

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM

FACULTE SNV/STU



Département d'Agronomie

Laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ecosystèmes naturels

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de

Master

Filière : Production végétale

Thème

Influence des concentrations salées sur les stades juvéniles du haricot
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Par :

Melle Bachir Rania

Date de soutenance : juin 2021

Devant le jury :

M. El-Haitoum Ahmed	Président	M.C.A.	Université de Tlemcen
M. Ghezlaoui B. Eddine	Examineur	Professeur	Université de Tlemcen
M. Benabadji Noury	Encadreur	Professeur	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, le tout puissant, pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui nous ont accompagnés tout au long de la préparation et l'élaboration de ce modeste travail ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés. Au nom de **Dieu** le clément et le miséricordieux louange à Allah le tout puissant.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements du profond du cœur l'encadreur, Monsieur le Professeur **Benabadi Noury** Docteur d'état et Professeur à l'Université de Tlemcen Aboubekr Belkaid, pour sa disponibilité pour son idée originale du thème, qu'il retrouve ici le témoignage de ma profonde gratitude, ma reconnaissance et mon respect pour son encadrement indéfectible et son suivi, sans lesquels, ce mémoire n'aurait pas été possible d'être réalisé, pour ses précieux conseils, ses encouragements et sa confiance, pour ses critiques, ses corrections et discussions scientifiques qui ont beaucoup apporté à ce travail.

Je tiens d'autre part à exprimer mes vifs remerciements :

- A Monsieur **El-Haitoum Ahmed**, Maître de conférences A (Faculté SNV/STU, Département d'agronomie) à l'Université de Tlemcen, qui a accepté de présider ce jury de soutenance ;

- À Monsieur **Ghezlaoui Bendi Djelloul B. Eddine**, Professeur (Faculté SNV/STU, Département d'agronomie) et responsable de la formation Master à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail, qu'il trouve ici mes remerciements les plus sincères.

- Je remercie également toutes les personnes du laboratoire d'écologie et de gestion des écosystèmes naturels sans oublier l'équipe du laboratoire LTPO (Abou Tachfine) qui m'ont accompagné tout au long de cette réalisation du mémoire.

Enfin, je remercie tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce manuscrit.

Dédicaces

Je dédie ce travail

Aux êtres les plus chers qui sont : **mes parents**

A mon père pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité morale et matérielle, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.

A ma mère, mon plus haut exemple, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore. Qui m'a appris toujours à avancer sans baisser les bras. J'espère que ce mémoire sera à la hauteur de ses attentes et qu'il soit l'accomplissement de tous ses efforts.

Là où je suis arrivé aujourd'hui, c'est grâce à eux.

Mes chers parents, que Dieu vous garde !

A mon très cher et unique frère : **Imad** qui m'a toujours soutenu.

Merci d'être toujours présent et à mes côtés.

A ma très chère camarade et amie : **Benhabib Fatima Zohra**, avec qui j'ai passée des moments je peux dire inoubliables durant tout le long de nos études à l'Université.

Une spéciale dédicace à mon Fiancé **Mohamed** qui m'a beaucoup aidé et soutenu

Rania

Liste des figures

Figure N°1 : Photos de la plante et les graines du haricot	08
Figure N° 2 : Description de la plante du Haricot	09
Figure N°3 : La fleur du Haricot commun	10
Figure N°4: Le fruit du Haricot	11
Figure N°5 : Cycle biologique du Haricot	13
Figure N° 6 :Photo du Conductivimètre	23
Figure N° 7 :Photos de la préparation des solutions mères	26
Figure N °8 : Dispositif expérimental de l'essai de germination du haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) dans les boîtes de pétrie« Sels »	27
Figure N°9 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de K_2SO_4 à température $20^{\circ}C$ en fonction du temps	29
Figure N° 10 : Photos de la germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de K_2SO_4 à température ambiante $20^{\circ}C$	30
Figure N° 11:Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de Na_2SO_4 à température $20^{\circ}C$ en fonction du temps	32
Figure12: Photos de la germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de Na_2SO_4 à température ambiante $20^{\circ}C$	33
Figure N° 13:Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de $NaCl$ à température $20^{\circ}C$ en fonction du temps	35
Figure N°14 : Photos de la germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de $NaCl$ à température ambiante $20^{\circ}C$	36
Figure N°15 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentration de K_2SO_4 à température $5^{\circ}C$ en fonction du temps	38
Figure N°16 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de Na_2SO_4 à température froide $5^{\circ}C$ en fonction du temps	41
Figure N°17 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de $NaCl$ à température froide $5^{\circ}C$ en fonction du temps	44
Figure N°18 : Photos de la germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de K_2SO_4 , Na_2SO_4 et $NaCl$ à température $5^{\circ}C$	45
Figure N°19 : Corrélations entre les concentrations salées [K_2SO_4] et les	51

pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 20°C	
Figure N° 20 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 20°C	53
Figure N°21 : Corrélations entre les concentrations salées [Na ₂ SO ₄] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 20°C	54
Figure N°22 : Corrélations entre les concentrations salées [K ₂ SO ₄] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 5°C	56
Figure N°23 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 5°C	57
Figure N°24 : :Corrélations entre les concentrations salées [Na ₂ SO ₄] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 5°C	59
Figure N°25 : Dispositif expérimental mené dans les pots (Graines de <i>Phaseolus vulgaris</i>)	64
Figure N° 26:Pot de végétation contenant le sol et le gravier	64
Figure N° 27:Photos de préparation du sol	66
Figure N° 28:Photos de matériel utilisé pour l'analyse de sol	67
Figure N°29 : Photo de la germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> après 6semaines.	67
Figure N°30 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> avec différents traitements (K ₂ SO ₄ , Na ₂ SO ₄ et NaCl) à température ambiante 20°C	70
Certains photos ont été pris par nos soins, alors que d'autres ont été prise directement à partir des sites (Google).	

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Production nationale du haricot (Anonyme 2, 2011)	15
Tableau N°2 : Valeurs des eaux de traitements (CE, PO, pH, S.S.T)	20
Tableau N° 3 : Valeurs des eaux de traitements (CE, PO, pH, S.S.T)	21
Tableau N° 4 : Valeurs des eaux de traitements (CE, PO, pH, S.S.T)	22
Tableau N° 5: Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de K₂SO₄ à température ambiante 20°C	28
Tableau N° 6: Germination des graines de <i>Phaseolusvulgaris</i> dans différentes concentrations de Na₂SO₄ à température ambiante 20°C	31
Tableau N° 7 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différente concentrations de NaCl à température ambiante 20°C	34
Tableau. N°8 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de K₂SO₄ à température 5°C	37
Tableau N°9 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de Na₂SO₄ à température 5°C	40
Tableau N° 10 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> dans différentes concentrations de NaCl à température 5°C	43
Tableau N° 11 : Corrélations entre les concentrations salées [K₂SO₄] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines du haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température ambiante 20°C	51
Tableau N°12 :Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température ambiante 20°C	52
Tableau N°13 : Corrélations entre les concentrations salées [Na₂SO₄] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température ambiante 20°C	54
Tableau N° 14 : Corrélations entre les concentrations salées [K₂SO₄] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 5°C	55
Tableau N°15 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 5°C	57
Tableau N°16 : Corrélations entre les concentrations salées [Na₂SO₄] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) sous une température 5°C	58
Tableau N°17 : Analyses du sol	65
Tableau N° 18 :Poids frais et poids sec des plantes en fin d'expérience	68

Tableau N° 19 : Germination des graines de *Phaseolus Vulgaris* avec une seule concentration ([C5])des sels différents à température ambiante **20°C** 69

Tableau N°20 : Taille des plantules de *Phaseolu svulgaris* en centimètres après 6semaines 71

Liste des abréviations

% : Pourcentage

C° : Degré Celsius

cm : Centimètres

ED : Eau du robinet

NaCl : Chlorure du sodium

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium

Nb : Nombre

K₂SO₄ : Sulfate de potassium

CE : Conductivité électrique

PO : Pression osmotique

S.S.T : Sels solubles totaux

G : Gramme

L : Litre

Ha : Hectare

ml : Millilitre

mS : MilliSiemens

pH : Potentiel d'hydrogène

qx : Quintaux

R : Répétition

Moy : Moyenne

a : Pente de la droite de régression

b : Ordonnée à l'origine déterminée arithmétiquement par Y- ax

[C] : Concentration

Résumé

Il a été effectué au terme de cette étude un suivi sur l'effet des concentrations salées sur la germination et la croissance d'une espèce connue dans le monde agronomique qui appartenant à la famille des fabacées, il s'agit du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.)

