Stress nutritionnel

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale. En particulier, vis-à-vis des transporteurs ioniques cellulaires, le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure avec le nitrate, le phosphate et le sulfate. Ainsi, il est possible de mettre en évidence l'influence du sel sur des activités métaboliques de la plante aussi nombreuses et importantes que l'absorption d'eau et de nutriments, l'ajustement osmotique, la synthèse de protéines et d'acides nucléiques, l'accumulation de solutés organiques, ainsi que sur la balance hormonale, les taux de respiration, la photosynthèse et leurs interactions avec la microflore du sol (Levigneron *et al*, 1995).

I-2-4 Effet de la salinité sur le développement des plantes

La salinité affecte presque tous les aspects du développement des plantes, y compris la germination, la croissance végétative, la salinité du sol impose aux plantes une toxicité ionique, un stress osmotique, une carence en nutriments (N, Ca, K, P, Fe, Zn) et un stress oxydatif. La salinité limite également indirectement la productivité des plantes par ses effets néfastes sur la croissance des Bactéries symbiotiques.

Des concentrations élevées de sel dans le sol imposent un stress osmotique et limitent ainsi l'absorption d'eau du sol. L'accumulation de sodium dans les parois cellulaires peut rapidement entraîner un stress osmotique et la mort cellulaire (Munns, 2002). La toxicité ionique est le résultat du remplacement de K^+ par le Na^+ dans les réactions biochimiques et des changements conformationnels induits par le Na^+ et le Cl^- dans les protéines (Zhu, 2002) (Tester et Davenport,2003).

I-2-5 Effet de stress au niveau de la cellulaire

L'organite le plus affecté dans la plante par le stress salin est le chloroplaste. Le stress affecte principalement les thylakoïdes et le stroma dans le chloroplaste (Çulha et Çakırlar, 2011). Les chloroplastes ont tendance à générer des espèces réactives de l'oxygène telles que H_2O_2, O_2^-, OH^-. Les espèces réactives de l'oxygène affectent gravement les activités métaboliques des plantes en causant des dommages oxydatifs aux lipides qui entraînent la dégradation des protéines et la peroxydation des lipides membranaires, provoquant le gonflement des thylakoïdes et leur transformation en une forme ondulée (Çulha et Çakırlar, 2011) (Suo *et al*, 2017). Le stress causé par le sel provoque une autre situation négative d'accumulation d'amidon dont on ne sait pas comment elle s'est produite entièrement dans le chloroplaste.

I-2-6 Effet de stress à la photosynthèse

Effet sur la photosynthèse on sait que l'effet se produisant dans la photosynthèse qui est affectée négativement par des concentrations de sel élevées et faibles, peut provenir de stomates, de non-stomates ou des deux limitations (Çulha et Çakırlar, 2011). Plusieurs facteurs peuvent être comptés comme une raison de la diminution de l'activité photosynthétique. La première raison est la réduction de la perméabilisation cellulaire du CO_2 à la suite de la déshydratation des membranes. Une concentration élevée de sel dans le sol crée un potentiel osmotique élevé dans la plante en limitant l'accès de l'eau à la plante, mais avec une diminution du potentiel hydrique, un stress osmotique se produit dans la plante. Le transport photosynthétique des électrons est affecté négativement. Avec la toxicité ionique causée par les ions Na^+ et Cl^-, les nutriments essentiels ne peuvent pas être prélevés et cette situation conduit à une limitation de la photosynthèse (Shah, 2014).

I-2-7 Réponses des plantes

Pour comprendre les mécanismes physiologiques responsables de la tolérance à la salinité de ces espèces, il est nécessaire de savoir si leur croissance est limitée par l'effet osmotique du sel dans le sol ou par l'effet toxique Dans l'analyse la plus simple de la

réponse d'une plante au stress de salinité, la réduction de la croissance des pousses se produit en deux phases : une réponse rapide à l'augmentation de la pression osmotique externe et une réponse plus lente due à l'accumulation de Na^+ dans les feuilles .Dans la première phase osmotique, qui commence immédiatement après que la concentration en sel autour des racines a atteint le niveau seuil, le taux de croissance des pousses chute de manière significative. Le niveau seuil est d'environ 40 Mm de NaCl pour la plupart des plantes ou moins pour les plantes sensible. Ceci est en grande partie dû à l'effet osmotique du sel à l'extérieur des racines montre l'effet sur le taux de croissance des pousses, c'est-à-dire le taux d'augmentation de la matière sèche des pousses ou de la surface foliaire au fil du temps. La vitesse à laquelle les feuilles en croissance se développent est réduite, les nouvelles feuilles émergent plus lentement et les bourgeons latéraux se développent plus lentement ou restent au repos, de sorte que moins de branches ou de pousses latérales se forment (Munns et Tester, 2008).

Trois types distincts de réponse ou de tolérance des plantes Les mécanismes de tolérance à la salinité se répartissent en trois catégories

1. Tolérance au stress osmotique. Le stress osmotique réduit immédiatement l'expansion cellulaire dans les extrémités des racines et les jeunes feuilles et provoque la fermeture des stomates. Une réponse réduite au stress osmotique entraînerait une croissance foliaire et une conductance stomatique plus importantes, mais l'augmentation de la surface foliaire qui en résulterait ne profiterait qu'aux plantes qui ont suffisamment d'eau dans le sol. Une plus grande expansion de la surface foliaire serait productive lorsqu'un approvisionnement en eau est assuré, comme dans les systèmes de production alimentaire irrigués, mais pourrait être indésirable dans les systèmes limités en eau et entraîner l'épuisement de l'eau du sol avant que le grain ne soit complètement mûri (Munns et Tester, 2008).
2. Exclusion de Na^+ des limbes. L'exclusion du Na^+ par les racines garantit que le Na ne s'accumule pas à des concentrations toxiques dans les feuilles. Un défaut d'exclusion de Na^+ manifeste son effet toxique après des jours ou des semaines selon les espèces et provoque la mort prématurée des feuilles les plus âgées (Munns et Tester, 2008).
3. . Tolérance tissulaire, c'est-à-dire tolérance des tissus au Na^+ accumulé ou, chez certaines espèces, au Cl^-. La tolérance nécessite une compartimentation du Na^+ et du Cl^- au niveau cellulaire et intracellulaire pour éviter les concentrations toxiques dans le cytoplasme, en particulier dans les cellules du mésophile de la feuille. La toxicité se produit avec le temps,

après que le Na^+ foliaire ait atteint des concentrations élevées dans les feuilles plus âgées (Munns et Tester, 2008).

I-2-7-1 Réponses d'adaptation morphologique contre la salinité

Réponses d'adaptation morphologique contre la salinité chez les plantes Les facteurs tels que le type de plante (halophyte) qui peut s'adapter à l'environnement dans lequel la plante se trouve ou le type de plante (glycophyte) qui est peu affecté par l'environnement, le temps d'exposition à la salinité, les concentrations de sel dans l'eau d'irrigation ont des effets sur la croissance et ces facteurs amènent les plantes à développer différents mécanismes contre les effets négatifs (Munns et Tester, 2008).

a- Germination

La germination des graines est une des étapes vitales pour la plante mais elle est empêchée par la salinité. Le stress salin a des effets négatifs sur l'imbibition des plantes et la croissance des racines (Shahzad, 2019). Diminution de la germination induite par la salinité et la réduction de la croissance des racines des plantes sont liées à la toxicité des ions et au stress osmotique (Katembe *et al*, 1998). Une diminution de la germination est observée chez les plantes poussant sous salinité (Lin *et al*, 2012).

b- Développement des semis

Pour que la plante poursuive ses événements vitaux, le développement des semis sous stress de salinité joue un rôle important. L'accumulation de biomasse végétale et le retard de croissance des plantes sont parmi les résultats de la salinité, le plus grand impact étant son rôle dans l'expansion de la surface foliaire (Shahzad, 2019). Bien que certaines plantes tolérantes au sel semblent augmenter la combinaison de biomasse sous une salinité élevée, il existe une relation inverse entre le développement des semis et la salinité. La salinité affecte également négativement le poids frais et sec des semis, la longueur de la plante et la surface racinaire de la plante (Shahzad, 2019).

c- Photosynthèse Les plantes

Les plantes produisent leurs aliments grâce à la photosynthèse (Shahzad, 2019). La photosynthèse est affectée par la salinité à long terme ou à court terme. Alors qu'il peut se débarrasser des effets à court terme avec des restrictions de stomates qui provoquent une diminution de l'accumulation de carbone, il peut se débarrasser des effets causés par l'accumulation de sel dans les feuilles à long terme (Parida et Das, 2005) (Munns et Tester, 2008).

La fermeture des stomates empêche la plante de perdre de l'eau par transpiration. Les détériorations des membranes thylakoïdes et la diminution des activités des enzymes du cycle de Calvin sont les facteurs les plus importants causés par la salinité. En raison de la salinité, la détérioration des récepteurs PS II entraîne une perte de rendement en PS II (Shahzad, 2019).

d- Relations hydriques

Des quantités excessives d'ions Na^+ et Cl^- empêchent la consommation d'eau de la plante en augmentant le potentiel osmotique du sol, cette situation provoque des négativités dans la croissance des plantes en diminuant le consentement de l'eau dans les cellules végétales (Munns, 2002). Sous l'augmentation de la salinité, une corrélation inverse contre le stress entre le potentiel osmotique et le potentiel hydrique se produit, ce qui signifie que tandis que la salinité augmente, une diminution de ces deux facteurs est observée (Shahzad, 2019).

Le stress osmotique à base d'eau provoque la fermeture des stomates et, en allant plus loin, perturbe la photosynthèse en empêchant le flux de CO_2. La régulation du débit d'eau est la solution clé pour éliminer ces facteurs négatifs (Flexas *et al*, 2006).

Chapitre 2
Les Légumineuses

1-1 Generalité

Les légumineuses sont des plantes dicotylédones appartenant à la famille botanique des Fabacées (Schneider, 2015), est parmi les familles les plus importante de plantes à fleurs constituant 650 à 750 genres, 18 000 à 19000 espèces d'herbes, des grimpeurs, des arbustes et des arbres.

Les légumineuses sont divisées en quatre sous familles comme *Caesalpinoideae* (2.800 espèces), *Mimosoideae* (2.900), *Papilionoideae* (14 000) et *Swartzioideae* (80) (figure1).

Légumineuses sont utiles en tant que composants alimentation humaine et animale et l'amélioration du sol de l'agriculture et de l'agroforesterie (Peter et Carroll, 2003).

Les légumineuses sont caractérisées par :

- des fleurs papilionacées pour la plupart des espèces cultivées.
- un gousse contenant des graines (la gousse étant le fruit issu de l'ovaire de la fleur).
- et pour la majorité des membres de cette famille, la capacité d'utiliser l'azote atmosphérique (N_2) pour produire ses propres composants protéiques. Cette capa cité est permise par la symbiose avec des bactéries du sol fixatrices de l'azote au sein d'organes spécialisés (les nodules) qui se développent sur les racines (Schneider, 2015) (figure 3).

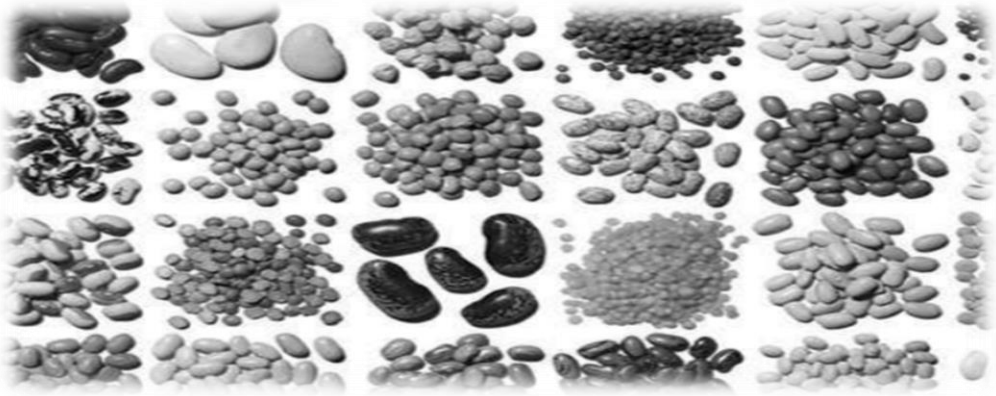


Figure 3 : image représenté des différentes formes des grains des légumineuses (Ahmed et Hasan, 2014)**.**

1-2 Taxonomie des légumineuses

- Règne: Plantae
- Sous règne : Trachéobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsidia
- Sous classe : Rosidae
- Ordre : Fabales
- Famille : Fabaceae
- Sous famille *: Papilionoideae ; Mimosoideae ; Caesalpinioideae* (Chaïch *et al*, 2016).

1-3 Répartition des légumineuses alimentaires dans le monde

Les superficies consacrées à la culture des légumineuses varient d'une année à l'autre, en fonction de la disponibilité des semences, des politiques en matière de prix, de subventions et de primes à la production, ou encore des conditions météorologiques, des prix des engrais, des pathologies végétales, de la concurrence avec d'autres cultures dans les régions concernées, a production mondiale de légumineuses est en progression régulière depuis les années 1960. En 2014, le premier pays producteur de légumineuses au monde était l'Inde. Venaient ensuite le Canada, le Myanmar, la Chine, le Brésil et l'Australie. Les trois plus gros producteurs de la région Europe et Asie centrale sont la Fédération de Russie, suivie de la Turquie et de la France (Anonyme, 2016).

1-4 L'importance des légumineuses

Les légumineuses sont très importantes, à la fois sur le plan écologique qu'agricole, car elles sont responsables d'une partie substantielle de l'écoulement global d'azote de l'azote atmosphérique N_2 vers des formes fixes telles que l'ammoniac, le nitrate et l'azote organique. (Sobti *et aL,* 2015).

L'inclusion de légumineuses est essentielle à la production durable de viande et de produits laitiers sur les sols infertiles des savanes tropicales et subtropicales. De nombreuses légumineuses ont été utilisées en médecine populaire. Plus récemment, les isoflavones provenant du soja et d'autres légumineuses ont été suggérées pour réduire les risques de cancer et diminuer le cholestérol sérique. (Graham et Vance, 2003).

1-5 Production des légumineuses

1-5-1 Dans le monde

Avec une production mondiale dont la part du lion revient à l'Inde et au Canada et des évolutions divergentes entre l'Amérique du Nord, où elles ont augmenté de 7,7 % par an, et l'Europe, où elles ont baissé de 3,4% par an et où elles occupent actuellement une place très réduite dans la valeur globale des productions agricoles (moins de 0,3%) au cours de ces trois dernières décennies (Drim, 2019) (Figure4).

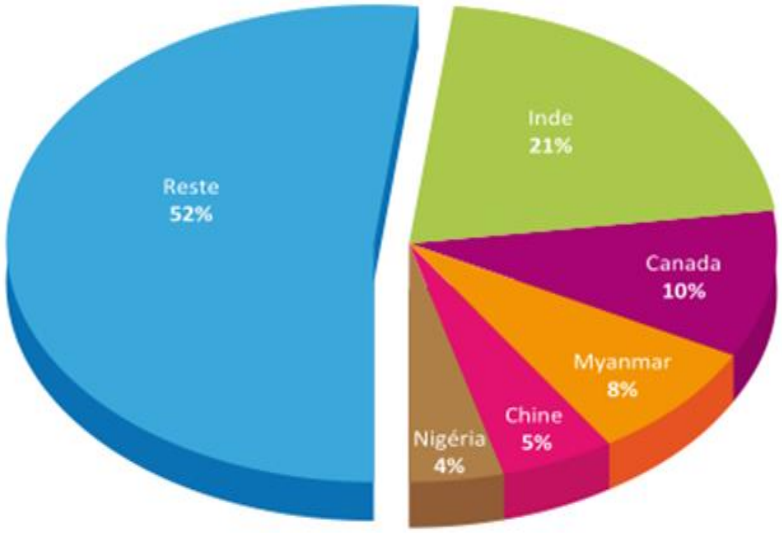


Figure 4 :proportion de la production mondiale de légumineuse a graines 2016 (Drim, 2019).

1-5-2 - En Algérie

Sur le plan géographique, les légumineuses alimentaires, représentées par le pois chiche, la lentille, le pois sec, le haricot sec et la fève / fèverole, sont cultivées partout en Algérie, de la zone littorale jusqu'aux Hauts plateaux, voir même dans certaines régions sahariennes (Zaghouane, 1997).

Les principales wilayas de production en Algérie sont : Tlemcen, Ain - Timouchent et Chlef.

Selon Amir *et al* (2006), La production nationale de légumes secs ne satisfait pas tous les besoins de la population algérienne. Une augmentation des surfaces réservées à la culture des légumineuses est observée chaque année dans le but de réduire les importations; le rendement reste assez faible.

1-6 Le pois chiche (*cicer arietinum* L.*)*

1-6-1 Origine

Le pois chiche est probablement originaire du Moyen-Orient, plus précisément du Sud-Est de la Turquie et de la Syrie (Saxena, 1984 ; Singh, 1997). L'expansion de cette culture a été rapide dans les régions méditerranéennes (Ladizinsky, l987).

Deux espèces sauvages découvertes dans le sud-est de la Turquie par Davis (1969) et Ladizinsky (1975) et ils les ont dénommées respectivement *Cicer echinospernum* Davis et *Cicer reticulatum* Ladiz (Labdi., 1995). Ces deux espèces ne diffèrent pas beaucoup de l'espèce cultivée *Cicer arietinum* L.Ladizinsky (l989), a indiqué que *Cicer reticulatum* Ladiz., a 2n chromosomes (2n = 16 chromosomes) et a identifié par des analyses protéiques et enzymatiques, comme étant l'ancêtre spontané du pois chiche.

En Algérie, le pois-chiche a été cultivé avant la colonisation, sauf qu'il a été difficile de le maitriser (Labdi, 1990).

1-6-2 Classification botanique

Selon Spichiger *et al*., (2002). Le plan taxonomique de pois chiche est :

- Règne : végétal.
- Embranchement : Spermaphytes.
- Sous embranchement : Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- Sous- classe : Dialypitale.
- Ordre : Fabales.
- Famille : Fabacées.
- Sous- famille : Papilionacées.
- Genre : Cicer.
- Espèce : *Cicer arietinum* L.

1-6-3 Caractéristiques botaniques

Le pois chiche est une plante herbacée annuelle, dressée ou rampante couverte de poils glanduleux. Sa germination est du type hypogé. Ses racines peuvent atteindre un mètre de profondeur, mais la plupart se trouvent dans les premiers centimètres (Duke , 1981).

La tige anguleuse a une hauteur de 0.20 à 1 mètre de haut. Ses feuilles se composent de 7 à 17 folioles ovales et dentées. Les fleurs peuvent être blanches ou violettes; solitaires et pédonculées. Les gousses sont renflées à 1 - 2 graines presque rondes (Van der Maessen , 1972) (Figure 5) .

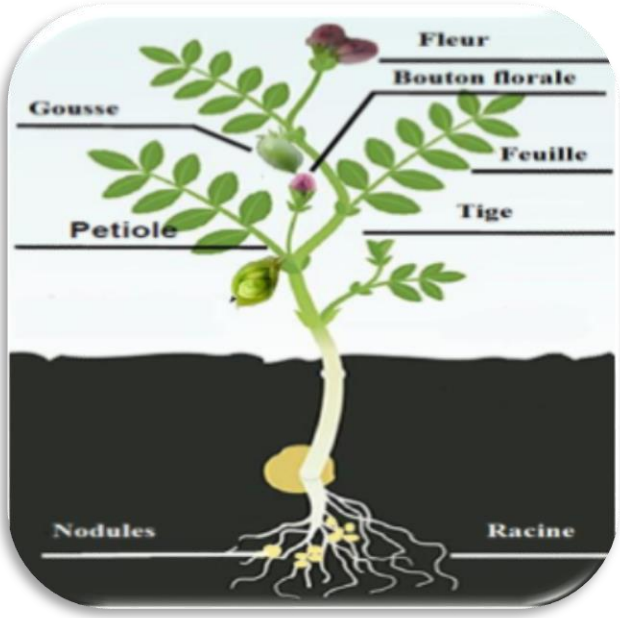


Figure 5 : description morphologique du pois chiche (Kudapa *et al*, 2018**).**

1-6-4 Répartition régionale et production

a- Dans le monde

Le pois chiche est cultivé dans plus de 45 pays dans le monde : en Asie et en Orient mais plus particulièrement en Inde où la production couvre près 70% des besoins à l'échelle mondiale (Skrypetz, 2004).