Nous leur avons soumis un traitement sous forme d'arrosage par des solutions salées avec les concentrations croissantes (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 7g/l, 8g/l) ces expériences se sont déroulées dans deux milieux à températures différentes (5°C du frigidaire et 20°C, température ambiante). Les sels K_2SO_4 (sulfate de potassium), Na_2SO_4 (sulfate de sodium) et le $NaCl$ (chlorure de sodium) ont été retenus lors de l'expérience.

Il ressort que le taux de germination chez le haricot traité par le K_2SO_4 atteint des chiffres identiques dans les deux milieux, 70.83 % à 20°C et aussi 70.83% à 5°C pour les faibles concentrations. La germination arrosée par les fortes concentrations (de 4 à 8g/l) montre une légère différence entre les deux milieux (70.83% à 20°C et 79.16% à 5°C). Avec le Na_2SO_4 la germination des graines enregistre un pourcentage élevé de 66.66% à 20°C et 83.33% à 5°C pour les faibles concentrations soit une différence de 17%.

Mots clés : Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), Germination, Croissance, K_2SO_4 (sulfate de potassium), Na_2SO_4 (sulfate de sodium), $NaCl$ (chlorure de sodium).

ملخص

في نهاية هذه الدراسة ، تم إجراء متابعة حول تأثير تركيزات الملح على إنبات ونمو نوع معروف في العالم الزراعي وهي الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L.)

أخضعناهم للعلاج على شكل سقي بمحلول ملحي بتركيزات متزايدة (1 جم / لتر ، 2 جم / لتر ، 3 جم / لتر ، 4 جم / لتر ، 5 جم / لتر ، 6 جم / لتر ، 7 جم / لتر ، 8 جم / لتر) أجريت هذه التجارب في وسطين بدرجات حرارة مختلفة (5 درجات مئوية في التلاجة و 20 درجة مئوية ، درجة حرارة الغرفة). تم الاحتفاظ بأملاح K_2SO_4 (كبريتات البوتاسيوم) ، Na_2SO_4 (كبريتات الصوديوم) و $NaCl$ (كلوريد الصوديوم) في التجربة.

يبدو أن معدل الإنبات في الفاصوليا المعالجة بـ K_2SO_4 وصل إلى أرقام متطابقة في كلا الوسطين ، 70.83% عند 20 درجة مئوية وأيضاً 70.83% عند 5 درجات مئوية للتركيزات المنخفضة. يظهر الإنبات المائي بتركيزات عالية (من 4 إلى 8 جم / لتر) اختلافاً طفيفاً بين الوسطين (70.83% عند 20 درجة مئوية و 79.16% عند 5 درجات مئوية). مع Na_2SO_4 ، يسجل إنبات البذور نسبة عالية تبلغ 66.66% عند 20 درجة مئوية و 83.33% عند 5 درجات مئوية للتركيزات المنخفضة ، أي بفارق 17%.

الكلمات الأساسية: الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L.) ، الإنبات ، النمو ، K_2SO_4 (كبريتات البوتاسيوم) ، Na_2SO_4 (كبريتات الصوديوم) ، $NaCl$ (كلوريد الصوديوم).

Summary

At the end of this study it was carried out a follow-up on the effect of the salty concentrations on the germination and the growth of a species known in the agronomic world that belongs to the family of the fabaceae, it is the bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

We subjected them to a treatment in the form of watering by salty solutions with increasing concentrations (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 7g/l, 8g/l). These experiments took place in two environments with different temperatures (5°C of the refrigerator and 20°C, room temperature). The salts K_2SO_4 (potassium sulphate), Na_2SO_4 (sodium sulphate) and $NaCl$ (sodium chloride) were used in the experiment.