En Afrique et en Amérique, la production ne couvre que respectivement 4% et 3% des besoins mondiaux en pois chiche (Singh, 1990). Cette culture représente une source de protéines de qualité pour les pays en voie de développement, en effet, les protéines et les glucides représentent ensemble plus de 80% de la matière sèche des grains de pois chiche. Les protéines de pois chiche sont riches en acides aminés essentielles pour l'alimentation humaine (Goodwin, 2005) (Figure 6).

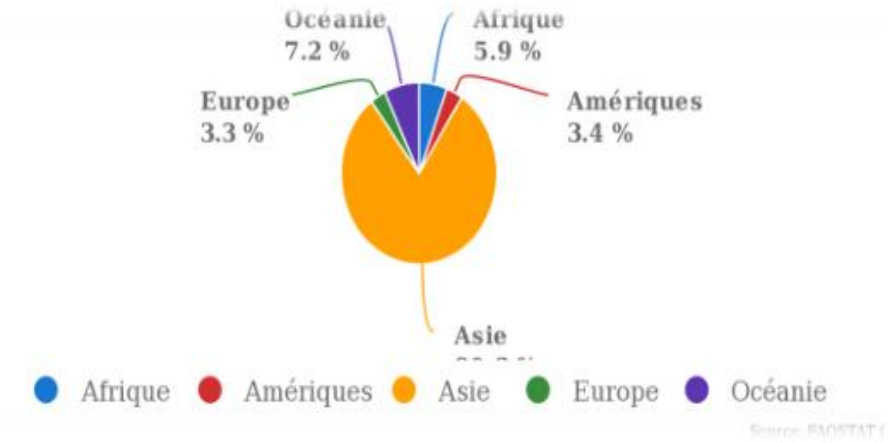


Figure 6 : pourcentage de production de pois chiche par continent en 2018 (Anonyme, 2019).

a- En Algérie

Selon les données du MADR (2010), il apparaît que la région Nord de l'Algérie englobe la majorité des superficies cultivées en légumineuses alimentaires, avec plus de 52,83% pour la région Nord-Ouest. Le pois chiche est cultivé dans les zones littorales et les plaines intérieures. Les wilayat qui totalisent plus 90% de la superficie cultivée en pois chiche en Algérie sont respectivement : Ain Temouchent (23,98%), Tlemcen (20,48%), Mascara (12,54%), Mostaganem (8,81%), Chlef (6,48%), Sidi Bel Abbes (5,42%), Skikda (4,11%), Guelma (3,94%), Ain Défla (2,57%), Médéa (1,79%) et Relizane (1,29%). Ainsi on remarque que plus de 72% de cette culture se retrouve au niveau de la région Nord-Ouest (Figure 7).

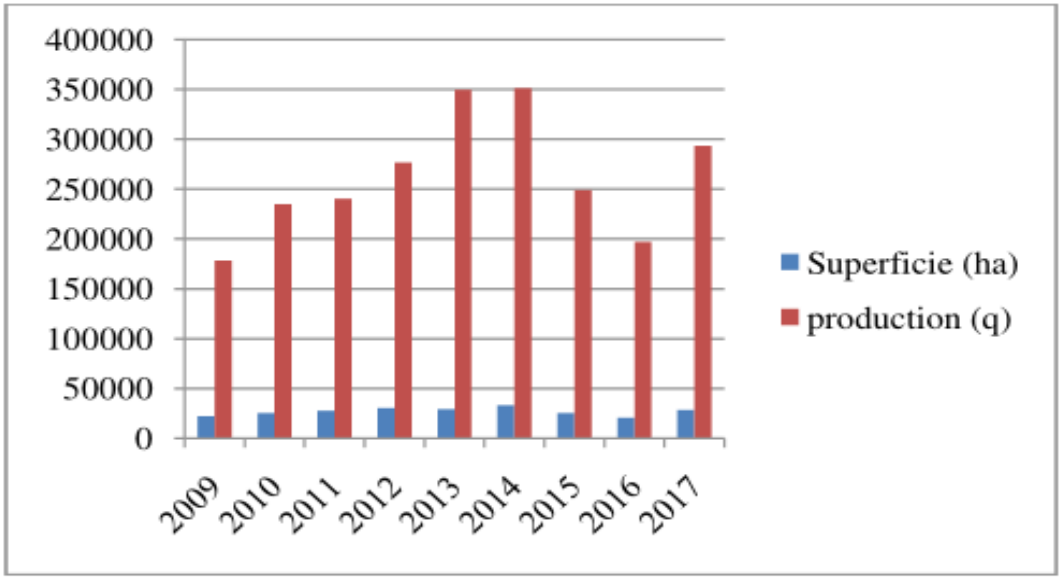


Figure 7 : la production du pois chiche en Algérie (DSASI, MADRP, 2009-2017).

1-6-5 Types de pois chiche

Il existe deux types distincts de pois chiche cultivé, Kabuli ou " macrosperma " et Desi ou " microsperma " (Toker *et al*., 2014) . La distinction entre les deux types se fait sur la base de la taille et de la coloration des graines, des fleurs et des plantes (figure 8).

Le type Kabuli a généralement de grosses graines arrondies et blanches ou crèmes, qui pèsent plus de 26 grammes pour 100 graines.

Les plantes de type Kabuli sont grandes et dépourvues de pigmentation pourpre ou violette des feuilles, des fleurs, des tiges et des gousses.

Le type Desi a généralement des graines qui ont moins de 26 grammes pour 100 graines et ont un aspect rugueux et anguleux. La coloration peut varier du brun clair au noir avec toutes les nuances intermédiaires. Les graines sont souvent tachetées.



Figure 8 : Graines des pois chiches type Desi et Kabuli (Sanjeewa *et al*., 2010).

1-6-6 Importance économique de la culture

Le pois chiche est la deuxième plus grande légumineuse consommée au monde après le haricot commun. Il est cultivé dans plus de 50 pays et commercialisé dans 140 pays (Gaur *et al*., 2014) ; il est considéré comme une source essentielle de protéines dans de nombreux pays , en particulier dans le Sud et l'Ouest de l'Asie et en Afrique du Nord .

En 2018, au niveau mondial, plus de 14 millions d'hectares de terres agricoles ont été consacrés à la culture de pois chiche. La production de cette légumineuse a augmenté au cours des années 2006-2016 pour atteindre plus de 12 millions de tonnes. L'Asie reste le principal producteur de pois chiche avec 84,6 % (9,310 Mt), suivi de l'Afrique 5,4 % (0,598 Mt) , ensuite l'Océanie 4,8 % (0,528 Mt) , puis l'Amérique du Nord et Centrale 3.9 % (0,425 Mt) et enfin l'Europe 1,3 % (0,138 Mt) (Anonyme, 2017) .

L'Inde est, de loin, le principal producteur de pois chiche avec 72 % (7,17Mt) de la production mondiale en 2016, soit dix fois plus que l'Australie qui est le deuxième plus grand producteur mondial. Les autres principaux producteurs de pois chiche au monde sont le Pakistan, la Turquie, le Myanmar, l'Ethiopie, l'Iran, le Mexique, le Canada et les Etats Unis d'Amérique (Anonyme, 2017). Bien que l'Inde soit le plus grand producteur de pois chiche dans le monde, il représente également le plus gros importateur, représentant environ un quart du volume total des importations mondiales. Le Bangladesh, l'Espagne. L'Algérie, les Emirats Arabes Unis, l'Espagne et le Pakistan figurent parmi les principaux pays importateurs de pois chiche. Tandis que les principaux pays exportateurs sont : l'Australie, l'Inde, le Mexique, l'Argentine, l'Ethiopie, le Canada, les Etats - Unis d'Amérique, la République - Unie de Tanzanie. les Emirates Arabes Unis et la Turquie (Anonyme, 2015).

1-7 Le niébé *(Vigna ungiculata* L.*)*

I-7-1 Description

Le haricot à œil noir est une plante herbacée annuelle ou vivace, grimpante, rampante ou plus ou moins érigée; cultivée comme annuelle. Le nombre chromosomique est 2n =22 (Reamaekers, 2001). La racine est pivotante et bien développée. La tige est anguleuse ou presque cylindrique. Les feuilles sont alternes et trifoliolées à stipules ovales, entières, parfois lobées, glabres ou légèrement pubescentes, à 3 nervures partant de la base. L'inflorescence est une fausse grappe axillaire ou terminale, à fleurs groupées près du sommet, à rachis tuberculé. Les fleurs sont bisexuées et papilionacées. Le fruit se présente sous forme d'une gousse linéaire-cylindrique. Les graines sont oblongues à presque

globuleuses, noires, brunes, roses ou blanches, à hile oblong, couvert d'un tissu blanc, à arille noirâtre en bourrelet. La germination est épigée avec des cotylédons oblongs ou en faucille et épais (Stanton *et al*, 1970) (figure 9).

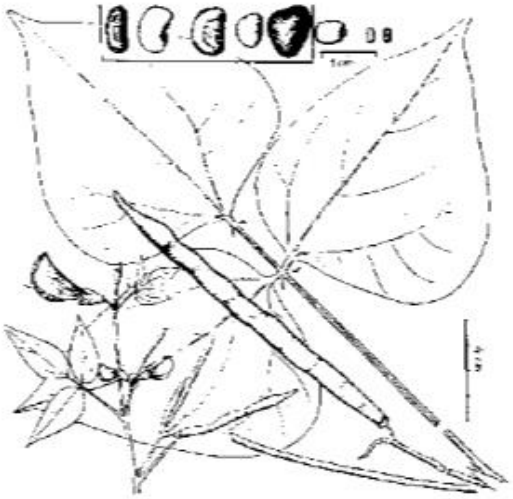


Figure 9: Niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp). (D'après H. Rabechault.).

1-7-2 Classification botanique

Le niébé est une plante herbacée annuelle autogame, diploïde dont le nombre chromosomique est 2n=2 x 11=22 (Maréchal *et al*., 1978), classé comme suit :

- Règne : Végétal
- Embranchement : Phanérogames (spermaphytes)
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : Légumineux ou Fabales
- Famille : Légumineuses ou fabacées
- Genre : Vigna
- Espèce : *Vigna unguiculata* subsp. *Unguiculata (*L) Walp

1-7-3 Répartition géologique de l'espèce

a- Dans le monde

Vigna unguiculata est la plus importante légumineuse à graines dans les zones de Savane tropicale. Originaire de l'Afrique du Sud - Est, le niébé s'est diffusé dans le monde entier. Il est cultivé et consommé extensivement en Asie, en Amérique du Sud et du Centre, dans les Caraïbes, aux Etats Unis, dans le Moyen Orient et en Europe australe (Brink et Belay, 2006).

b- En Algérie

Il est retrouvé comme culture traditionnelle au nord (le haricot kabyle) , au Touat , à Gourara , à Tidikelt et au reste du sud - ouest Algérien (le Tadelaght) (Anoun et Echeikh , 1990).

1-7-4 Intérêt de la culture

a- Intérêt nutritionnel

La valeur nutritionnelle des graines est élevée avec en moyenne 23 à 25% de protéine et 50 à 67% d'amidon, ce qui confère au niébé un rôle important dans la lutte contre la déficience protéique chez les enfants (Quin, 1997, Sawadogo, 2009). La graine du niébé est riche en lysine mais déficiente en acide aminé soufré (Sawadogo, 2009).

b- Intérêt agronomique

La culture du niébé permet un enrichissement du sol en azote par l'intermédiaire de bactéries fixatrices d'azote atmosphérique. La culture du niébé ne nécessite pas d'apports importants d'engrais. Quin (1997), montre qu'un hectare du niébé rapporte 40 à 80 kg d'azote dans le sol, de par sa croissance rapide le niébé assure une couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion et contre l'envahissement des adventices.

c- Intérêt économique

D'après Timko et Singh (2008), Le niébé présente un intérêt économique par la commercialisation de ses produits et sous-produits. En outre, les variétés précoces, capables de produire en 55 jours après le semis fournissent souvent aux agriculteurs la première source de nourriture de la compagne avant toute autre récolte.

1-8 Lentilles *(Lens culinaris)*

1-8-1 Description

Lentille est une légumineuse cultivée principalement pour ses graines comestibles (Bejiga 2006, Ford *et al*, 2007). Il est une plante annuelle, buissonnante et herbacée qui peut atteindre 60-75 cm de hauteur. Les tiges sont velues, mince et très ramifiée. Les feuilles sont composées pennées, se terminant par une vrille ou de poils. Les 5 à 16 folioles sont opposées, oblongues à elliptiques, 3-20 mm de long x 2-8 mm de large.

Les fleurs papilionacées varient en couleur du blanc au violet et sont supportés sur racèmes long axillaires 2-5 cm. Les fruits sont de petites gousses, latéralement comprimés qui contiennent deux ou trois en forme de lentille, gris, vert, brun, pâle graines rouges ou noires, dont la taille dépend du type de cultivar et varie de 2 à 9 mm x 2-3 mm (Bejiga 2006 ;

Ecocrop 2012).

L'espèce de lentilles (*Lens culinaris*) a une sous - espèce cultivée (*Lens culinaris Medik. Subsp. Culinaris*) et 3 sous - espèces sauvages (Ford *et al.*, 2007). Lentilles rang 5 e parmi les grains de légumineuses les plus importantes du monde et sont extrêmement importants dans le régime alimentaire de nombreuses personnes en Inde et au Moyen - Orient (Göhl 1982, Anonyme 2012). Les lentilles sont un aliment très apprécié en raison de leur bon goût et la qualité nutritionnelle (figure 10).



Fleur **Graines** **Tige et gousses**

Figure 10 : Description morphologique de la lentille : **a**: Fleur ; **b** : Graines ; **c** : tige et gousses (Hamadache., 2014In : Achouri (2018).

1-8-2 Classification botanique

Lentille est une espèce annuelle dicotylédone classée d'après Brink et Belay (2006), comme suit :

- Règne :Plantae
- Super division : Spermatophyta
- Classe :Magnoliopsida
- Sous classes: Rosidae
- Ordre :Fabales.
- Famille :Fabaceae
- Genre :Lens
- Espèce :*Lens culinaris.*

1-8-3 Répartition géologique de l'espèce

Provenaient du Croissant Fertile (Méditerranée orientale dans le golfe Persique), puis répartis en Europe, au Moyen Orient, Afrique du Nord et de la plaine Indo-Gangétique. Il est l'un des premières légumineuses à grains domestiqués et a été cultivé en Syrie, en association avec le blé et l'orge dès 8500 à 7.500 av. Ils sont maintenant cultivés dans la plupart des régions subtropicales et tempérées, notamment dans les régions à faible

pluviométrie. La sous - espèce cultivée *Lens culinaris subsp. culinaris* est divisé en deux groupes de cultivars: macrosperma (grandes graines) les lentilles sont principalement cultivées en Europe, Afrique du Nord et en Amérique, alors que microsperma (petites graines) lentilles sont cultivées en Asie, en Egypte et en Ethiopie. Les deux types sont cultivés en Asie occidentale et en Europe du Sud-Est (Ford *et al*, 2007).

1-8-4 Intérêt nutritionnel

Graines de lentilles excédentaires et de rebut Les lentilles sont une source de protéines et d'énergie et sont donc considérées comme un aliment riche en nutriments et polyvalent (Lardy *et al*., 2009). Leur teneur en protéines est d'environ 27 % MS et leur teneur en amidon est d'environ 48 % MS, valeurs légèrement supérieures et légèrement inférieures, respectivement, à celles des pois fourragers (Wang et Daun, 2006).

Les criblures de lentilles Les criblures de lentilles contiennent divers matériaux (autres céréales, mauvaises herbes, poussière, etc.) en plus des lentilles, leur composition est donc extrêmement variable selon les proportions relatives de graines et de matières étrangères. Des criblures de lentilles de bonne qualité peuvent constituer un aliment utile riche en protéines et en énergie puisque le prix peut être compétitif (Lardy *et al*., 2009 ; Stanford*etal*., 1999).

Son de lentille (coques, cheni) Le son de lentille contient plus de fibres que les graines et les criblures mais sa composition peut varier considérablement car elle dépend des quantités respectives d'enveloppes et de fragments de noyau.

Paille de lentille La paille de lentille, comme les autres résidus de culture de légumineuses, est riche en fibres (ADF plus de 30% MS) et pauvre en protéines (moins de 10% MS) mais de meilleure qualité que les pailles de céréales à petits grains comme la paille de blé (Lardy *et al*., 2009). La variation de la qualité de la paille est largement due aux différences dans la répartition de la matière sèche entre les tissus des feuilles, des branches, des gousses et des racines dans la paille (Erskine *et al,* 1990).

1-8-5 Production de lentille

a- Dans le monde

L'Inde, le Canada, la Turquie, l'Australie, le Népal, les États-Unis, le Bangladesh et la Chine sont les principaux producteurs mondiaux de cette culture (Anonyme, 2020).Le Canada est un important producteur et exportateur de lentilles. Les cinq principaux

importateurs de lentilles sont la Turquie, le Srilanka, l'Égypte, l'Algérie, la Colombie et l'Espagne. Les principaux exportateurs sont le Canada, l'Inde, l'Australie, la Turquie, les États-Unis et la Chine (Belaid., 2017).

b- En Algérie

En Algérie, la superficie cultivée en lentille est passée de 26 000 ha en 1969 à 1 500 ha en 1997, avec des rendements fluctuants qui restent très faibles (Belabid *et al.*, 2000).

La production de lentille en Algérie est 29663 tonnes durant l'année 2018 (Anonyme, 2020).

Taleau 3 :situation de la culture de lentille en algerie (MADR.,2017).

Wilaya	Superficie (ha)	Production (gr)	Rendement (qx/ha)
Chélif	1147	13764	12
Tiaret	9650	10500	10,9
Guelma	901	7634	8,5
Constantine	1236	10146	2,5
Souk ahras	882	4361	4,9
Mila	2338	26155	11,7
Relizane	638	10933	17,3

Partie Expérimentale

Chapitre 1

Matériels et méthodes

I- Effet de stress salin sur la germination de la population de pois chiche, lentille et niébé

Dans notre étude, nous avons conduit un essai au niveau du laboratoire de Biologie de la faculté de Sciences en l'Université Dr. Yahia Farés de Médéa. II concerne l'effet de stress salin sur les performances germinatives de la population de pois chiche (*Cicer arietinum)* (FLIP 90/13C), lentille *(Lens culinaris* L*)* (syrie229), niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp*)* (TZ12) et la fève (*vicia faba* L*).*

La population de pois chiche et lentille est originaire du Médéa, et proviennent de la coopératives des céréales et légumes secs (C.C.L.S).

La population de niébé (TZ12) est originaire du tizi ouzou, et proviennent de la collection du laboratoire AIPV.

La population de fève est originaire du Médéa, et proviennent de marchée des graines à Médéa.

I-1 Matériel végétal

Notre matériel végétal est constitué d'une population de pois chiche *(Cicer arietinum),* lentille *(Lens culinaris*L), *(Vigna unguiculata* (L.) Walps) et (*vicia faba* L *)* (figure 11).

- **Pois chiche (*cicer arietinum* L.*)***

Le pois chiche est une plante herbacée annuelle, dressée ou rampante couverte de poils glanduleux, Ses racines peuvent atteindre un mètre de profondeur, La tige anguleuse a une hauteur de 0.20 à 1 mètre de haut. Ses feuilles se composent de 7 à 17 folioles ovales et dentées. Les fleurs peuvent être blanches ou violettes; solitaires et pédonculées. Les gousses sont renflées à 1 - 2 graines presque rondes (Van der Maessen , 1972) .

Classification botanique

Selon Spichiger *et al*, (2002). Le plan taxonomique de pois chiche est :

- Règne : végétal.
- Embranchement : Spermaphytes.
- Sous embranchement : Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- Sous- classe : Dialypitale.
- Ordre : Fabales.
- Famille : Fabacées.
- Sous- famille : Papilionacées.
- Genre : Cicer.
- Espèce : *Cicer arietinum* L

- **Le niébé *(Vigna ungiculata* L.*)***

Le haricot à œil noir est une plante herbacée annuelle ou vivace, grimpante, rampante ou plus ou moins érigée (Reamaekers, 2001). La racine est pivotante et bien développée. La tige est anguleuse ou presque cylindrique. Les feuilles sont alternes et trifoliolées à stipules ovales, entières, parfois lobées, L'inflorescence est une fausse grappe axillaire ou terminale, à fleurs groupées près du sommet, à rachis tuberculé (Stanton *et al*, 1970).

Classification botanique

Le niébé est une plante herbacée annuelle autogame, diploïde dont le nombre chromosomique est 2n=2 x 11=22 (Maréchal *et al*., 1978), classé comme suit :

- Règne : Végétal
- Embranchement : Phanérogames (spermaphytes)
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : Légumineux ou Fabales
- Famille : Légumineuses ou fabacées
- Genre : Vigna
- Espèce : *Vigna unguiculata* subsp. *Unguiculata (*L) Walp

- **Lentilles *(Lens culinaris)***

Lentille est une plante annuelle, buissonnante et herbacée qui peut atteindre 60-75 cm de hauteur. Les tiges sont velues, mince et très ramifiée. Les feuilles sont composées pennées, se terminant par une vrille ou de poils. Les fleurs papilionacées varient en couleur du blanc au violet Les fruits sont de taille dépend du type de cultivar et varie de 2 à 9 mm x 2-3 mm (Bejiga 2006 ; Ecocrop, 2012).

Classification botanique

Lentille est une espèce annuelle dicotylédone classée d'après Brink et Belay (2006), comme suit :

- Règne :Plantae
- Super division : Spermatophyta
- Classe :Magnoliopsida
- Sous classes: Rosidae
- Ordre :Fabales.
- Famille :Fabaceae
- Genre :Lens
- Espèce : *Lens culinaris.*

- **La fève (*Vicia faba* L)**

La fève est une plante diploïde (2n = 12 chromosomes) et partiellement allogame (Wang *et al*., 2012).le système radiculaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire, sa hauteur estgénéralement comprise entre 0,80 à 1,20 m.Les feuilles sont alternes, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires defolioles ovales, mucronées, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Lesstipules bien visibles en forme dentées .Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selonles variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, lesgousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (Chaux et Foury, 1994).

Classification botanique

D'après Wojciechowski *et al* (2004), cette classification est décrite comme suite :

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Rosidae
- Ordre : Fabales
- Famille : Fabaceae
- Genre : Vicia
- Espèce : *Vicia faba L*



Figure 11 : aspect des graines des populations **(a :** *(Cicer arietinum),* **b** :*(Lens culinaris* L*)* **c:** *Vigna unguiculata (* L. *)* Walps .*)* et **d :** (*vicia faba* L *).*

Tableau 4 : caractéristiques agro-morphologiques des populations étudiées et leurs localisations géographiques.

Population	Pois chiche	Lentille	Niébé	Féve
Origine géographique	Médéa	Médéa	Tizi Ouzou, Kabylie	Médéa
Longitude	2° 44°n	2° 44°n	03°95^{E}	2° 44°n
Latitude	36° 17°n	36° 17°n	36°54N	36° 17°n
Altitude (m)	1030	1030	344	1030
Type de climat originaire	Climat subhumide	Climat subhumide	Climat de type méditerranéen avec un hiver doux, pluvieux et un été chaud et sec.	Climat subhumide
Couleur des graines	Blanc	Marron	noir	Marron
longueur des graines (cm)	1	0,4	0,6	2,5
Forme des graines	Arrondie	Arrondie et aplatis	Rénal	Ovale
Texture des graines	Lisse	Lisse	Lisse	Lisse
Poids de 100 graines (g)	28,8	3,88	18,83	169,94
Année de récolte	2020	2020	2014	2018

I-2 Méthode d'étude

I -2-2 Préparation des solutions salines pour l'application du stress

Le NaCl est généralement le sel soluble prédominant dans nos eaux d'irrigation et dans nos sols affectés par les sels. Ainsi, des concentrations de NaCl croissantes ont été utilisées pour évaluer l'effet stress salin sur la germination des graines (figure 12).

Les concentrations utilisées sont :

T0 : 0 mmol.L^{-1} de NaCl (eau distillée).

T1 :100 mmol.L^{-1} = 5,84 g/l de NaCl.



,

Figure 12 : préparation des solutions saline

1-2-3 Protocole expérimental au laboratoire

- Les graines sont stérilisées dans une solution d'hydrochlorite de sodium 5% pendant 5 minutes avant l'expérimentation, puis rincées trois fois à l'eau distillée.

- les graines sont ensuite placées dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre et 1,3 cm d'épaisseur, contenant deux couches de papier filtre, et mises à germer à l'obscurité dans une étuve à 25°c.

- Chaque essai porte sur 40 graines, soit 4 répétitions de 10 graines par boîte de Pétri. Afin de minimiser les changements de concentrations salines, les boîtes de Pétri sont fermées hermétiquement à l'aide du papier film, pour empêcher l'évaporation. Dans chaque boîte de Pétri sont versés 5 ml d'eau distillée (T0) pour les graines témoins et 5 ml de solution saline pour les graines stressées à T1 : 100 mM de NaCl. le dispositif est un bloc randomisation totale, avec 4 population *(Cicer arietinum), (Lens culinaris* L*),* (*Vigna unguiculata (*L.*)* Walps*)* et (*vicia faba* L*)* 2 traitements salins (T0, T1), 4 répétition, soit un totale de 32 boites pétri (figure 13).



Figure 13 : Essai de germination des populations étudiées.

Chaque répétition comprend trois facteurs :

Facteur 1 : Représente les différents traitements de solutions salines appliqués : (T0 ; eau distillée, (T1) Solution saline concentrée à 100mM /l (5.84g / 1) .

Facteur 2 : Population on espèces : représentés par les quatre espèces *(Vigna unguiculata* (L) Walp), (*Lens culinaris* L), (*Cicer arietinum* L.) et (*vicia faba* L *)* (Figure 13).

Les solutions sont versées dans les proportions de 2,5 fois le poids du papier. Le critère de germination retenu correspond au moment où la radicule perce les enveloppes, selon la définition de Côme (1970).

1-3 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc randomisation total avec : 4 répétitions , 4 populations (*vigna unguiculata* (L) walps) , (*Lens culinaris* L), (*Cicer arietinum* L.) et (*vicia faba* L *)* et 2 traitements salins (Tableau 5) .

Tableau 5: le dispositif expérimentale en bloc randomisation total R : répétition

L NP T0-R1	N NP T1 R1	L NP T1 R1	N NP T0 R1	F NP T0-R1	F NP T1 R1
L NP T0-R2	N NP T1 R2	L NP T1 R2	N NP T0 R2	F NP T0-R2	F NP T1 R2
L NP T0-R3	N NP T1 R3	L NP T1 R3	N NP T0 R3	F NP T0-R3	F NP T1 R3
L NP T0-R4	N NP T1 R4	L NP T1 R4	N NP T0 R4	F NP T0-R4	F NP T1 R4
PCH NP T0-R1	PCH NP T1 R3	PCH NP T1 R2	PCH NP T1 R1	PCH NP T0-R3	PCH NP T0-R4
PCH NP T0-R2	PCH NP T1 R4				

1-4 Paramètres étudiés

La germination des graines est relevée quotidiennement pour chaque lot durant 07 jours pour établir :

- **cinétique de germination (Evolution du pourcentage de germination)**

Pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement germinatif des populations de niébés étudiées, le pourcentage de graines germées est compté quotidiennement jusqu'au 7ème jour de l'expérience**.**

- **Vitesse de germination**

Elle est calculée par la formule ci – dessous décrite par Maguire, et Shahba *et al*.,, respectivement.

FORMULE:

VG= i[gi-g(i-1)/i]

VG : Vitesse de germination

g : Le pourcentage de germination le jour (i)

g (i-1) : Pourcentage de germination le jour qui précède le jour (i)

- **Pourcentage final de graines germées (PFG)**

est calculé selon l'équation suivante :

FORMULE:

PFG=NgNt*100

Ng : c'est le nombre de graines germées le dernier jour (j7)

Nt : le nombre total de graines dans chaque traitement

- **Paramètres de croissance**

- la longueur des radicules, des hypocotyles, des épicotyles, et la longueur totale des plantules (cm) sont calculées à l'aide d'une règle graduée. Les mesures sont faites sur les trois premières graines qui ont germées dans chaque traitement.

- Le poids secs (g) et le poids frais (g) de différentes plantules sont mesurés, le poids sec est déterminé après séchage de chaque plantule dans un four à 50 C° pendant 48 h (figure 14).

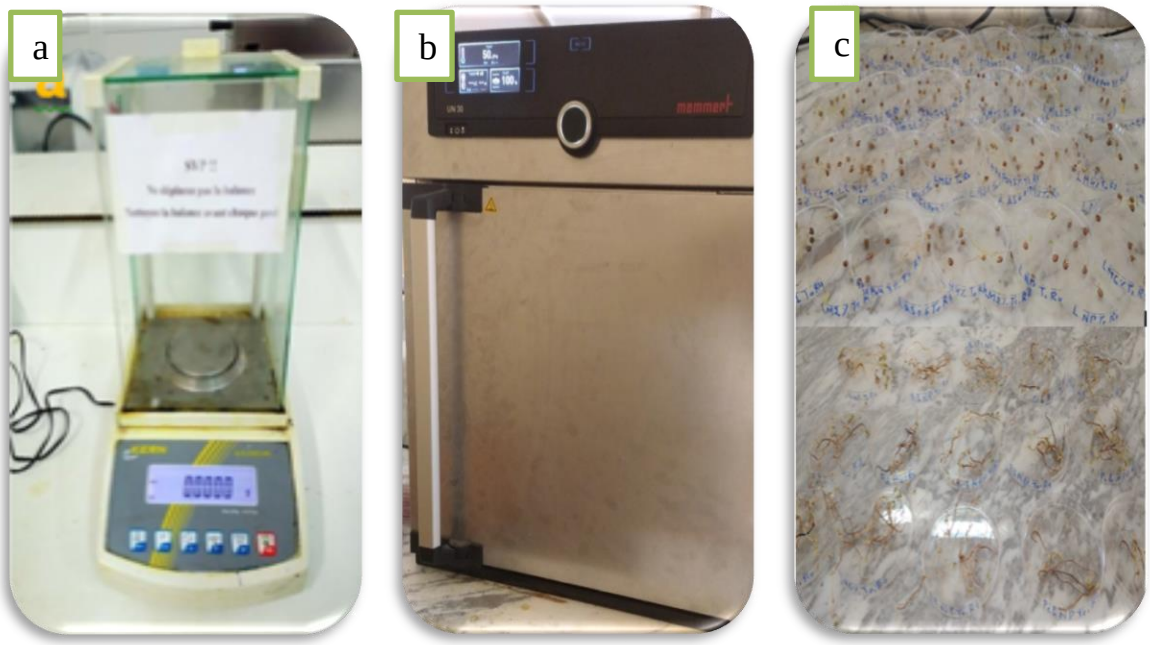


Figure 14 : les mesures des plantules après séchage

a : une balance, **b** : étuves réglée a 50 C°. **c** : quelques plantules étudiée.

- **Indice de vigueur des plantules (IVP)**
- Est calculé en utilisant la formule suivante, telle que décrite par Memon*et al*., (2013).

IVP = [Longueur de plantules (cm) × PFG]

PFG : Pourcentage final de graines germées

1-5.Analyse statistique

La signification statistique des résultats obtenu au cours de cette étude a été testée par : une analyse de la variance à 2 facteurs (facteur traitement salin, facteur de population).

Nous avons effectué le test de la plus petite différence significative (LSD) à un risque d'erreur de 0,05 %. Les moyennes suivies de différentes lettres alphabétiques sont différentes significativement au seuil 5 %.

Nous avons utilisé le logiciel IBM statistique SPSS 22 pour effectuer ces tests. Les courbes ont été réalisées par l'Excel 2010.

Chapitre 2

Résultats et Discussion

Résultats

Les résultats concernant l'influence du stress salin sur la germination et la croissance précoce, de la population de *Vigna unguiculata* et *Lens culinaris* et *Cicer arietinum* sont présentés dans cette partie.

Les tableaux des tests statistiques réalisés par le logiciel SPSS 22 sont placés en annexe. Les tableaux des tests des effets inter-sujets sont inclus dans le texte.

Les résultats obtenus seront brièvement rappelés puis discutés à la lumière de la littérature. Nous analyserons successivement les effets du prétraitement des graines sur les différents paramètres sous stress salin.

1 Effets de stresse saline sur la germination

1-1 Effets de stress saline sur l'évolution du pourcentage de germination

Les résultats sur l'évolution du pourcentage de germination de *Vigna unguiculata* et *Lens culinaris* et *Cicer arietinum* soumise au stress salin.

En général, le pourcentage de germination le plus élevé est observé pour le témoin sans sels. La germination commence rapidement à partir du deuxième jour et augmente rapidement les autres jours.

Les résultats montrent que le stress salin Induit un retard de la germination et une réduction hautement significative du pourcentage de germination aussi bien durant tous les jours de germination ainsi que le pourcentage final de germination (Tableau 6, Tableau 7 et Tableau 8).,

Cependant la réponse au stress salin varie avec la population. En général, le pois chiche et la lentille se sont montrés meilleures par rapport au niébé .L'effet dépressif de la salinité est plus marqué chez la population de niébé.

Tableau 6 : Effet du stresse salin sur le pourcentage de germination de la population (*Lens culinaris* L), durant 7 jour soumises à différentes concentration de NaCl.

Évolution journalier de pourcentage de germination (%)								
Lentille		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
	T0	00,00	77,5000	92,5000	92,5000	92,5000	92,5000	92,5000
	T1	00,00	12,5000	57,5000	70,0000	72,5000	72,5000	72,5000

Chaque valeur représente la moyenne de quatre répétitions.

En conditions non salines, La germination de lentille commence le deuxième jour avec un pourcentage de 77%, et atteint rapidement un pourcentage final de 92% le troisième jour. Par contre sous stress salin, elle commence le deuxième jour mais avec une réduction très hautement significative du pourcentage de germination (12%). La cinétique de germination reste inférieure à celle du témoin durant les autres jours de germination mais atteint à la fin un pourcentage de germination élevé (72%).

Tableau 7: Effet de stresse saline sur le pourcentage de germination de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), durant 7 jour soumises à différentes concentration de NaCl .

Evolution journalier de pourcentage de germination (%)								
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
Niébé	T0	00,00	30,0000	32,5000	32,5000	37,5000	40,0000	40,0000
	T1	00,00	35,0000	42,5000	42,5000	42,5000	72,5000	45,0000

Chaque valeur représente la moyenne de quatre répétitions.

En conditions non salines, La germination de niébé commence le deuxième jour avec un pourcentage de 30%, et atteint un pourcentage final de 40% le sixième jour. Sous stress salin, il n'existe pas une différence notable avec le témoin. Notant que nous avons noté une contamination de l'espèce.

Tableau 8 : Effet de stresse saline sur le pourcentage de germination de la population (*Cicer arietinum*), durant 7 jour soumises à différentes concentration de NaCl.

Evolution journalier de pourcentage de germination (%)								
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
Pois chiche	T0	00,00	97,5000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
	T1	00,00	90,000	90,000	92,500	92,500	92,500	92,500

En conditions non salines, La germination de pois chiche commence le deuxième jour avec un pourcentage de 97%, et atteint rapidement un pourcentage final de 100% le troisième jour. sous stress salin, ils n'existe pas une différence notable avec le témoin, en effet, elle commence le deuxième jour et évolue comme celle du témoin pour atteindre un pourcentage final de 92.5 le quatrième jour.

Ce tableau représente l'analyse de variance de pourcentage de germination pour le jour 2 :

Tableau 9 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin pour pourcentage de germination jour 2.

Pourcentage de germination 2eme jour				
Source	ddl	Moyenne des carrés	D	P.
Modèle corrigé	5	5074,167	15,415	0,000
Ordonnée à l'origine	1	78204,167	237,582	0,000
traitement salins	1	3037,500	9,228	0,007
Population	2	8379,167	25,456	0,000
interaction (traitement salins * population).	2	2787,500	8,468	0,003
Erreur	18	329,167		
Total	24			
Total corrigé	23			

Ce tableau représente l'analyse de variance de pourcentage de germination pour le jour 3 :

Tableau 10 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin pour pourcentage de germination jour 3.

Pourcentage de germination 3eme jour				
Source	ddl	Moyenne des carrés	D	p
Modèle corrigé	5	3296,667	10,789	,000
Ordonnée à l'origine	1	114816,667	375,764	,000
Stresse saline	1	816,667	2,673	,119
Population	2	6816,667	22,309	,000
interaction (traitement salins * population).	2	1016,667	3,327	,059
Erreur	18	305,556		
Total	24			
Total corrigé	23			

Ce tableau représente l'analyse de variance de pourcentage de germination pour le jour 4 :

Tableau 11 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin pour pourcentage de germination jour 4.

Pourcentage de germination 4eme jour				
Source	ddl	Moyenne des carrés	D	p
Modèle corrigé	5	3246,667	11,459	,000
Ordonnée à l'origine	1	123266,667	435,059	,000
traitement salins	1	266,667	0,941	,345
Population	2	7454,167	26,309	,000
interaction (traitement salins * population	2	529,167	1,868	,183
Erreur	18	283,333		
Total	24			
Total corrigé	23			

Ce tableau représente l'analyse de variance de pourcentage de germination pour le jour 5 :

Tableau 12 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin pour pourcentage de germination jour 5.

Pourcentage de germination5eme jour				
Source	ddl	Moyenne des carrés	D	p.
Modèle corrigé	5	2944,167	8,313	,000
Ordonnée à l'origine	1	127604,167	360,294	,000
traitement salins	1	337,500	,953	,342
population	2	6879,167	19,424	,000
interaction (traitement salins * population)	2	312,500	,882	,431
Erreur	18	354,167		
Total	24			
Total corrigé	23			

Ce tableau représente l'analyse de variance de pourcentage de germination pour le jour 6:

Tableau 13 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin pour pourcentage de germination jour 6.

Pourcentage de germination6eme jour				
Source	ddl	Moyenne des carrés	D	p
Modèle corrigé	5	2687,500	8,756	,000
Ordonnée à l'origine	1	130537,500	425,281	,000
traitement salins	1	337,500	1,100	,308
Population	2	6237,500	20,321	,000
interaction (traitement salins * population)	2	312,500	1,018	,381
Erreur	18	306,944		
Total	24			
Total corrigé	23			

1-2 **Effets de stresse saline sur le pourcentage final de germination (PFG)**

La germination sous stress salin sans a été étudiée à travers le pourcentage final de germination et la vitesse de germination (Tableau 14). Les résultats de nos analyses statistiques indiquent que l'effet de la salinité et l'amorçage est très hautement significatives (P < 0,0001) sur le pourcentage de germination final.

Tableau 14 : Effet de stresse saline et durées sur le pourcentage final de germination (PFG) de (*Cicer arietinum), (Lens culinaris*L) *et* (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) soumises à différentes concentration de NaCl .

Pourcentage finale de germination (PFG)		
Pois chiche	T0	T1
	100,0000±0,00000	92,5000±9,57427
Lentille	T0	T1
	92,5000±5,00000	72,5000±15,00000
Niébé	T0	T1
	40,0000±29,43920	45,0000±25,16611

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. Les valeurs sont représentées par la moyenne ± l'écartype.

La salinité, et particulièrement le stress sévère réduit le pourcentage final de germination, l'analyse de la variance (tableau 15) montre une différence très hautement significatives entre les populations, le pois chiche ensuite la lentille et à la fin le niébé.

Tableau 15 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin pour les paramètres de pourcentage finale de germination (PFG).

Pourcentage finale de germination (PFG)				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P
Modèle corrigé	5	2687,500	8,756	0,000
Ordonnée à l'origine	1	130537,50	425,281	0,00
Traitement saline	1	337,500	1,100	0,308
Population	2	6237,500	20,321	0,000
interaction (traitement salins * population)	2	312,500	1,018	0,381
Erreur	18	306,944		
Total	24			
Total corrigé	23			

1-1 Effets de stresse saline sur la vitesse de germination

La salinité, réduit significativement la vitesse de germination, des semences de *V. unguiculata* et *Lens culinaris L* ,et de *Cicer arietinum*.

Nous observons que le pois chiche a une vitesse plus rapide par rapport au lentille et au niébé sous stress salin.