It was found that the germination rate in beans treated with K_2SO_4 reached identical figures in both media, 70.83% at 20°C and also 70.83% at 5°C for low concentrations. Germination watered by high concentrations (from 4 to 8g/l) shows a slight difference between the two media (70.83% at 20°C and 79.16% at 5°C). With Na_2SO_4 , the germination of seeds records a high percentage of 66.66% at 20°C and 83.33% at 5°C for the low concentrations, that is a difference of 17%.

Key words: Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Germination, Growth, K_2SO_4 (potassium sulfate), Na_2SO_4 (sodium sulfate), $NaCl$ (sodium chloride).

Sommaire

Introduction générale	01
Chapitre I : Aperçu sur le haricot	05
I.1. Définition de la salinité	06
I.2. Stress salin	06
I.3. Action de la salinité sur les végétaux	06
I.4. Origine de la culture du haricot	07
I.5. Bio morphologie du haricot	07
I.5.1. Généralités	07
I.5.2. Caractères morphologiques	08
I.5.3. Classification botanique	12
I.5.4. Cycle végétatif de (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	12
I.5.5. Importance de la culture du haricot	13
I.5.6. Culture et production du haricot en Algérie	15
Chapitre II : Germination in vitro	16
II.1. Introduction	17
II.2. Site	18
II.3. Paramètres étudiés	18
II.3.1. Taux de germination finale (TGF)	18
II.3.2. Conductivité électrique (CE)	18
II.3.3. Pression osmotique	18
II.3.4. pH	19
II.3.5. Eaux de traitements et SST (sels solubles totaux)	19
II.4. Matériels et méthodes	24
II.4.2.1. Préparation des dilutions	24
II.4.2.2. Préparation des graines et semis	25
II.5. Résultats et interprétations	28
II.6. Conclusion	46
Chapitre III : Etude statistique des germinations	48
III. 1. Introduction	49
III. 2. Méthodologie	50
III. 3. Résultats et interprétations à 20 °C	50
III. 4. Résultats et interprétations à 5 °C	56

III. 5. Conclusion	60
Chapitre IV : Germination dans les pots	62
IV.1.Introduction	63
IV.2.2.Méthodologie	64
IV.2.1. Matériel végétal	64
IV.2.2. Substrat, préparation des semis	64
IV.3. Résultats et interprétations	69
IV.4. Conclusion	72
Conclusion générale	75
Bibliographie	79

Introduction

Introduction générale

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires fait partie du paysage agricole depuis des millénaires, et sont utilisées dans la rotation avec les céréales car elles enrichissent le sol en azote. Les légumes secs ont une importance stratégique dans l'alimentation parce qu'ils constituent une source de protéique non négligeable, mais seul les 1/3 de la consommation est couvert par la production nationale (Anonyme 1, 2011).

Dans le genre *Phaseolus*, le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) est l'espèce économiquement la plus importante avec plus de 90% de la production mondiale de haricot, estimation apportée par l'organisme « FAO ». Il constitue cependant la principale légumineuse, une source alimentaire qui nourrit plus de 300 millions de personnes en Amérique latine et en Afrique Centrale et celle de l'Est (Broughton et al., 2003), dont leurs associations symbiotiques présentent un intérêt majeur au niveau économique, agronomique et écologique. Elles permettent (il s'agit des légumineuses), en effet de limiter les apports d'engrais azotés, coûteux et polluant dans les écosystèmes cultivés et assurent aussi le maintien de la fertilité des sols dans les milieux naturels. Elles sont de ce fait d'une grande utilité pour la restauration et l'amendement de milieux dégradés.

En outre ces légumineuses alimentaires selon Benoufella et al., (2017) les cultures vivrières sont les plus cultivées par l'homme, leur intérêt réside dans leur teneur élevée en protéines et leur haute valeur nutritive en complément à celles des céréales. Elles jouent également un rôle important dans les systèmes de cultures en contribuant à l'amélioration de la fertilité du sol par les reliquats d'azote qu'elles laissent et en font ainsi d'excellents précédents culturaux. Malgré l'intérêt des cultures de légumineuses, les problèmes d'ordre biotiques et abiotiques, restent de véritables obstacles, empêchant l'augmentation des rendements.

D'un autre côté les légumineuses alimentaires (y compris le haricot) constituent une très grande source de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. En plus, elles sont riches en minéraux essentiels et en lysine, de ce fait, elles sont complémentaires des profils nutritionnels des céréales (Duranti et Gius, 1997). Elles sont connues pour leur usage médicinal qui semble être non négligeable.

Les faiblesses de la production des légumineuses et essentiellement des haricots conduisent l'Algérie à importer plus de 355 millions de dollars de ce produit pour combler les besoins de la population (Anonyme 2, 2007). En effet, les facteurs salinité et sécheresse constituent les principales causes de diminution de la productivité (Merrien et Grandin, 1990), cependant, cette culture est confrontée à plusieurs contraintes, principalement celles liées au milieu. Parmi ces contraintes, le stress hydrique qui agit sur ses phases phénologiques les plus sensibles surtout dans les régions semi-arides et arides comme celle du Haut Chéiff qui appartient à l'étage bioclimatique semi-aride où la pluviométrie annuelle moyenne de la période de 2000 à 2016 est inférieure à 455 mm (Wang et *al.*, 2003).

Parmi les contraintes qui limitent la production des légumineuses comme le haricot, le pois chiche, la fève et la plupart des espèces végétales, la salinité des sols constitue un facteur important (Daoud et Halimi, 1994 ;Teakle et *al.*, 2007) qui génère une contrainte hydrique et réduit les surfaces cultivables. Ceci menace l'équilibre alimentaire mondial, en particulier dans les zones arides et semi-arides où les ressources hydrauliques souterraines sont importantes mais saumâtres. En effet, plus de la moitié des sols irrigués sont touchés par la salinité à cause de l'accumulation des sels et tout particulièrement le Na⁺ provenant de l'eau d'irrigation salée et de l'utilisation excessive des intrants chimiques (Zhu, 2001 ;Bartels et Sunkar, 2005;Bennaceur et *al.*, 2001; Mezni et *al.*, 2002).

Le **NaCl** inhibe des enzymes clés (PEP carboxylase) de la photosynthèse (Alla Hassen, 2020).

Les sels présents dans le sol sont responsables de pertes substantielles du rendement de la majorité des plantes cultivées. Les effets de la salinité sur la productivité sont différents en fonction des groupes de végétaux. Par exemple, les légumineuses telles que le pois et le haricot sont les plus sensibles (Hamza, 1977 ; Hadji et Grignon, 1985 ; Seman and Critchley, 1985 ; Lopez, 1996).

Notre travail se propose d'étudier l'effet des concentrations croissantes sur le processus germinatif de l'espèce haricot (*Phaseolus vulgaris L.*).

Les concentrations de sels (**K₂SO₄**, **Na₂SO₄**, **NaCl**) vont-elles réduire la germination ? Que peuvent-elles produire comme effet sur la germination ?

D'autre part quel est le milieu qui pourrait agir significativement sur la germination en présence de sels **20°C** ou **5°C** ?

Aussi quel est le sel qui agit le plus et à quelle concentration peut se produire l'effet d'inflexion ? Cette situation nous a engagé à varier les concentrations de 1g/l (concentration minimale) jusqu'à 8g/l (concentration maximale), en passant par 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 7g/l.

Pour tenter d'apporter les réponses à ces différentes questions posées, nous aborderons successivement les chapitres ci-dessous :

- Aperçu sur le haricot ;
- Germination in-vitro ;
- Etude statistique de la germination ;
- Germination dans les pots ;

Et enfin une conclusion suivie de références bibliographiques.

Chapitre I : Aperçu sur le haricot

Chapitre I : Aperçu sur le haricot

(*Phaseolus vulgaris* L.)

I.1. Définition de la salinité

I.2. Stress salin

I.3. Action de la salinité sur les végétaux

I.4. Origine de la culture du haricot

I.5. Bio morphologie du haricot

I.5.1. Généralités

I.5.2. Caractères morphologiques

I.5.3. Classification botanique

I.5.4. Cycle végétatif de (*Phaseolus vulgaris* L.)