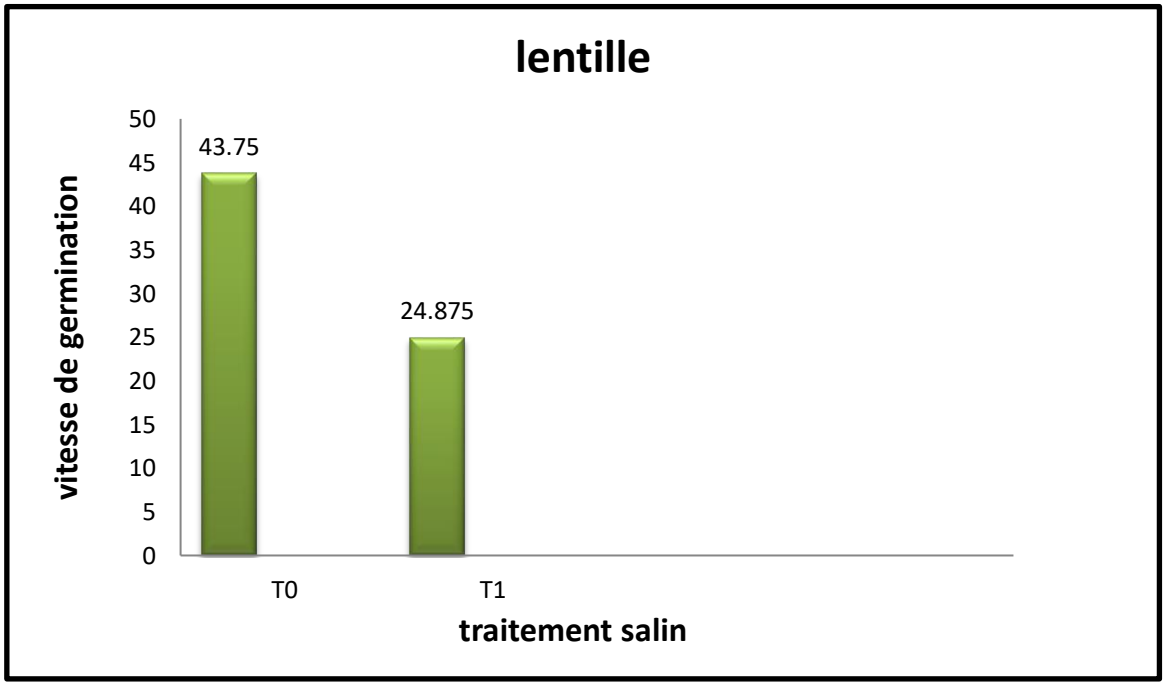


Figure 15 : Vitesse de germination de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0Mm, T1 :100Mm) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

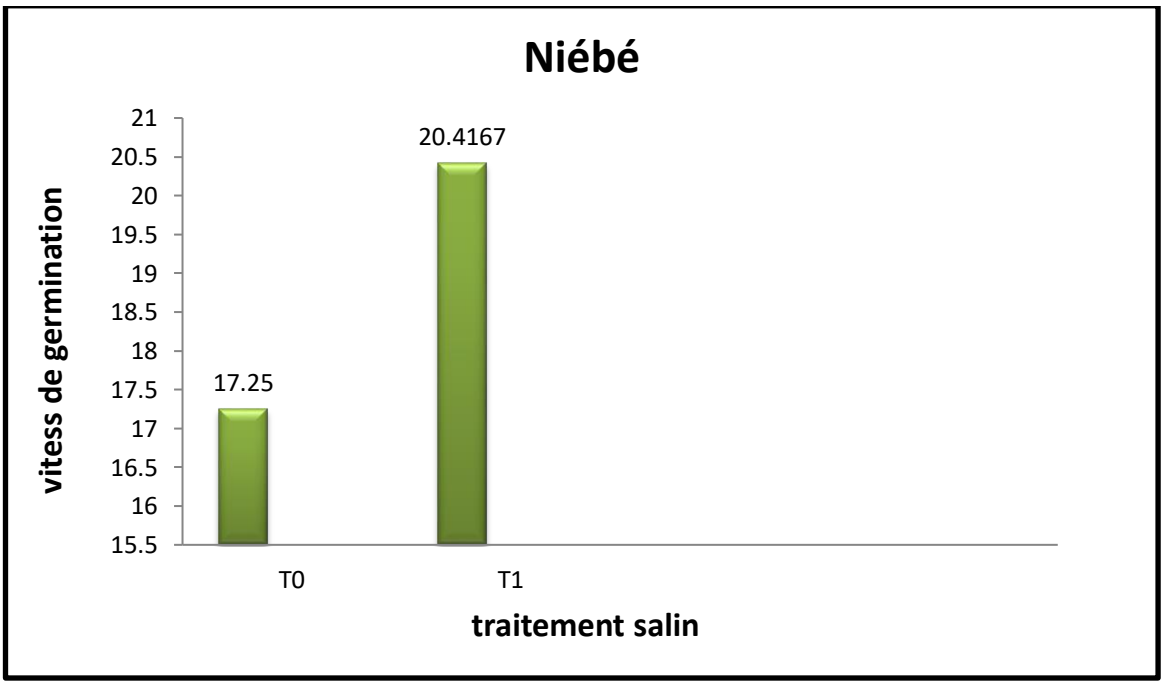


figure 16: Vitesse de germination de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

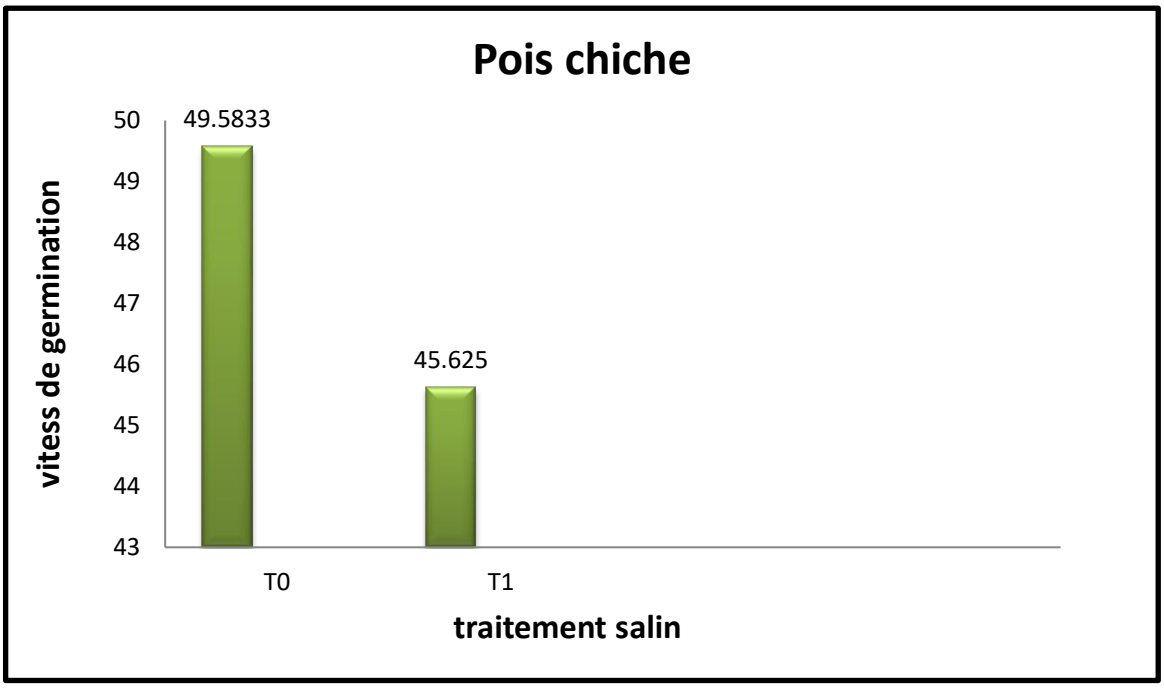


Figure 17 : Vitesse de germination de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0Mm, T1 :100 Mm) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Les résultats de nos analyses statistiques indiquent que l'effet de population est très hautement significatif sur la vitesse de germination.

Tableau 16 : Analyse de variance de l'effet de traitement salin pour les paramètres de vitesse de germination (VG).

Vitesse de germination (VG)				
Source	ddl	Moyenne des carrés	D	P
Modèle corrigé	5	816,269	11,462	,000
Ordonnée à l'origine	1	27068,167	380,073	,000
Stresse saline	1	257,852	3,621	,073
Population	2	1658,712	23,291	,000
interaction (traitement salins * population)	2	253,036	3,553	,050
Erreur	18	71,218		
Total	24			
Total corrigé	23			

(D : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement).

1 Effets de stresse saline sur la croissance précoce

La croissance de la population de niébé et de Lentille et de pois chiche sont étudiée par la mesure de la longueur des radicules, des hypocotyles, des épicotyles et la longueur totale en conditions normales et stressantes par du (NaCl 100 mM) en boite de Pétri, ainsi que le poids frais, le poids sec des plantules et l'indice de vigueur des plantules le 7ème jour de germination.

En général, l'augmentation de la salinité a induit une réduction significative de tous les paramètres de croissance quel que soit pour la lentille et le niébé, ou le pois chiche.

Mais les effets varient avec les populations étudiées.

2-1 Effets de stresse saline sur la longueur des radicules

Les résultats de la longueur des radicules sont représentés par les figures 18, 19 et 20.

L'analyse de la variance a montré que la longueur des radicules est affectée très hautement significativement par le stress salin, et par la population (Tableau17).

En milieu non salée, En général, et tous traitements confondus les longueurs de radicules sont meilleures.

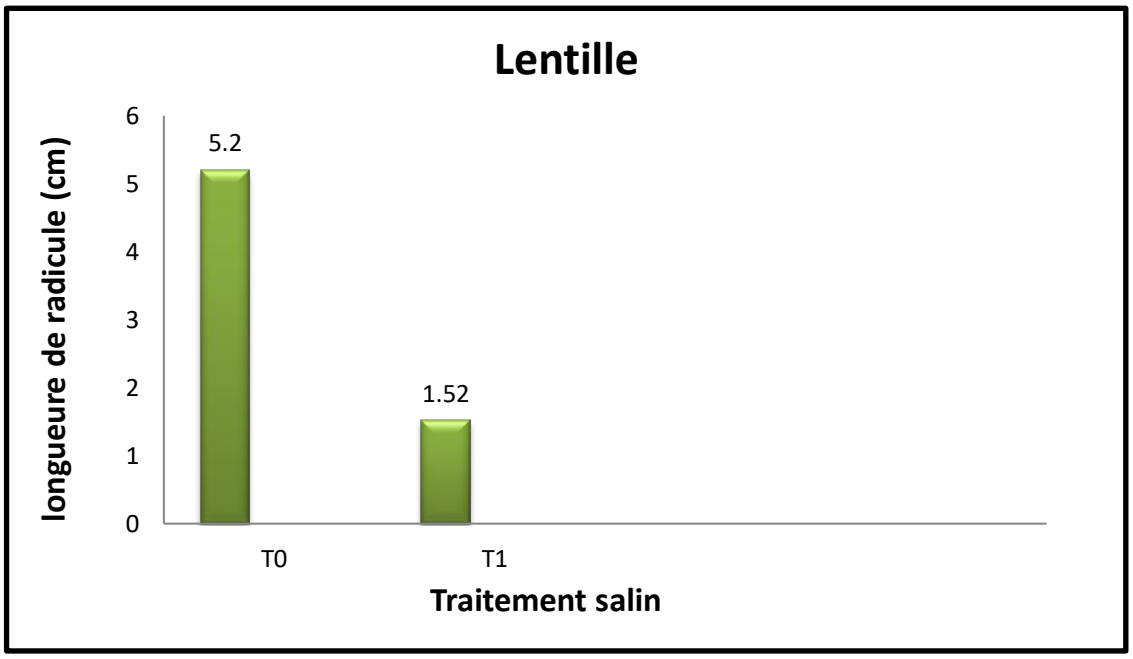


Figure 18: Longueur de radicule de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM durant 7 jours, chaque valeur représente

la moyenne de quatre répétition.

Pour la lentille, le stress salin a induit une réduction très hautement significative de la longueur de radicules.

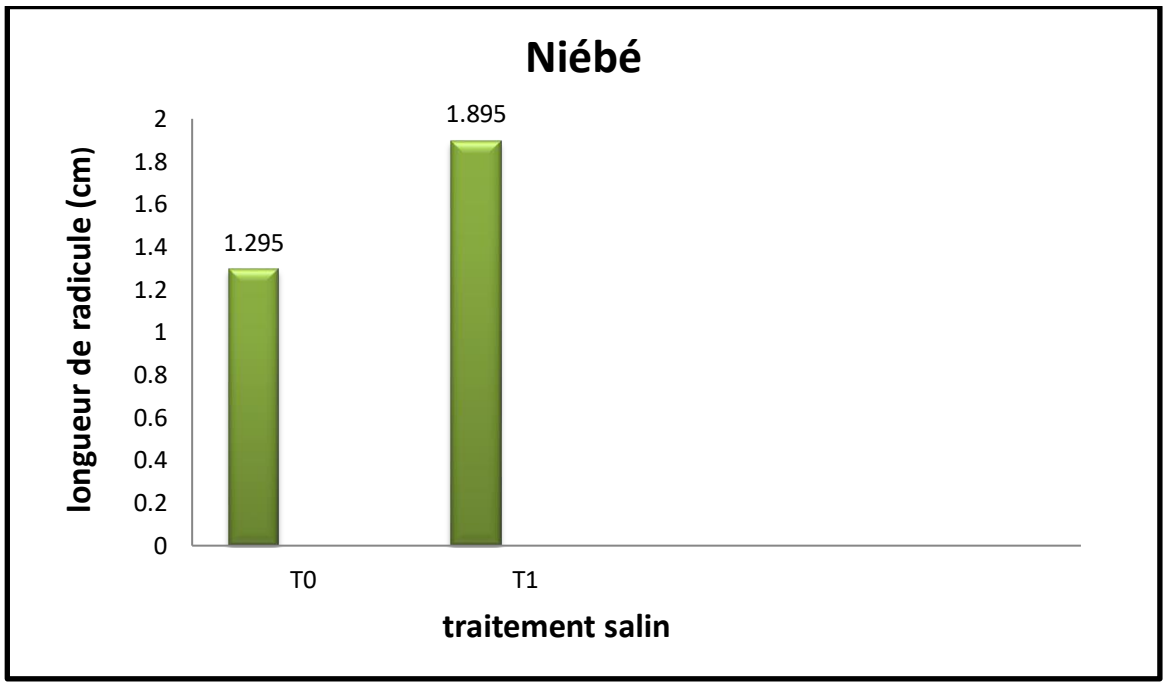


Figure 19: Longueur de radicule de la population (*Vigna unguiculata* (L.)Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Le pois chiche présente également une réduction significative de la longueur de radicule.

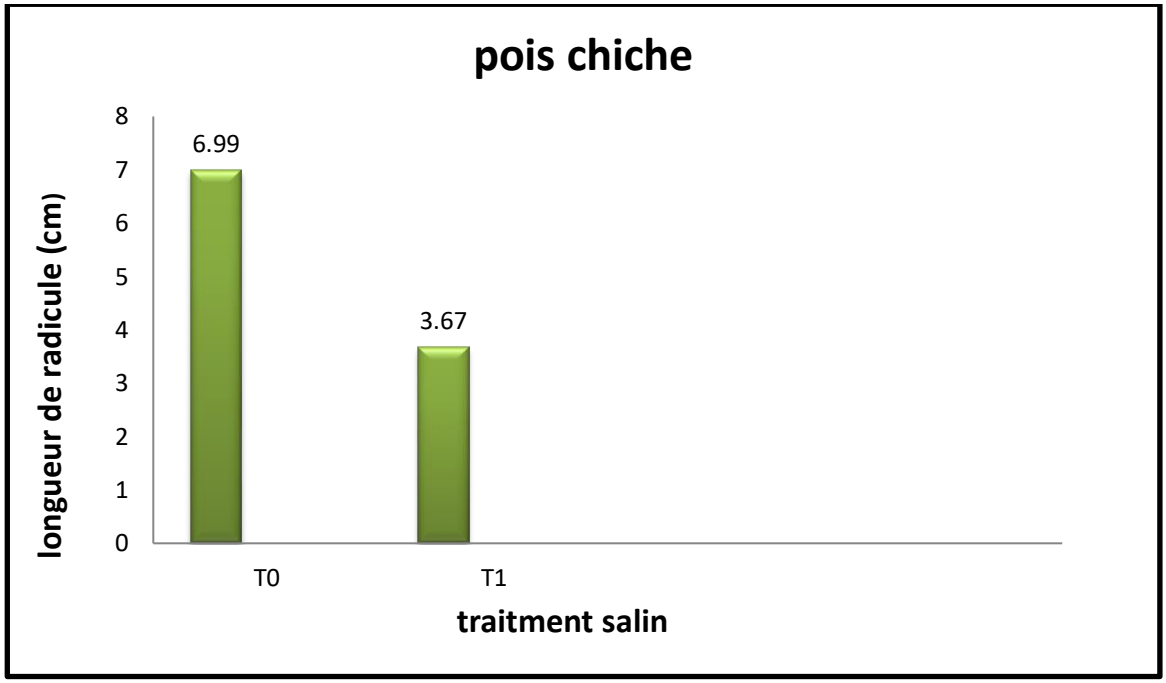


Figure 20 : Longueur de radicule de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Les résultats des analyses de la variance pour la longueur de la radicule indiquent un effet très hautement significative du stress salin, population et l'interaction population stress salin.

Tableau17 : Analyse de variance de l'effet traitement saline, pour les paramètres (longueur de radicule).

longueur de radicule				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P
Modèle corrigé	5	21,141	13,985	0,000
Ordonnée à l'origine	1	282,083	186,592	0,000
Stress saline	1	27,307	18,063	0,000
Population	2	27,928	18,474	0,000
interaction (traitement salins * population)	2	11,271	7,456	0,004
Erreur	18	1,512		
Total	24			
Total corrigé	23			

(D : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement).

2-1 Effets de stresse saline sur la longueur des hypocotyles

L'analyse de variance a montré un effet non significatif des facteurs salinité et population sur la longueur des hypocotyles (Tableau 18).

En milieu non salée, En général, et tous traitements confondus les longueurs des hypocotyles sont meilleures.

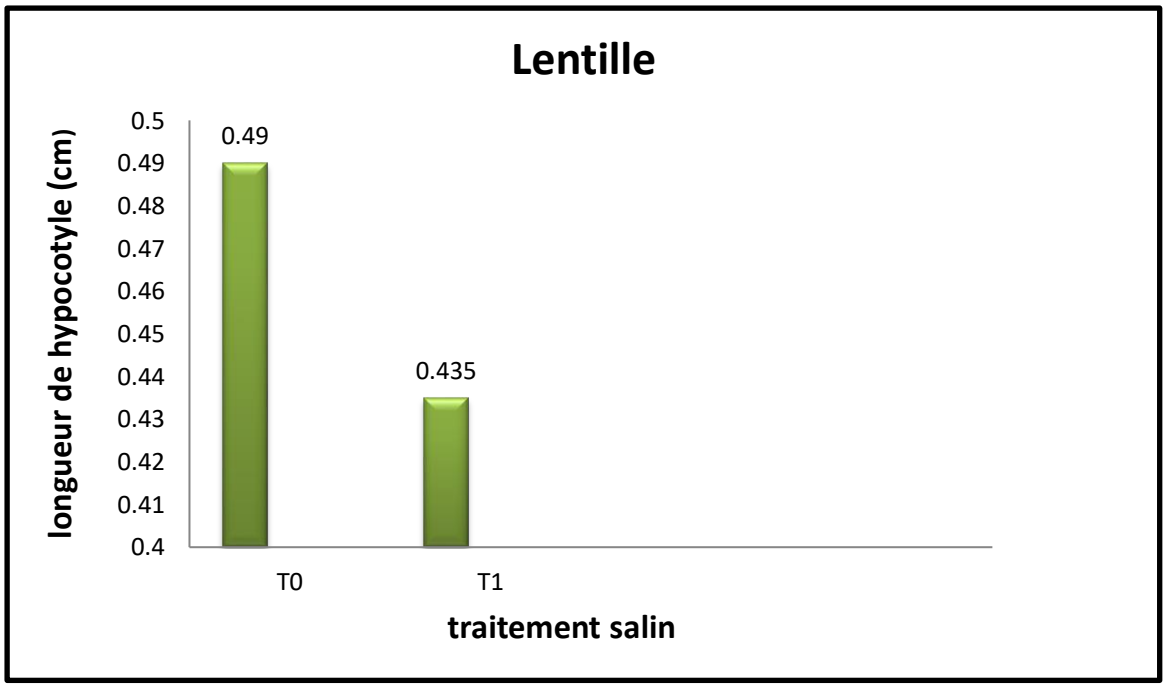


Figure21 : Longueur de hypocotyle de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

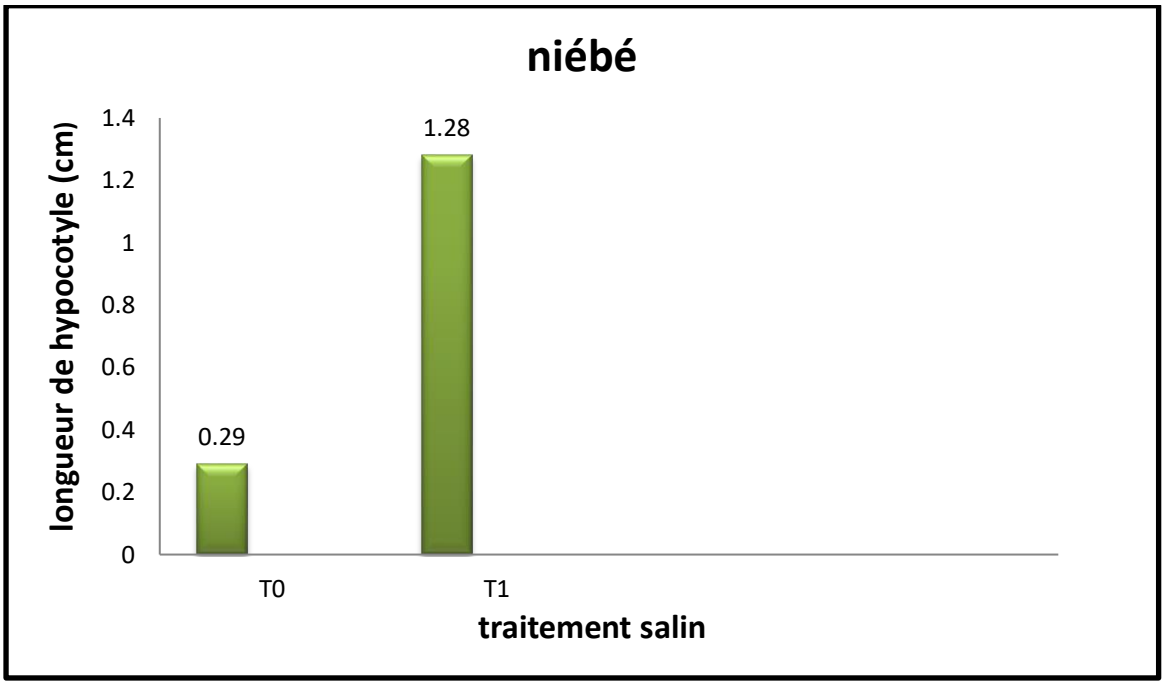


Figure 22 : Longueur de hypocotyle de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

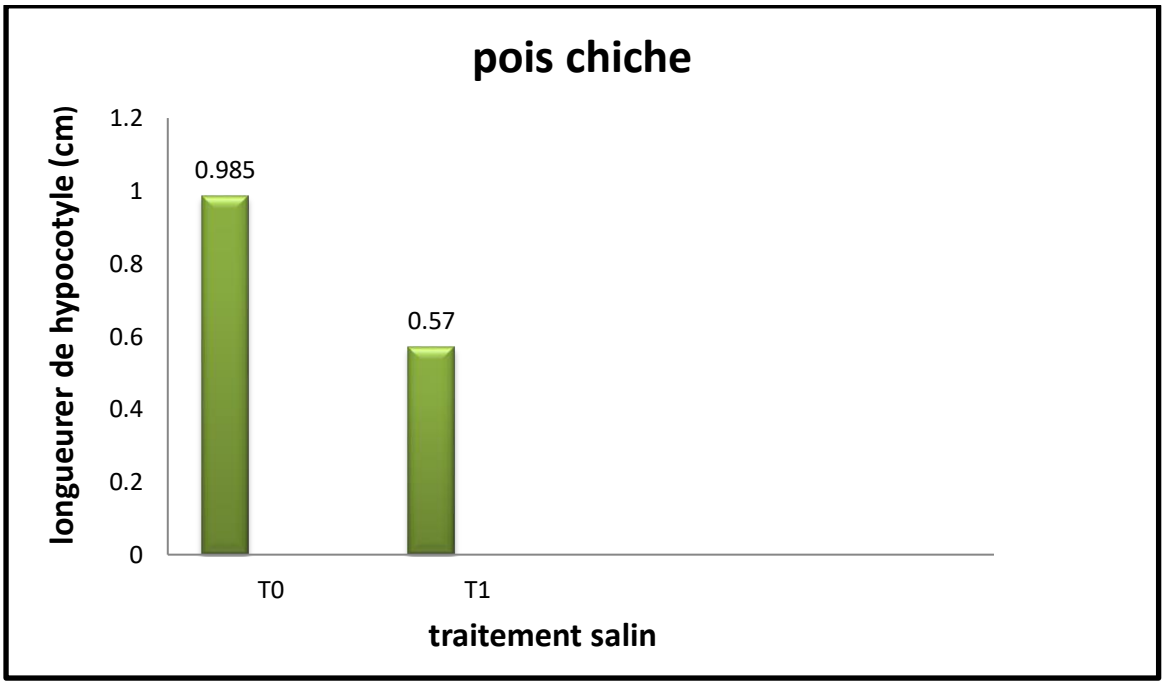


Figure23 : Longueur de hypocotyle de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

C'est la longueur des hypocotyles de la population de pois chiche qui la plus affecté.

Tableau 18 : Analyse de variance de l'effet traitement salin pour les paramètres (longueur de hypocotyle).

Longueur de hypocotyle				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P
Modèle corrigé	5	0,571	2,125	0,109
Ordonnée à l'origine	1	10,935	40,726	0,000
	1	0,180	0,671	0,423
population	2	0,271	1,009	0,384
interaction (traitement salins * population)	2	1,065	3,967	0,037
Erreur	18	0,269		
Total	24			
Total corrigé	23			

(D : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement).

2-1 Effet de stresse saline sur la longueur des épicotyles

Les résultats de la longueur des épicotyle sont représentés dans (les figures 24, 25 et 26). L'analyse de la variance a montré que la longueur des épicotyles est très hautement significativement affectée par la salinité et le priming (Tableau 19). L'interaction des tous les facteurs est significative.

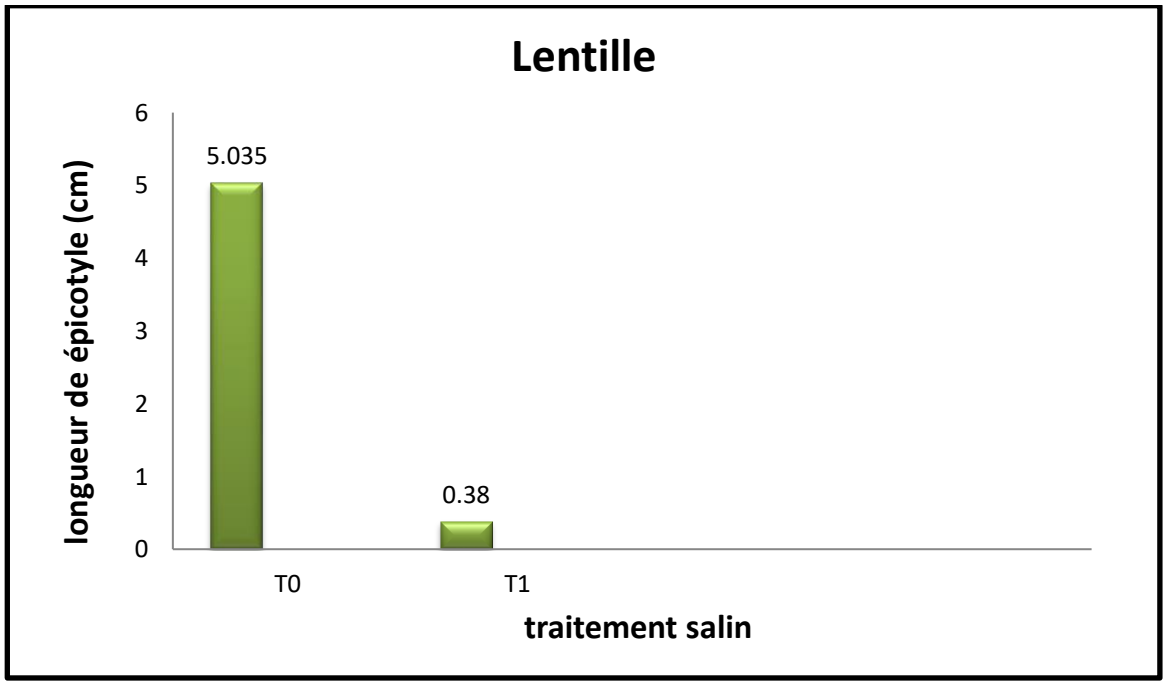


Figure 24 : Longueur de épicotylede la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

La longueur des épicotyles de la population de lentille est réduite significativement sous stress salin. En effet, elle passe de 5cm à 0.38 cm sous stress salin.

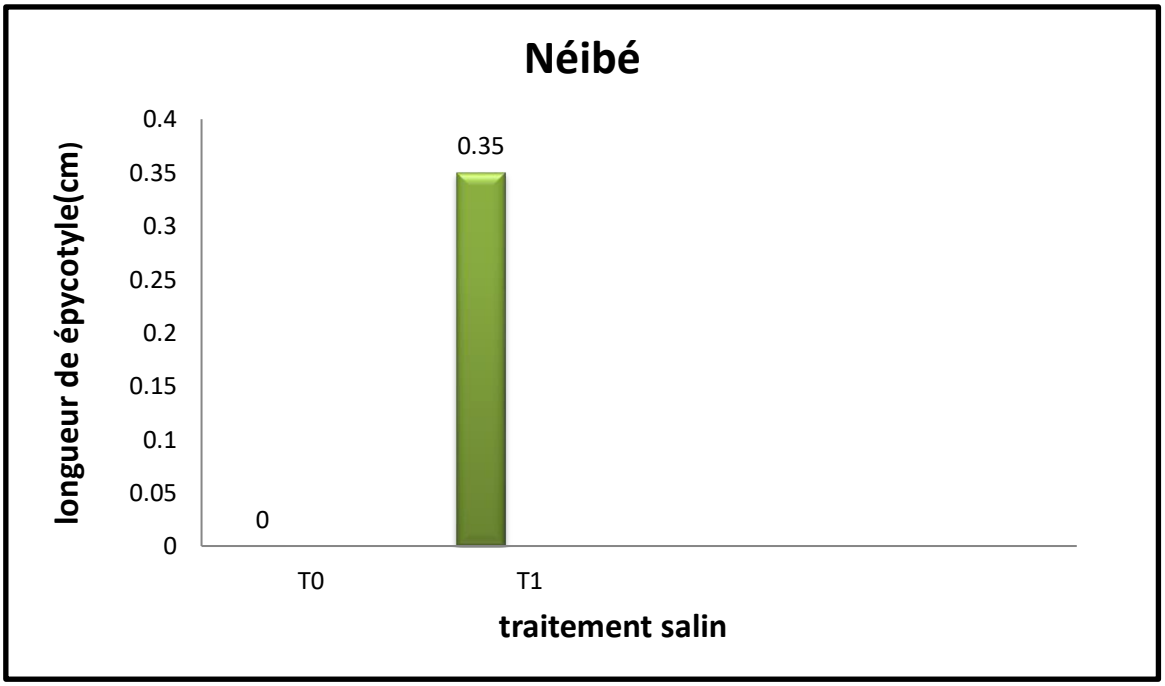


Figure 25: Longueur de épicotyle de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM (durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

La longueur des epicotyles de la population de pois chiche est réduite significativement sous stress salin. En effet, elle passe de 5cm à 1.97cm sous stress salin.

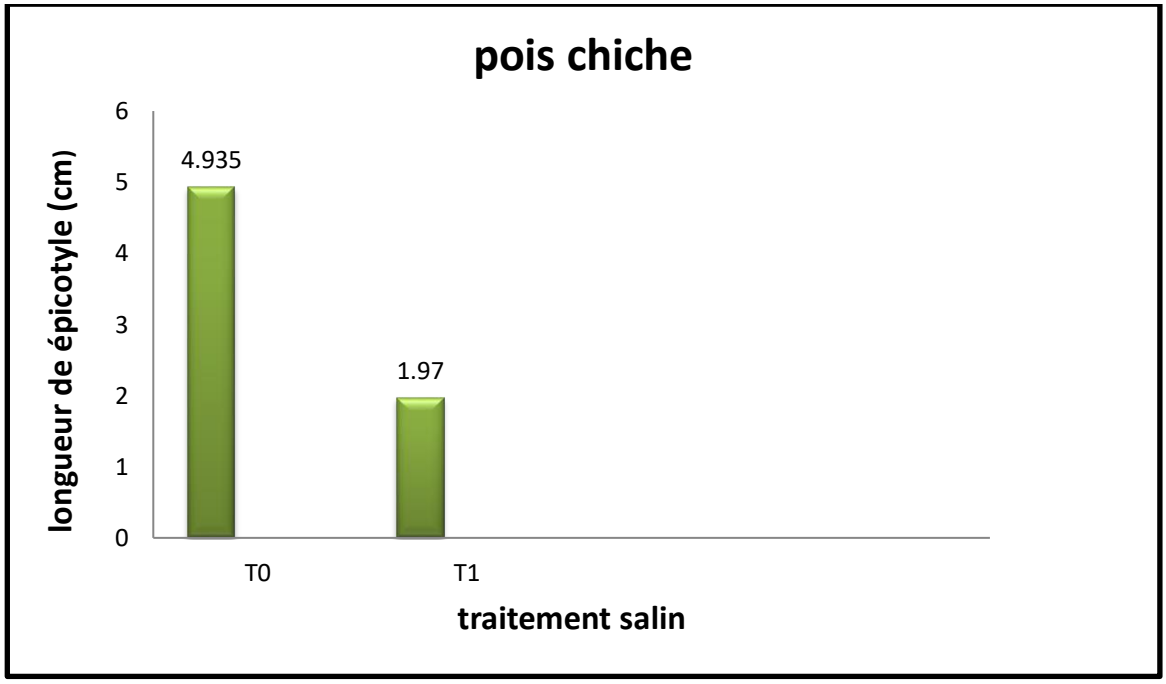


Figure 26: Longueur de épicotylede la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 Mm) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

Tableau 19 : Analyse de variance de l'effet de traitement pour les paramètres (longueur de l'epicotyle).

longueur de épicotyle				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P.
Modèle corrigé	5	21,679	10,701	0,000
Ordonnée à l'origine	1	107,019	52,827	0,000
Stresse saline	1	35,235	17,393	0,001
Population	2	23,614	11,656	0,001
interaction (traitement salins * population)	2	12,965	6,400	0,008
Erreur	18	2,026		
Total	24			
Total corrigé	23			

(D : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement).

2-1 Effets de stresse saline sur la longueur totale

Les résultats de la longueur totale sont représentés dans (les figures 27, 28 et 29). L'analyse de la variance a montré que la longueur totale des plantules est hautement significativement affectée par la salinité, l'effet population est très hautement significatif. L'interaction entre les différents facteurs est également significative (Tableau 20).

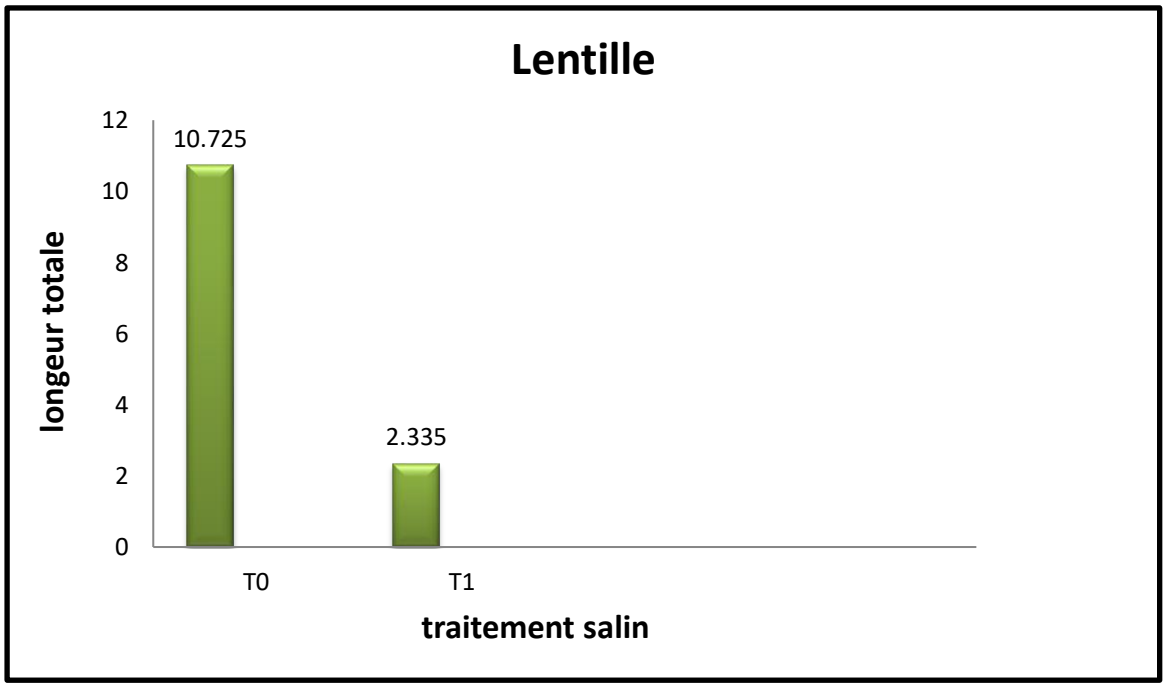


Figure 27 : Longueur total de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 Mm) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

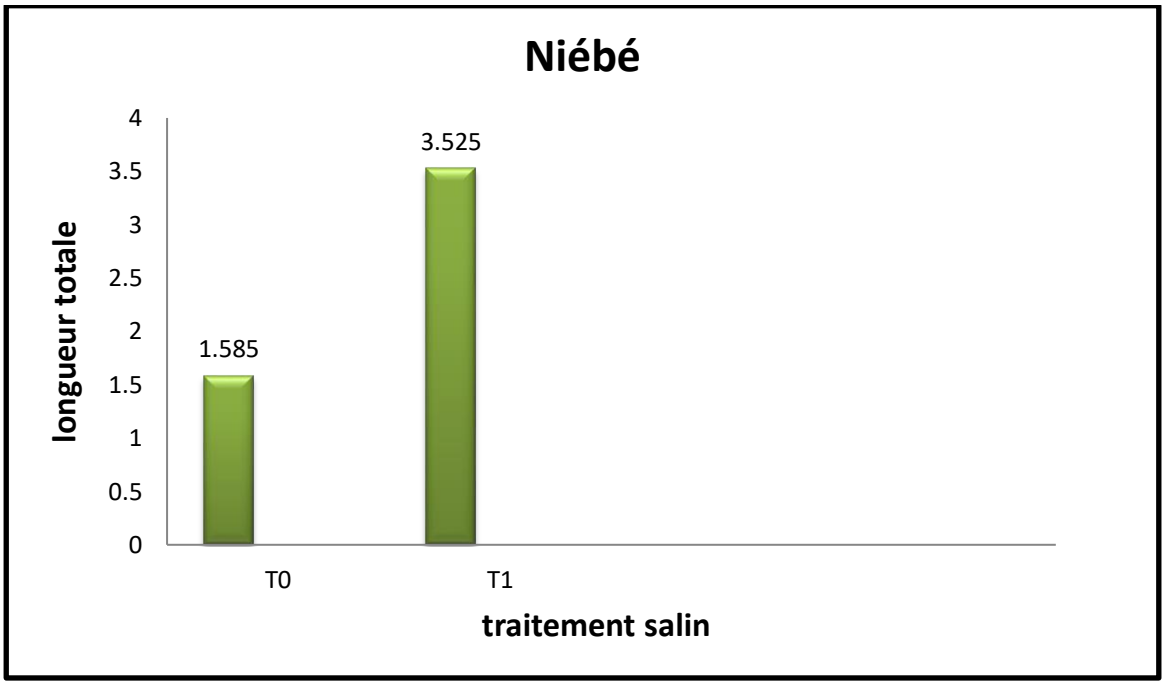


Figure 28: Longueur total de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

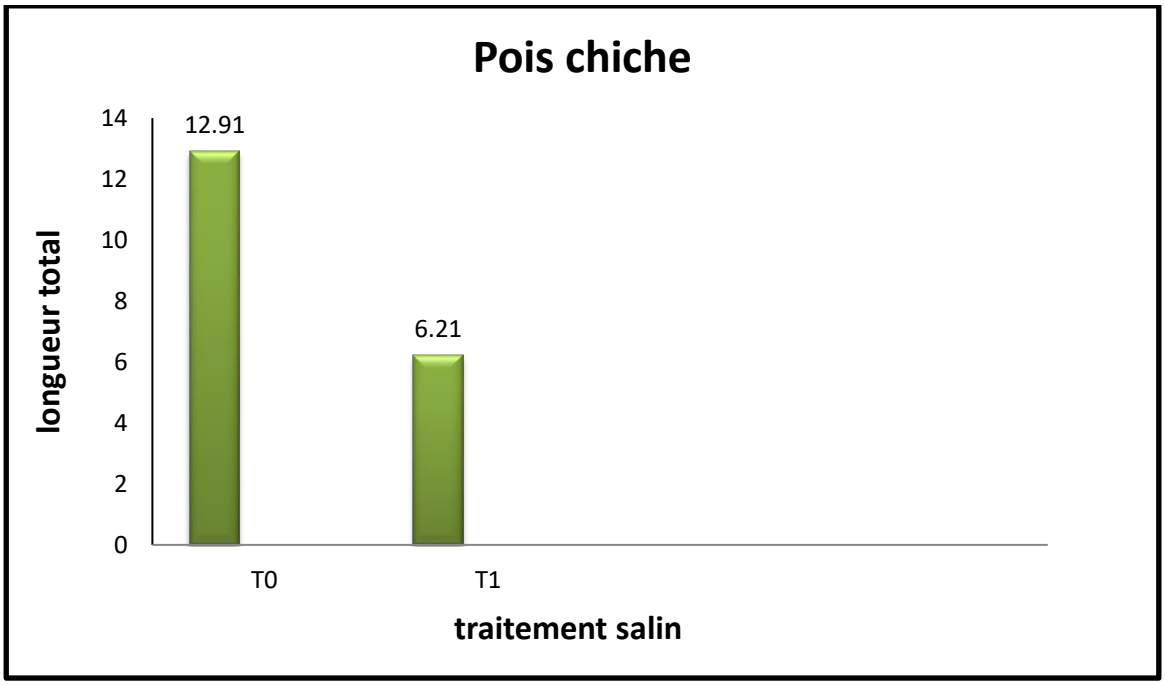


Figure 29: Longueur total de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

Tableau20 : Analyse de variance de l'effet de traitement saline pour les paramètres (longueur de total).

longueur totale				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P.
Modèle corrigé	5	87,112	12,965	,000
Ordonnée à l'origine	1	927,029	137,972	,000
Stresse saline	1	115,282	17,158	,001
Population	2	98,735	14,695	,000
interaction (traitement salins * population)	2	61,405	9,139	,002
Erreur	18	6,719		
Total	24			
Total corrigé	23			

(D : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement).

2-2 Effets de stresse saline sur l'indice de vigueur des plantules

Les résultats indiquent qu'en générale, l'indice de vigueur est réduit très hautement significativement avec l'augmentation du stress salin Le facteur génotype est également très hautement significative **(**Figures 30, 31 et 32 et Tableau 21). L'interaction stress salin génotype est hautement significative.

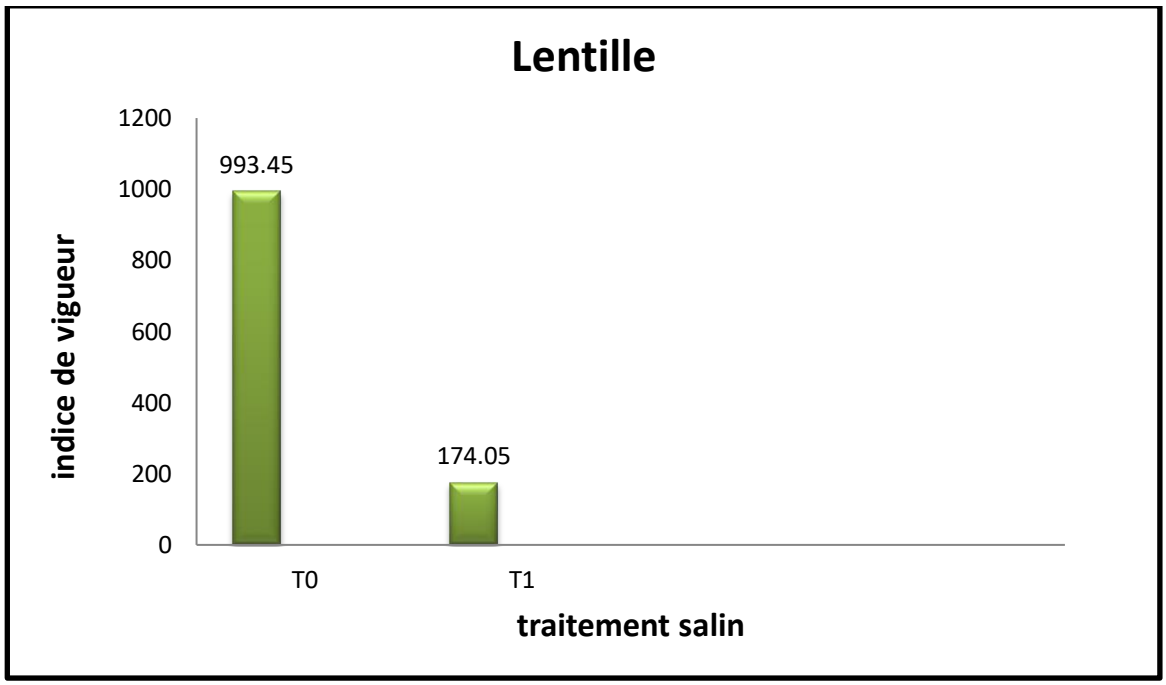


Figure 30: Indice de vigueur de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

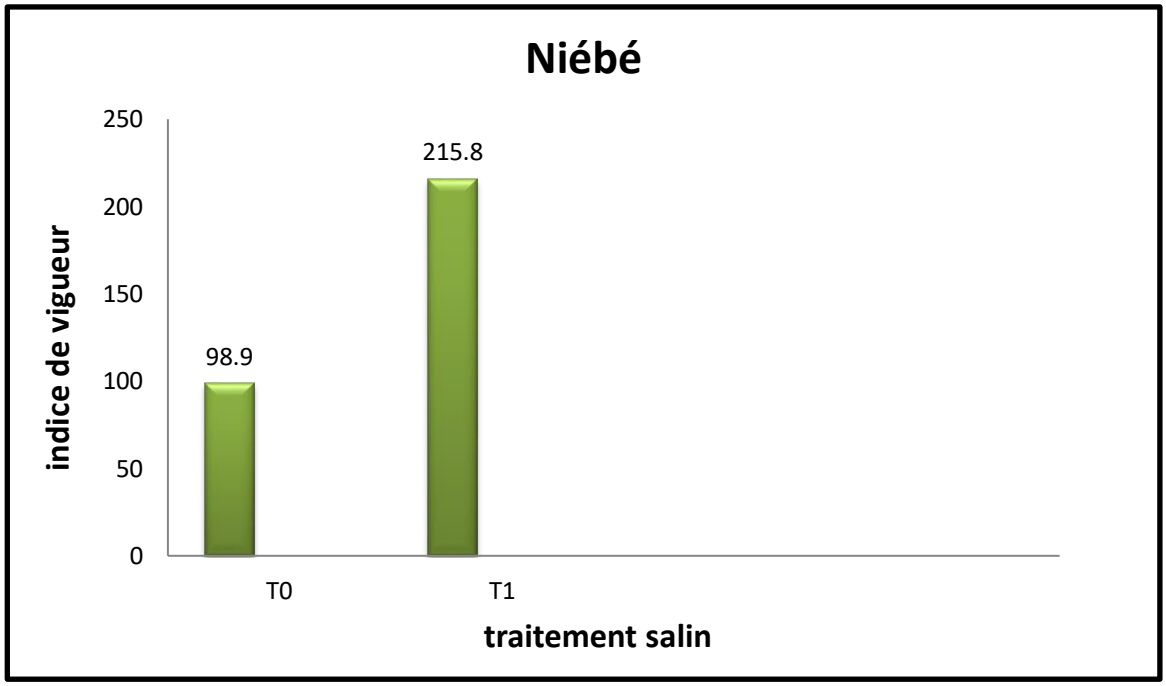


Figure 31 : Indice de vigueur de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

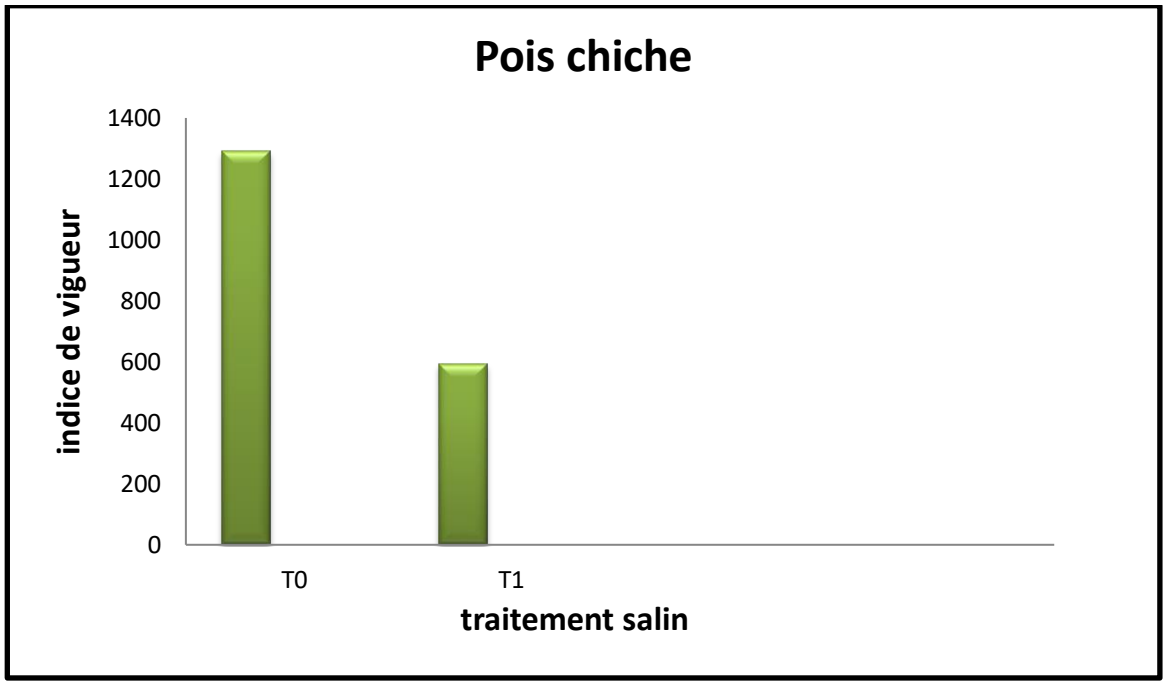


Figure 32: Indice de vigueur de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition .

Les meilleures valeurs de l'indice de vigueur des plantules sont obtenues chez le lot témoin sans sel.

Tableau 21 : Analyse de variance de l'effet traitement de stresse saline, pour les paramètres (l'indice de vigueur des plantules).

indice de vigueur				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P
Modèle corrigé	5	962701,086	14,452	0,000
Ordonnée à l'origine	1	7554874,882	113,411	0,000
Stresse saline	1	1307320,082	19,625	0,000
population	2	1234676,122	18,534	0,000
interaction (traitement salins * population)	2	518416,552	7,782	0,004
Erreur	18	66615,283		
Total	24			
Total corrigé	23			

2-1 Effets de stresse saline sur le poids frais des plantules

Les résultats du poids frais des plantules de trois plantules de pois chiche, lentille et niébé soumises au stress salin sont représentés par le tableau 22.

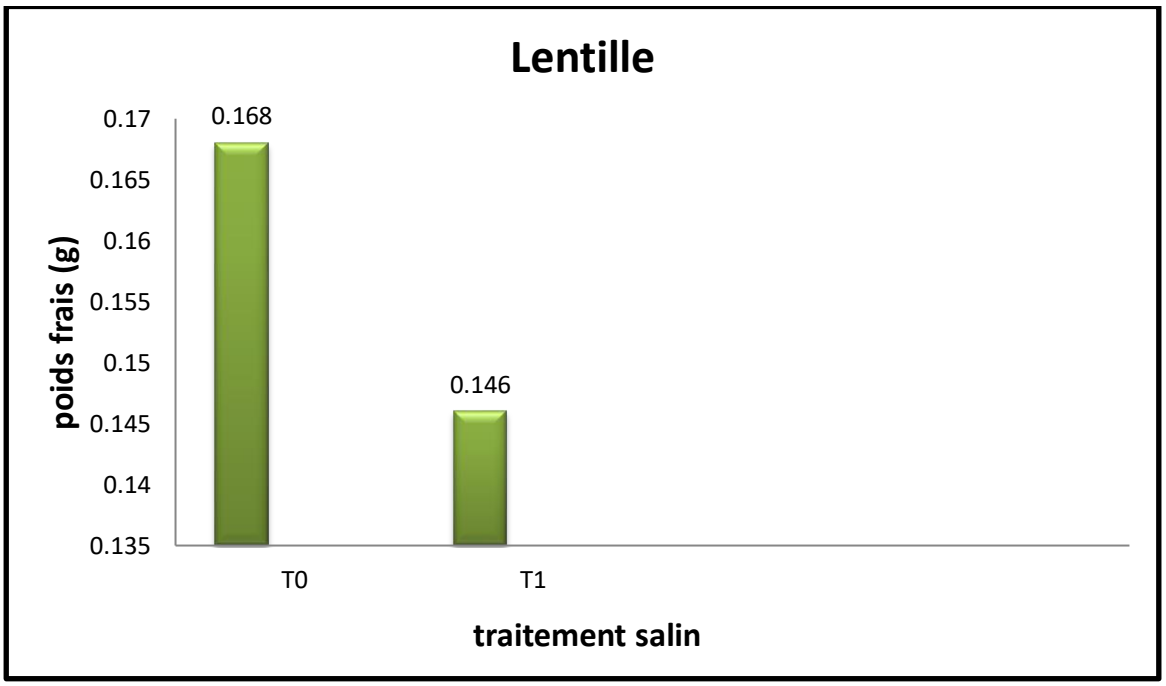


Figure 33: Poids frais (g) de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition

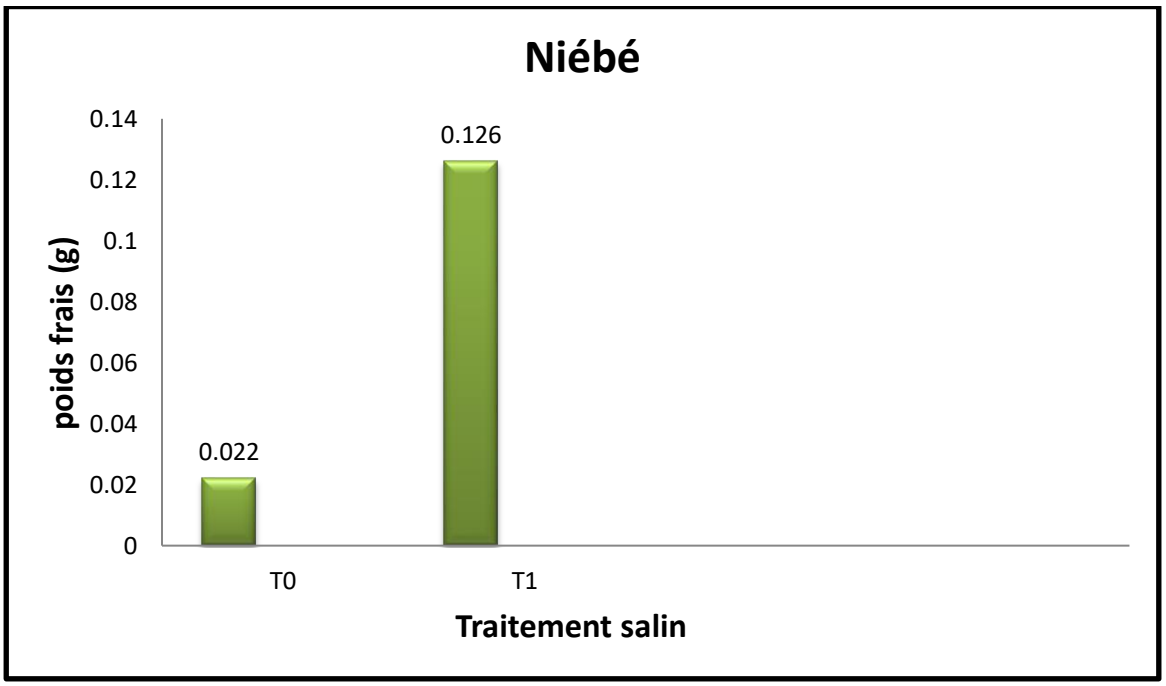


Figure 34 : Poids frais (g) de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

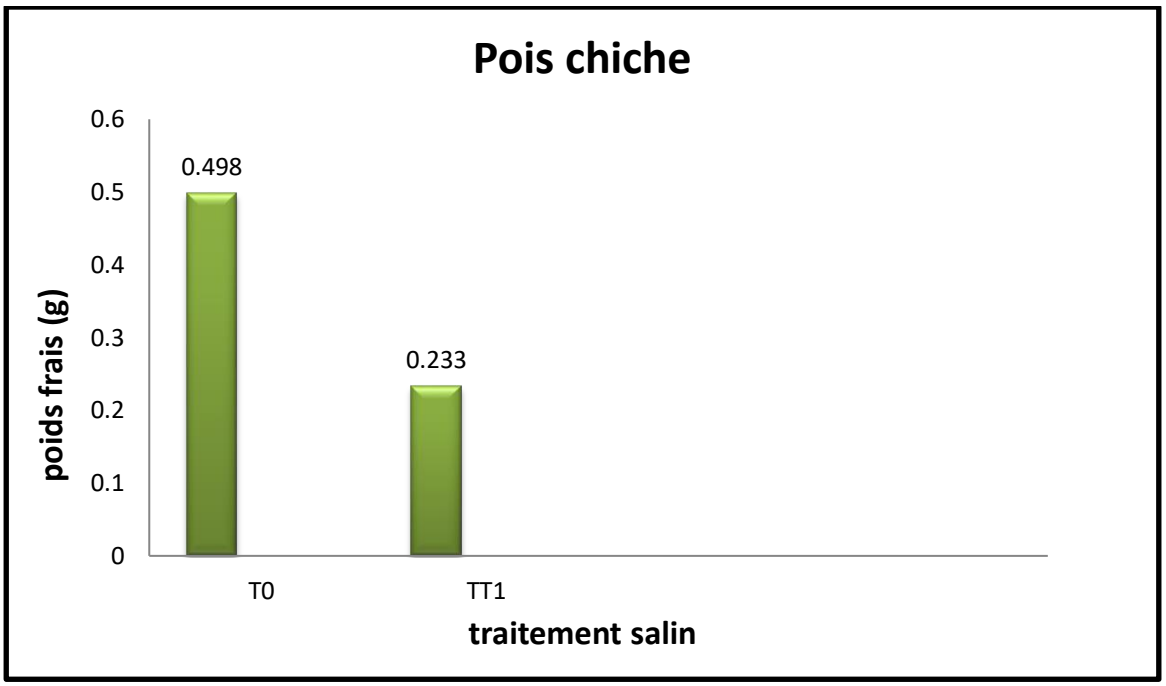


Figure 35 : Poids frais (g) de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. Pour chaque traitements salins, les différentes lettres minuscules sont différentes significativement ($P < 0,05$). Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions, l'ESM (erreur standard à la moyenne).

Les résultats notent une diminution des valeurs du poids frais racinaire chez les différentes espèces étudiées. Ainsi, chez les témoins, les poids frais des racines restées plus élevées, comparativement aux poids frais des racines traitées par les différents niveaux de sel. La réduction du poids frais est plus prononce chez la population de pois chiche. Alors que le poids de la population de lentille n'est pas affecté.

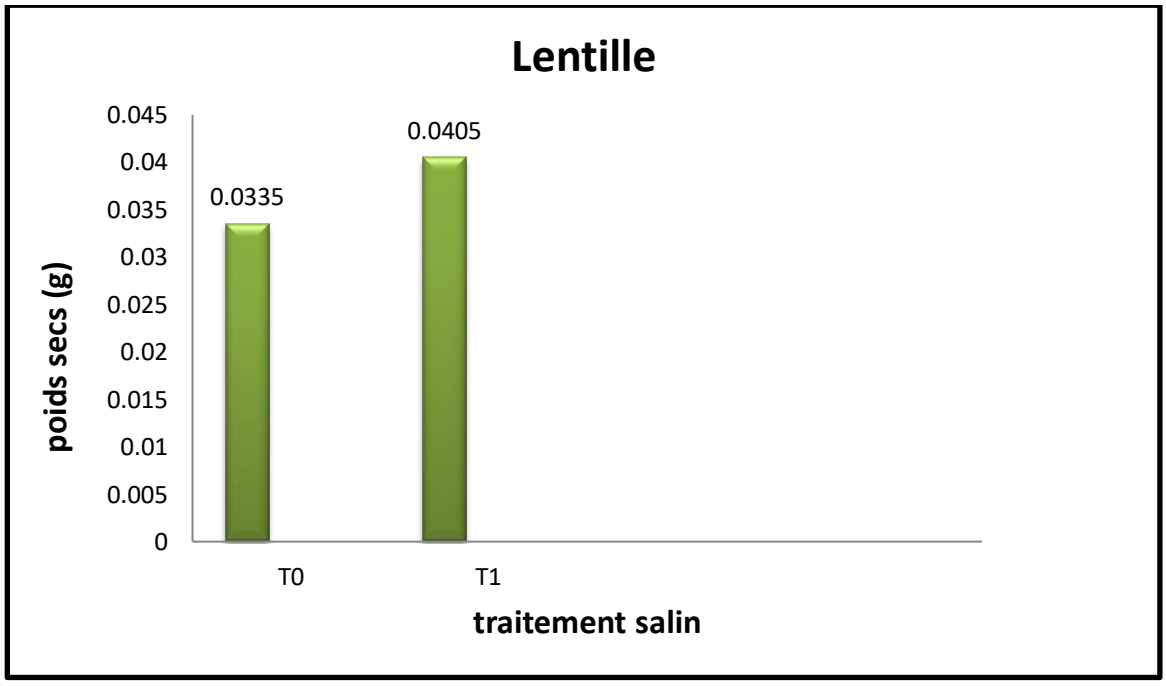
L'analyse statistique a montré pour le poids frais des jeunes plantules, un non significatif du stress salin, très hautement significatif pour le facteur population (Figure 33, 34 et 35).

Tableau 22: Analyse de variance de l'effet de traitement saline ; génotypes de (*Lens culinaris* L), (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) et (*Cicer arietinum*), et le priming et leurs interaction pour les paramètres (poids frais).

poids frais des trois espèces				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P.
Modèle corrigé	5	0,105	5,392	0,003
Ordonnée à l'origine	1	0,949	48,827	0,000
Stresse saline	1	0,022	1,149	0,298
population	2	0,180	9,286	0,002
interaction (traitement salins * population)	2	0,070	3,621	0,048
Erreur	18	0,019		
Total	24			
Total corrigé	23			

2-1 Effets de stress salin sur le poids sec des plantules

Les résultats du poids sec des plantules de trois plantules de pois chiche, lentille et niébé soumises au stress salin sont représentés par le tableau 23.



`Figure 36: Poids secs (g) de la population (*Lens culinaris* L), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours , chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

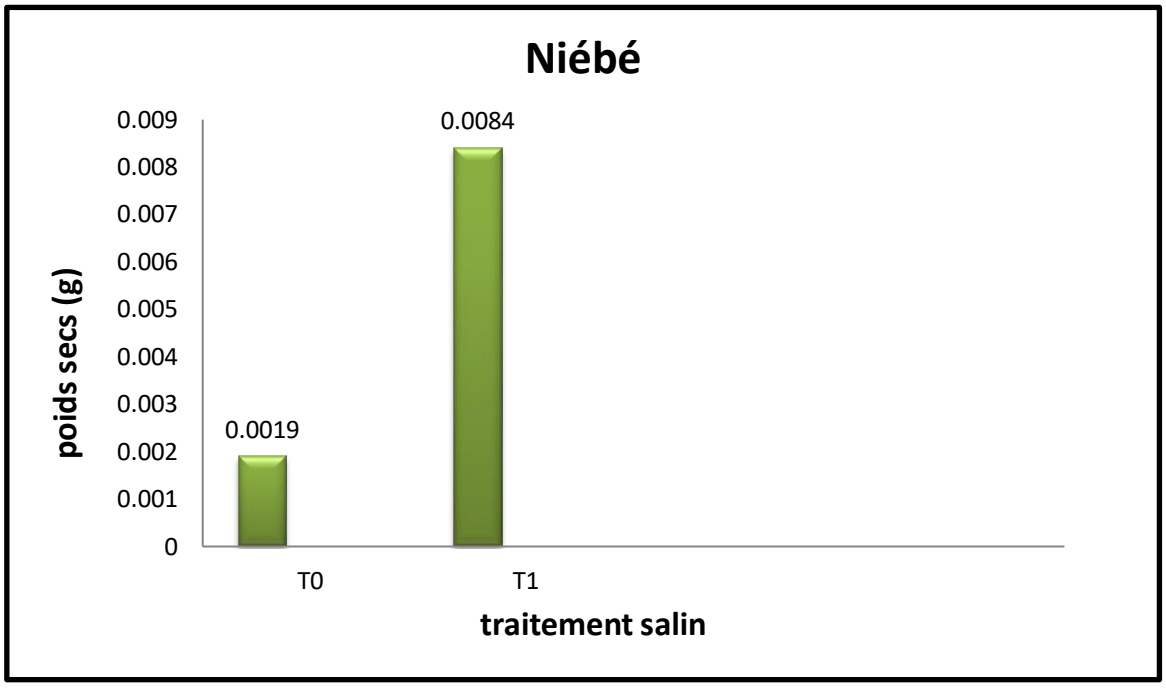


Figure 37: Poids secs (g) de la population (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

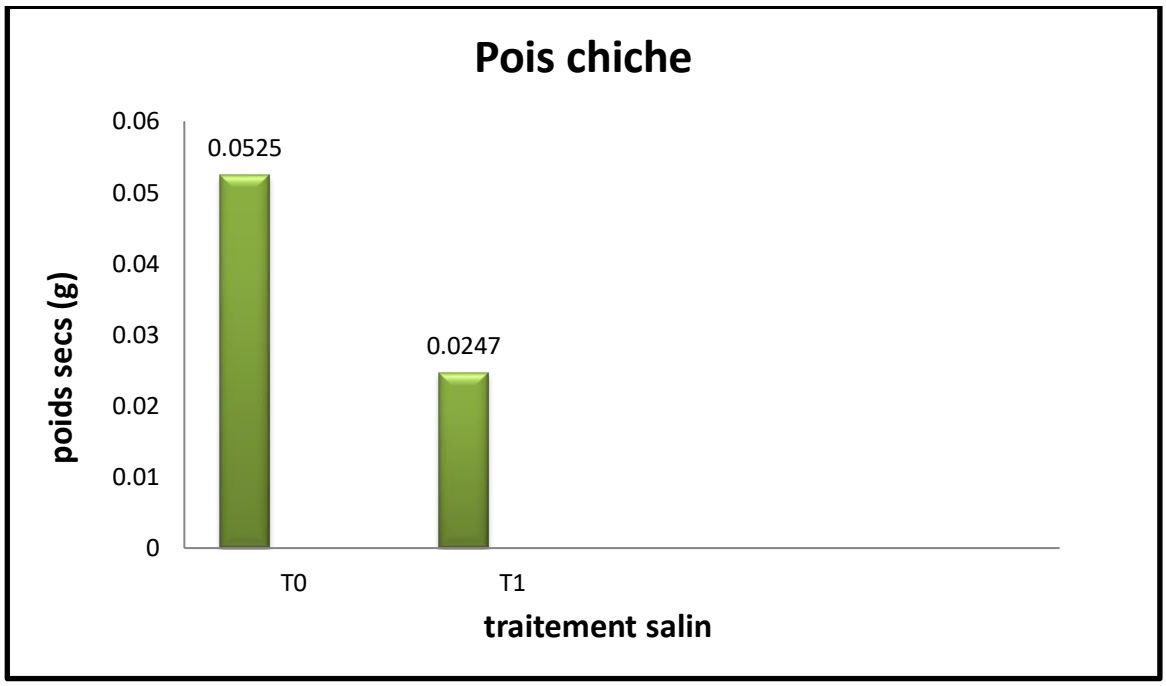


Figure 38 Poids secs (g) de la population (*Cicer arietinum*), conduites sous deux concentrations salines (T0 : 0mM, T1 :100 mM) durant 7 jours, chaque valeur représente la moyenne de quatre répétition.

Chaque valeur représente la moyenne de quatre répétitions. Pour chaque traitements salins, les différentes lettres minuscules sont différentes significativement (P < 0,05). Chaque valeur représente la moyenne de quatre répétitions.

Tableau 23 : Analyse de variance de l'effet traitement saline, génotypes de (*Lens culinaris*L), (*Vigna unguiculata*(L.) Walp) et (*Cice rarietinum*), pour les paramètres (poids frais).

poids secs des trois espèces				
Source	DDL	Moyenne des carrés	D	P.
Modèle corrigé	5	0,001	8,099	0,000
Ordonnée à l'origine	1	0,017	94,692	0,000
Stresse saline	1	0,000	,748	0,398
Population	2	0,003	15,542	0,000
interaction (traitement salins * population)	2	0,001	4,331	0,029
Erreur	18	0,000		
Total	24			
Total corrigé	23			

Discussions

L'effet de stress salin sur la germination et la croissance précoce de pois chiche, lentille et niébé

De nombreux auteurs ont rapporté que la salinité est le facteur principal qui réduit le rendement des cultures (KATERJI *et al.*, 2001 ; ASHRAF, 2004 ; VICENTE *et al.*,2004 ; WAHID, 2004 ; MAHAJAN et TUTEJA, 2005 ; WILSON *et al.*, 2006). En effet, nos résultats relatifs des légumineux pois chiche, lentille, et *vigna unguiculata* irriguées par différentes solutions additionnées de NaCl, montrent que les composantes du rendement en grains sont affectées par la salinité.

La germination des graines est le premier stade physiologique affecté par la salinité. La germination est régulée par de multiples facteurs endogènes , tels que les hormones végétales , et par les conditions environnementales , comme la température , la lumière et la composition du milieu notamment sa teneur en sel (Maalam , 2011 : Miransari et Smith , 2014) .

Dans la plupart des plantes cultivées, la phase de semis est la plus vulnérable aux conditions écologiques difficiles. Les cultures de légumineuses surtout les lentilles, sont très sensibles aux conditions salines au stade de croissance des semis (Bandeoglu *et al*,2004). Les résultats de notre essai de recherche étaient conformes à l'hypothèse postulée selon laquelle le stress de salinité entravait gravement la croissance, les processus biochimiques ainsi que les attributs de rendement des plants de lentilles en perturbant le fonctionnement normal et les performances des plantes (Ibrahim ,2016)

Le stress salin a affecté négativement la rétention d'eau et la turgescence des cellules végétales (Garg *et al* ,2018) la modulation des stomates, la capacité photosynthétique et, finalement, la diminution de la croissance et du rendement des plantes est devenue évidente (Garg *et al* ,2009) Sous le stress de la salinité, la croissance végétative et reproductive des plantes a été affectée et la refonte des voies biochimiques par l'application exogène de produits chimiques atténuant la salinité peut permettre aux plantes de faire face aux effets néfastes des stress abiotiques.

Dans cette étude, les plantes soumises à différentes intensités de stress au NaCl ont produit des racines et des pousses significativement plus courtes, ce qui était conforme aux résultats de (Kausar *et al* ,2013 ; Ali *et al* ,2017) L'ajout de SNP aux plantes sous différentes intensités de stress salin a considérablement modifié la longueur de leurs pousses et de leurs racines.

Des résultats similaires ont également été obtenus par (Demir *et al*, 2003) (Hasanuzzaman *et al* ,2011) en travaillant respectivement sur le blé et le carthame. Il a été constaté que l'oxyde

nitrique réagissait avec les phospholipides et modifiait la paroi cellulaire, ce qui a finalement récupéré la croissance des plantes dans des environnements stressants (Leshem *et al* ,1996).

Les résultats des effets de la salinité sur la cinétique et le taux de germination final viennent confirmer les effets relevés, à travers des études antérieures, exercés par la salinité sur le processus de germination chez plusieurs espèces de légumineuses.(Okçu *et al* ,2005) ont démontré que l'application de différents niveaux de NaCl induit une réduction significative du taux de germination final chez les cultivars de petit pois.

Des résultats comparables ont été observés chez différentes variétés de haricot (Kaymakanova *et al.*, 2009 et Cokkizgin *et al*., 2012), de pois chiche (Hajlaoui *et al*., 2007), de lentille (Abd ElMonem *et al*., 2008) et d'autres légumineuses fourragères (Nichols *et al*., 2009 et Wu *et al.*, 2011).

L'effet de NaCl sur le comportement germinatif de la lentille et le pois chiche se traduit par une augmentation du temps de latence et une diminution de la vitesse et du taux de germination. Ceci concorde avec les résultats de l'étude de Amouri et (Fyad Lameche, 2011) portée sur six écotypes d'espèces annuelles de Medicago et qui ont noté un ralentissement du processus de germination en fonction du stress salin et de l'écotype de chaque espèce.

Les résultats de l'étude de la cinétique de germination montre qu'une concentration croissante en sel engendre un retard de la germination. D'après (Ben Miled *et al*, 1986), ce retard peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne. Alors que (Ghrib *et al*, 2011) ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

Conclusion

En conclusion :

Dans ce travail, nous avons procédé L'étude a été réalisé au laboratoire l'effet de la salinité (NaCl) sur les performances germinatives, la croissance, chez Trois légumineuses Algérien *(Lens culinaris) (Cicer arietinum L.)* provenant de Médéa *(Vigna ungiculata L.)* de tizi ouzou.

Les résultats concernant l'influence la germination et la croissance précoce :
La réponse de la germination et croissance est similaire pour Lentille, Pois chiche et niébé En effet, les graines des germent mieux dans le milieu non salé T0, les conditions optimales de germination et de croissance sont atteintes plus fortement parce que la concentration de la salinité elle 0.

L'effet du stress salin révèle que l'évolution de la concentration du NaCl provoque un retard et une réduction du taux de germination et croissance à des fortes concentrations.

L'augmentation de la salinité à partir de T1 (100 Mm de NaCl), induit un retard de la germination et une réduction hautement significative du pourcentage final de germination et croissance.

D'autres études doivent être réalisées pour tester d'autres cultures et variétés de légumineuses, afin de trouver celle qui tolèrent mieux la salinité et qui peuvent être cultivée en apportant dans bon rendement dans les sols arides d'Algérie. Et aussi des études sur terrains doivent être menées pour confirmer les résultats obtenus.

Recommandations

Pour répondre à certaines questions qui restent posées, ces recommandations sont proposées :

- ✓ multiplier les essais sur d'autres populations provenant d'autres régions de l'Algérie, ce qui permettra de mieux évaluer la tolérance de la salinité.
- ✓ Tester l'amorçage des graines (hydropriming, Osmo-priming, Halopriming, Hormopriming, biopriming), avec des durées d'amorçage différentes pour augmenter la tolérance des graines au stress salin.
- ✓ Procéder à la discrimination génétique entre les différents génotypes étudiés en utilisant les techniques de biologie moléculaire, afin d'identifier les gènes responsables de la tolérance à la salinité.
- ✓ multiplier les essais sur des cultures à grande échelle et à différentes concentrations en sel.

Références Bibliographiques

- **ALAM S.M., 1994.** Nutrient Uptake by plants under stress conditions. *Hand book of plants and crop-stress. New York. DES, University Senia*, p.65.
- **AUBERT G., 1982.** les sols sodiques en Afrique du nord. *Science du Sol - Orstom*, P186 196.
- **Allen O. N. and Allen E. K., 1981.** In leguminosae. A source book of characteristics, uses and Nodulation. *Univ of Wisconsin Press*.
- **Ahmed, Salman, et Muhammad MohtasheemulHasan. s. d., 2014**. Legumes: An Overview. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* .34-38.
- **Anonyme (2016).** Legumineuses : Des graines nutritives pour un avenir durable. http://www.fao.org/3/a-i5528f.pdf.
- **Amir Y. Haenni AL. and Youyou, A., 2006.** Différenbces in the biochemical composition of dry legumes cultivated in north Algeria .*Electron .J. environ .Agric .Food Chem*.5 (3), p.1411-1418.
- **Anonyme ., 2017** . Agricultural production year book / or http://faostat.fao.org .
- **Anonyme ., 2015** . Agricultural production year book / or http://faostat.fao.org .
- **Anonyme., 2012**. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **Anonyme., 2020.** (Food and Agriculture Organization of the United Nations). .Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC.
- **Anonyme., 2019.** Cropstatistics.FAOSTAT.Consulté le 30 mars 2019, à l'adresse http://www.fao.org/faostat/fr/
- **Anoun N. et Echikh N., 1990.** Etude bio-systématique d'une légumineuse saharienne, le tadelaght . *Mémoire de D.E.S. USTHB .Alger* .73 pp :90.
- **Abd El Monem, M. & Sharaf. 2008.** Tolerance of Five Genotypes of Lentil to NaCl Salinity Stress. *Science Journal*, 1:70-80.
- **ASHRAF M., 2004.** Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora*, 199: 361–376.
- **Amouri A.A. & Fyad Lameche F. Z. 2011**. La selection au stade gametophytique pour l"amelioration des plantes. *Editions Universitaires Européennes*, 93 p.
- **Ali, Q.; Daud, M.K.; Haider, M.Z.; Ali, S.; Rizwan, M.; Aslam, N.; Noman, A.; Iqbal, N.; Shahzad, F.; Deeba, F.; et al .,2017.** Seed priming by sodium nitroprusside

improves salt tolerance in wheat (Triticum aestivum L.) by enhancing physiological and biochemical parameters. *Plant Physiol. Biochem.* , 119, 50–59.

- **.Bandeoglu, E.; Eyidogan, F.; Yucel, M.; Oktem, H.A.,2004.** Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl-salinity stress. *Plant Growth Regul*. 42, 69–77.
- **.Ben Miled D., Bousaid M. & Adblkeffi A. 1986.** Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre Medicago au cours de la germination. Séminaire international sur les végétaux en milieu aride, *Jerba, Tunisie,* 586-593.
- **BOUALLA NABILA . , BENZIANE AHMED . , ET DERRICH ZOUBIR . , 2012 .** Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'leta, Oran Algérie. *Journal of Applied Biosciences* 53 : 3787-3796.
- **BRUN A., 1981.** Mise au point bibliographique concernant l'étude des effets de la salinité sur les végétaux. *Ann. Fac. Sci*. 28 : 59-84.
- **Brink M. et Belay G. 2006.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1 : céréales et légumes secs .*Publié par PROTA* .pp :326.
- **Belaid D., 2017.** Lentille: méthode de culture. Une fiche technique canadienne. *Collection Brochures Agronomique*.14P.
- **Belabid L., Fortas Z., Dalli D., Khiare M. &Amdjad D., 2000.** Flétrissement et pourriture racinaire de la lentille dans le nord-ouest algérien. *Cahiers Agricultures*, 9(6), 515-518.
- **Bejiga, G., 2006.** Lens culinaris Medik.. Record from Protabase. *Brink, M. & Belay, G. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.*
- **Cokkizgin A. 2012.** Salinity Stress in Common Bean (Phaseolus vulgaris L.) Seed Germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1):177-182.
- **Chaïch, Khaled, et al.,2016** .Rhizobial diversity associated with the spontaneous legume Genistasaharae in the northeastern Algerian Sahara.*Springer Science+Business Media Dordrecht*, pp: 10.
- **CHAUX C. et FOURY C., 1994**. Production légumières secs, Tome 3 légumineuses potagères, légumes, fruits. *Technique et documentation Lavoisier*F75384 Paris Cedex 08, pp 3-15.
- **Çulha,Ş.,&ÇAKIRLAR,H., 2011.**Tuzlulu ğunbit kilerüzerine etkilerivetuztol eransme kanizmaları. *Afyon Kocatepe. Üniversitesi Fen veMühendislikBilimleriDergisi*, pp *:* 11-34.

- **Demir, M.; Arif, I., 2003.** Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (Carthamus tinctorius L.). *Turk. J. Agric.* , 27, 221–227.
- **Droubi .A, 1976 .** Géochimie des sels des solutions concentrées par évaporation. Modules thermodynamiques de simulation, application aux sols sals du Tchad . *Mémoire Docteur Ingénieur (Sciences géologiques , 46) , ULP , Strasbourg , France* , 177 p .
- **DOUAOUI A. , HARTANI T. , 2007 .** Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas - Chéliff . *Actes de l'atelierrégional SIRMA . Tunis* .
- **Dahiya S., R. Anlauf., 1990.**Sodic soils in India: their reclamation and management. *Zeitschrift Fuer Kulturtechnikund Landen twicklung* 31(1):26–34.
- **Dinc, S. Senol, S. Kapur, M. Sari, M.R. Derici, M. Sayin., 1991.** Formation, distribution, and chemical properties of saline and alkaline soils of the Cukurova Region southern Turkey. *Catena* 18(2):173–183.
- **Drim B., 2019**. Légumes Secs, les aliments de demain. *agroline*,pp: 68.
- **Duke J.A., 1981**. Handbook legumes of world economic importance Ed. *Plenumpress, New-York and London*, 25p.
- **DSASI, 2009 à 2017.** Statistiques agricoles "série B". Direction des statistiques agricoles et système d'information (Dsasi). Sous-direction des statistiques. *Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche.*
- **Erskine, W. ;Rihawi, S. ; Capper, B. S., 1990.** Variation in lentil straw quality. *Anim. Feed Sci. Technol*., 28 (1–2): 61–69.
- **El-Mekkaoui M., 1990.** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (I. durum des f) et l'orge (H. vulgare): recherches de tests précoces de sélection. *Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier.* 191p.
- **Ecocrop., 2012.**Ecocrop database. *FAO*.
- **Flexas J, Bota J, Galmés J, Medrano H, Ribas- Carbó M.,(2006) ,**Keeping a positive carbon balance under adverse conditions : Responses of photosynthesis and respiration to water stress . *PhysiologiaPlantarum*. ;127(3):343-352.
- **Ford, R. ;Rubeena; Redden, R. J. ; Materne, M. ; Taylor, P. W. J., 2007.** Lentil. In: Chittarajan, K., *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants,* 3: 91-108.
- **Gouny P., Brachet J., 1967.** La qualité des eaux d'irrigation *B.T.I:* 224

- **Garg, N.; Bharti, A.,2018.** Salicylic acid improves arbuscular mycorrhizal symbiosis, and chickpea growth and yield by modulating carbohydrate metabolism under salt stress. *Mycorrhiza* , 28, 727–746.
- **Garg, N.; Manchanda, G.,2009**. ROS generation in plants: Boon or bane? *Plant Biosyst*. 143, 81–96.
- **Ghrib C., Gharbi F., Kchaou R., Rejeb S., Khouja M. L. & Rejeb M. N. 2011.** Réponse de trois espèces d'eucalyptus à la salinité (Eu. sargentii, Eu. gomphocephala et Eu. astringens). European Journal of Scientific Research, 53:56-66.
- **Graham, Peter H, et Carroll P Vance.,2003.** Legumes: Importance and Constraints to Greater Use. *Update on Legume Utilization*,pp: 6.
- **Goodwin, M., 2005.** Profil de la culture de pois chiche au Canada. *Ed. AAFC (Agriculture etAgri-Food Canada), Ottawa, Ontario, Canada*. 28p.
- **Gaur , P. M. , Thudi M. , Samineni . S ..Varshney , R. K., 2014** . Advances in Chickpea Genomics . Legumes in the OmicEra .*Gupta. Sanjeev .Nadarajan .Nagasamy .Gupta .DebjyotiSen(Eds* .) . 73-94 .
- **Göhl, B., 1982**. The feed in the tropics. *FAO, Production and Animal Health Division, Rome, Italy.*
- **Hasanuzzaman, M.; Hossain, M.A.; Fujita, M**.,**2011.** Nitric oxide modulates antioxidant defense and the methylglyoxal detoxification system and reduces salinity-induced damage of wheat seedlings. *Plant Biotechnol*. Rep. 5, 353–365.
- **Hajlaoui H. & Denden M. & Bouslama M. 2007.** Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (Cicer arietinum L.) au stade germination. *Tropicultura*, 25:168-173.
- **Hu Y et Schmidhalter U., 2004.** Limitation of Salt Stress to Plant Growth, Technische .*Universidad München , Freising , Germany* P191- 216 .
- **Hussain S, Bai Z, Huang T, Cao X, Zhu L, Zhu C, Khaskheli MA, Zhang C, Jin Q , Zhang J., 2019.** 1-Methylcyclopropene modulates physiological, biochemical and antioxidant responses of Rice to different salt stress levels. *Journal of Integrative Agriculture*, pp: 1-18.
- **Ibrahim, E.A.,2016.** Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. J. *Plant Physiol.* 192, 38–46.
- **IPTRID,2006: Iptrid ., 2006.** Conférence électronique sur la salinitation . Extension de

la salinitation et stratégie de prévention et rêhabilitation .p2-11.

- **Katembe WJ, Ungar IA, Mitchell JP., 1998.** Effect of salinity on germination and seedling growth of two Atriplex species (Chenopodiaceae*).Annals of Botany*. ;82(2):167-175.
- **KATERJI N., VAN HOORN J. W., HAMDY A., MASTRORILLID M., OWEISE T.and ERSKINEE W., 2001**. Response of two varieties of lentil to soil salanity. *Agricultural Water Management*, 47: 179-190.
- **Kudapa, H., Garg, V., Chitikineni, A., &Varshney, R. K., 2018.** The RNA-Seq-based high resolution gene expression atlas of chickpea (Cicer arietinum L.) reveals dynamic spatiotemporal changes associated with growth and development. *Plant, cell & environment* 41 : 2209-2225.
- **Kovda V.A. et I. Szabolcs., 1979.** Modelling of soil salinization and alkalization. *Agrokemiaes Talajtan (suppl) Budapest*, pp 207.
- **Kausar, F.; Shahbaz, M., 2013.** Interactive effect of foliar application of nitric oxide (NO) and salinity on wheat (Triticum aestivum L.*). Pak. J. Bot.* 45, 67–73.
- **Kaymakanova M. 2009.** Effect of Salinity on Germination and Seed Physiology in Bean (Phaseolus Vulgaris L.). *Biotechnology \& Biotechnological Equipment*, 23: 326-329.
- **Ladizinsky G., l987.** Pulse domestication before cultivation. *Econ. Bot*., 41: 60-65.
- **Leshem, Y.Y.; Haramaty, E., 1996.** The characterization and contrasting effects of the nitric oxide free radical in vegetative stress and senescence of Pisum sativum Linn. foliage. J. *Plant Physiol*. 148, 258–263. [CrossRef]
- **Labdi M., 1995**. Etude de la résistance à l'anthracnose (Ascochytarabiei (Pass.) Lab.) chez le pois chiche (Cicer arietinum L.*). Thèse Doctorat, ENSA, Montpellier, France* ; 155 p.
- **Ladizinsky G., l989**. Pulse domestication: Fact and Fiction. *Econ. Bot*. 43: 131-133..
- **LabdiM., 1990.** Chickpea in Algeria. In: Saxena N.P., Saxena M.C., Jouhansen C., Virmani S.M. et Harris H. Adaptation of chickpea in West Asia and North Africa region. *ICARDA- ICRISAT*: 137-140.
- **Levigneron A, Lopez F, Vansuyt G, Berthomieu P, Fourcroy P., 1995.** Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures* .P 263-273..
- **Lin J, Li X, Zhang Z, Yu X, Gao Z, Wang Y, Li Z, Mu C, Wang J., 2012.** Salinity-alkalinity tolerance in Wheat, seed germination, early seedling growth, ion relations and

solute accumulation .*African Journal of Agricultural Research*.;7(3): 467-474.

- **Lallemand-Barres, A., 1980.** Aménagement des sols salés, irrigation avec des eaux salées. *Etude documentaire*., pp19.
- **Lardy, G. ; Anderson, V., 2009.** Alternative feeds for ruminants. General concepts and recommendations for using alternative feeds. *North Dakota State University Fargo,* 24 p.
- **Mâalem, S., Khoufi, S., & Rahmoune, C. 2011.** Analyse moléculaire de la diversité génétique de plantes Xéro/Halophytes du genre Atriplex moyennant RAPD- PCR. *Algerian Journal of Arid Environment*, 1(1), 50-59.
- **Miransari, M., Smith, 2014**. Plant hormones and seed germination .Environmental and Experimental *Botany*, 99, 110-121.
- **Mermoud A., 2006.** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. *Ecole polytechnique fédérale de lausanne*, 23 p.
- **MontoRoi JP., 1982.**la salinisation des écosystèmes de la dégradation insidieuse à la remédiation continuelle par les hommes. *Paris France* .
- **Munns R, Tester M ., 2008.** Mechanisms of salinity tolerance. *The Annual of Plant Biology*. P:651-681.
- **Minashina.N.G.., 1996.** Effectiveness of drainage in developing saline soils under irrigated agriculture during the last thirty years. *Eurasian Soil Sci*, 28(2):77–90.
- **Munns, R., 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, *25*(2), 239-250..
- **MADR, 2010**. Statistiques agricoles.
- **Mostofa, M.G.; Fujita, M.; Tran, L.S.P., 2015.** Nitric oxide mediates hydrogen peroxide- and salicylic acid-induced salt tolerance in rice (Oryza sativa L.) seedlings. *Plant Growth Regul.* 77, 265–277.
- **MAHAJAN S. and TUTEJA N., 2005.** Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139–158.
- **Maréchal R., Mascherpa J.M &Stainier F., 1978.** Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres Phaseolus et Vigna (Papilonaceae) sur la base de données morphologique et pollinique, traitées par l'analyse informatique. *Boissiera*., 28 :1-273.
- **Ning Wang; Daun, J. K., 2006.**Eects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (Lens culinaris). *Food Chem*., 95 (3): 493–502.

- **Nichols P. G. H., Malik A. I., Stockdale M. & Colmer T. D. 2009**. Salt tolerance and avoidance mechanisms at germination of annual pasture legumes: importance for adaptation to saline environments. *Plant and Soil*, 315:241-255.
- **Ökçu G., Kaya M. D. & Atak M. 2005**. Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (Pisum sativum L.*)*. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29:237-242.
- **Parida A., Das A., 2005.** Salt tolerance and salinity effect on plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- **Pessarakli M.., 1991.** Formation of saline and sodic soils and their reclamation. *J Environ Sci Health*, A26 (7):1303–1320.
- **Parida AK, Das AB., 2005.**Salt tolerance and salinity effects on plants : A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. ;60(3):324-349.
- **Quin F.M., 1997.**Introduction. In : Advances in cowpea. *Reseach – Singh, B.B., Mohan Raj, Dashiell, K.E. etJachai, L.E.N (eds)* 375p.
- **Rhodes D, Nadolska-Orczyk A., 2001.** Plant Stress Physiology. Encyclopedia of life sciences. *Nature Publishing Group*.. DOI: 10.1038/npg. els.0001297.
- **Reamaekers R.H., 2001.** Agriculture en Afrique tropicale. *Direction générale de la coopération internationale, Bruxelles, Belgique,* 368-383.
- **SAINTILAN (N.)., 1998.** Relationships between height and girth of mangrove and soil-water conditions in the Mary and Hawkersbury River estuaries, eastern Australia .*Aust. J. Ecol*., 322-328.
- **Szabolcs I.., 1989.** Salt-Affected Soils. *Boca Raton, FL: CRC Press*..
- **Szabolcs I., 1991.** Soil salinity and biodiversity. In: D.L. Hawksworth, ed. The Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture. *CAB International, London, England*, pp. 105–115.
- **Szabolcs I., 1994.** Sotls and salinization ., *Handbook of plant and crop stress*. Marcel Dekker, New York: 3-11.
- **Shah S director., 2014.** Morphological, Anatomical and Physiological Responses of Plants to Salinity .
- **Shahzad B, Fahad S, Tanveer M, Khan BA, Saud S., 2019.** Plant responses and

tolerance to salt stress: profiling and counteraction .*in Approaches for Enhancing Abiotic Stress Tolerance in Plants.*. p. 61-78 .CRC Press.

- **Suo J, Zhao Q , Chen S, Dai S, David L., 2017.** Salinity response in chloroplasts: insights from gene characterization. *International Journal of Molecular Sciences.*; 18(5) :1011.
- **Shahid, S. A., Abdelfattah, M. A., &Taha, F. K. (Eds.)., 2013**. Developments in soil salinity assessment and reclamation: innovative thinking and use of marginal soil and water resources in irrigated agriculture. *Springer Science & Business Media* .pp 3-43.
- **Schneider A, Huyghe C, and Coordinateurs ., 2015**. les légumineuses pour des systèmes agricole et alimentaires durables. *Editions Quae* , RD 10,78026 versailles cedex ,pp 473.
- **Sobti, Sarah, afafDjaghoubi, et HamdiAissa Belhadj.,2015**. Isolation and Characterization of The Native Rhizobia Under Hyper-Salt Edaphic Conditions in Ouargla. *Energy Procedia*: p6 (1434 – 1439).
- **Singh K.B., 1997**. Chickpea (Cicerarietinum L*). Field Crops Research*, 53: 161-170.
- **Spischiger RE., Chen W. et Gillis M., 2002**. Légumineuse. Système botanique des plantes à fleur. *Romandes :* 202-204p.
- **Skrypetz, S. 2004**. Pois chiches: Situation et perspectives. *Bulletin Bimensuel*. *Ed. DAM & DPS & DPC & AAC. Canada*. 4p.
- **Singh, K. B. et Reddy, M. V., 1990**. Patterns of resistance and susceptibility to races of Ascochytarabiei among germplasm accessions and breeding unes of chickpea. *Plant Disease*74: 127-129.
- **Sanjeewa, W. T., Wanasundara, J. P., Pietrasik, Z., and Shand, P. J., 2010.** "Characterization of chickpea (Cicerarietinum L.) flours and application in low-fat pork bologna as a model system. *Food Research International*, 43(2), 617-626.
- **Stanton W. R., 1970.** Les légumineuses à graines en Afrique, *FAO,* Rome, 199 p.
- **Sawadogo A., 2009**. Evaluation de la production du niébé (Vigna unguiculata L. Walp) en condition de stress hydrique : contribution au phénotypage et à la sélection du niébé pour la résistance à la sécheresse. *Mémoire d'ingénieur, université polytechnique de Bobo-Dioulosso institut du développement Rural, Burkina-Faso*, 6p.
- **Stanford, K. ;Wallins, G. L. ; Lees, B. M. ; Mundel, H. H., 1999.** Use of lentil screenings in the diets of early weaned lambs and ewes in the second trimester of pregnancy. *Anim. Feed Sci. Technol*., 81 (3-4): 249-264.

- **Saxena N.P., 1984.** Chickpea. In: Goldsworthy P.R., Fisher N.M. *The Physiology of Tropical Field* Crops: 419-452.
- **SAADALLAHA (K.), (J. J.) DREVONB, (M.) HAJJIC et (C.) ABDELLYA., 2001.** Genotypic variability for tolerance to salinity of N2-fixing common bean (Phaseolus vulgaris).*Agronomie*21 : 675-682.
- **TATTINI (M.), (R.) GUCCI, (M. A.) CORA-DESCHI, (C.) PONZIO, et (J. D.) EVERARD., 1995**. Growth, gas exchange and ion content in Olea europaea plants during salinity stress and subsequent relief. *Physiologia Plantarum*95 : 203-210.
- **Tester M, Davenport R., 2003.** Na+ tolerance and Na+ transport in higher plants. *Annals of Botany.* Pp :503-527.
- **Toker , C. , Uzun , B. , Ceylan , F.O. , Ikten , C., 2014 .** Chickpea . In : Alien Gene Transfer in Crop Plants , *A. Pratap and J. Kumar Eds . , Volume 2 , Springer , Dordrecht ,* pp : 121-151 .
- **Timko M.P et Singh B.B., 2008.**Cowpea, a multifunctional legume. Genomics of tropical cropplants. In : plant Genetics and Genomics : crops and models. *paul H Moore H.P. et Ming R., New York, Springer* : 227-258.
- **VICENTE O., BOSCAIU M., NARANJO M. A., ESTRELLES E., BELLES J. M., and SORIANO P., 2004** - Responses to salt stress in the halophyte Plantago crassifolia (Plantaginaceae). J. *Arid Environ*., 58: 463- 481.
- **VENKATARAMAN (S.) et (G. S.) VENKATARAMAN., 1995.** Response of Anabaena to salt stress. 3. Effect of exogenous nitrogen. *Nat. Acad. Sci. Letters India* 18 : 165-166.
- **Vander Maessen L. J.C., 1972.** Cicer L, a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (Cicer arietinum L) , its ecology and cultivation. *Meddling land bouw bog school*
- **Waiciechowski M. F., Lavin M., Sanderson M. I., 2004**. Phylogeny of legumes leguminous based on analysis of the plastid mat K gene resolves many well supported subclades with the family. *Am I,* pp.1846-1862.
- **WAHID A., 2004** - Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. *Bot. Bull. Acad. Sin*., 45: 133-141.
- **WILSON C., LIU X., LESCH S. M. and SUAREZ D. L., 2006** - Growth response of

- major USA cowpea cultivars: Effect of salinity on leaf gas exchange. *Plant Science*,
- 170: 1095–1101.
- **.Wu C., Wang Q., Xie B., Wang Z., Cui J. & Hu T. 2011**. Effects of drought and salt stress on seed germination of three leguminous species. *African Journal of Biotechnology*, 10(78):17954-17961.
- **Wang Y, Zhang X, Zhang H, Lu Y, Huang H, Dong X, Chen J, Dong J, Yang X, Hang H., 2012** - Coiled-coil networking shapes cell molecular machinery. *Mol BiolCell* 23(19):3911-22.
- **Zaman M, Shabbir A. Shahid,LeeHeng., 2018.** Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. *Library of Congress Control, International Atomic Energy Agency* ,p183..
- **Zhu, J. K., 2002.** Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual review of plant biology*, *53*, 247.
- **Zaghouane O., 1997** . les légumineuses alimentaires en Algerie: situation actuelles et perspectives. *Céréaliculture,* n°30, pp :27-34.*wagenigen, Nederland*, 72 p.

Les annexes

Statistiques descriptives

Variable dépendante: % de germination jour 7

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	92,5000	5,00000	4
	N	40,0000	29,43920	4
	PCH	100,0000	,00000	4
	Total	77,5000	31,94455	12
T1	L	72,5000	15,00000	4
	N	45,0000	25,16611	4
	PCH	92,5000	9,57427	4
	Total	70,0000	25,93699	12
Total	L	82,5000	14,88048	8
	N	42,5000	25,49510	8
	PCH	96,2500	7,44024	8
	Total	73,7500	28,71335	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: longueur totale

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	10,7250	,52798	4
	N	1,5850	1,86257	4
	PCH	12,9100	3,47711	4
	Total	8,4067	5,52905	12
T1	L	2,3350	,68086	4
	N	3,5250	3,16849	4
	PCH	6,2100	3,73800	4
	Total	4,0233	3,08880	12
Total	L	6,5300	4,51997	8
	N	2,5550	2,62005	8
	PCH	9,5600	4,89852	8
	Total	6,2150	4,91892	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Vitesse de germination

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	43,7500	1,59571	4
	N	17,2500	13,88411	4
	PCH	49,5833	,83333	4
	Total	36,8611	16,41412	12
T1	L	24,8750	4,34267	4
	N	20,4167	13,63377	4
	PCH	45,6250	5,15388	4
	Total	30,3056	13,95372	12
Total	L	34,3125	10,53394	8
	N	18,8333	12,85079	8
	PCH	47,6042	4,01973	8
	Total	33,5833	15,27043	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Longueur de radicule

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	5,2000	,34293	4
	N	1,2950	1,59644	4
	Pch	6,9900	1,29270	4
	Total	4,4950	2,71126	12
T1	L	1,5200	,43635	4
	N	1,8950	1,30878	4
	Pch	3,6700	1,68226	4
	Total	2,3617	1,50005	12
Total	L	3,3600	2,00031	8
	N	1,5950	1,38897	8
	Pch	5,3300	2,25351	8
	Total	3,4283	2,40397	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Longueur dehypocotyle

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	,4900	,04761	4
	N	,2900	,27592	4
	Pch	,9850	,09849	4
	Total	,5883	,34223	12
T1	L	,4350	,07895	4
	N	1,2800	1,23104	4
	Pch	,5700	,03464	4
	Total	,7617	,75180	12
Total	L	,4625	,06714	8
	N	,7850	,98089	8
	Pch	,7775	,23212	8
	Total	,6750	,57807	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Longueurdeépicotyle

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	5,0350	,48094	4
	N	,0000	,00000	4
	Pch	4,9350	2,70177	4
	Total	3,3233	2,84253	12
T1	L	,3800	,18111	4
	N	,3500	,70000	4
	Pch	1,9700	2,02521	4
	Total	,9000	1,37325	12
Total	L	2,7075	2,51084	8
	N	,1750	,49497	8
	Pch	3,4525	2,71991	8
	Total	2,1117	2,50963	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Indice de vigueur

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	993,4500	95,89166	4
	N	98,9000	137,12452	4
	PCH	1291,0000	347,71061	4
	Total	794,4500	566,20859	12
T1	L	174,0500	77,53096	4
	N	215,8000	297,77298	4
	PCH	593,1500	395,10871	4
	Total	327,6667	327,35116	12
Total	L	583,7500	445,36526	8
	N	157,3500	223,52592	8
	PCH	942,0750	507,80057	8
	Total	561,0583	511,28910	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Poids frais

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	,1680	,01007	4
	N	,0220	,03141	4
	PCH	,4980	,12307	4
	Total	,2293	,21835	12
T1	L	,1460	,08670	4
	N	,1260	,24015	4
	PCH	,2330	,18754	4
	Total	,1683	,17241	12
Total	L	,1570	,05834	8
	N	,0740	,16802	8
	PCH	,3655	,20403	8
	Total	,1988	,19491	24

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Poids secs

T	P	Moyenne	Ecart-type	N
T0	L	,0335	,00839	4
	N	,0019	,00223	4
	PCH	,0525	,01799	4
	Total	,0293	,02417	12
T1	L	,0405	,00700	4
	N	,0084	,01578	4
	PCH	,0247	,02010	4
	Total	,0245	,01948	12
Total	L	,0370	,00807	8
	N	,0051	,01099	8
	PCH	,0386	,02308	8
	Total	,0269	,02160	24