I.5.5. Importance de la culture du haricot

I.5.6. Culture et production du haricot en Algérie

Chapitre I : Aperçu sur le haricot

(*Phaseolus vulgaris* L.)

I.1. Définition de la salinité

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

I.2. Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (Hopkins, 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (Tremblin, 2000). La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (Levigneron et *al.*, 1995). Ces mêmes auteurs précisent que, les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes.

I.3. Action de la salinité sur les végétaux

Les sols salés couvrent de grandes superficies dans le monde, leur distribution se superpose presque entièrement à celles des régions arides, semi-arides et côtières. Ces surfaces constituent un problème actuel ou potentiel de salure et représentent 24 % de la couverture totale des terres dans le monde

(Daoud, 1993). Dans la région méditerranéenne les sols salés sont présents essentiellement dans les zones arides et semi-arides où la pluie est insuffisante pour assurer le lessivage nécessaire des sels particulièrement pour les cultures sous abris où les apports d'engrais sont trop importants par rapport aux stricts besoins de la plante (Cornillon et *al.*, 1994).

I.4. Origine de la culture du haricot

Les haricots du genre *Phaseolus* sont originaires d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud. Le haricot commun a été domestiqué indépendamment en Amérique centrale (Mexique et Guatemala) et dans les Andes d'Amérique du Sud (principalement le Pérou) pendant plus de 5000 ans et ensuite transporté vers d'autres continents depuis le XVI^{ème} siècle (Bernal et Graham, 2001).

De nos jours, il a une importance considérable, en particulier en Amérique du Sud et en Afrique. L'espèce est bien établie dans de nombreux pays africains où elle a été introduite par les Portugais au 20^{ème} siècle, et c'est dans la région des grands lacs d'Afrique centrale que sa culture est la plus intensive (Wortmann et *al.*, 1998).

I.5. Bio morphologie du haricot

I.5.1. Généralités sur le haricot

Le haricot, (*Phaseolu vulgaris* L.) est une légumineuse appartenant au genre *Phaseolus*, une plante herbacée annuelle (Laumonier, 1979). A la germination, la plante est généralement à racines pivotantes mais peu après des racines secondaires longues de 10 à 15 cm se développent sur toute la racine principale. Les fleurs sont portées en grappes axillaires et terminales. Elles sont zygomorphes composées de deux pétales en carène, deux pétales latéraux ailés et un pétale étendard disposé extérieurement. La couleur de la fleur est généralement indépendante de celle des graines (Diaw, 2002).



Figure N°1 : Photos de la plante et les graines du haricot

I.5.2. Caractères morphologiques

Racines

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

Tiges

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

Feuilles

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

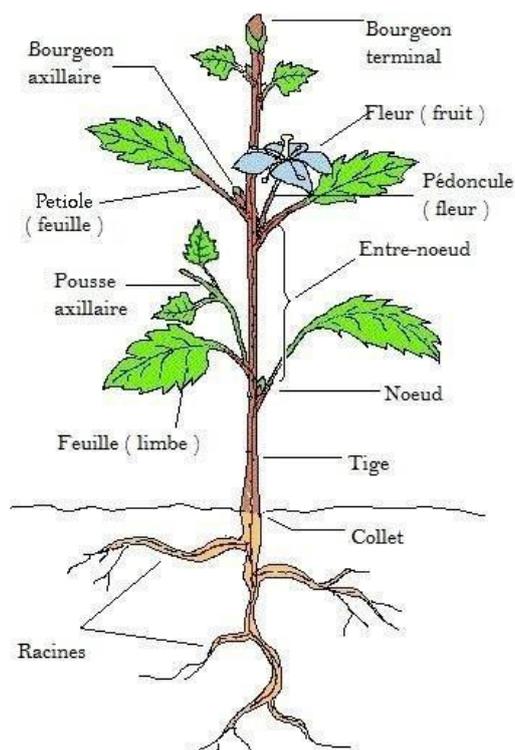


Figure N° 02 : Description de la plante du Haricot

Inflorescences

Ce sont des grappes de 5 à 15 fleurs portées par un pédoncule de 5 à 8 cm de long qui prend naissance à l'aisselle des feuilles. Ces fleurs s'insèrent par 1,2 ou 3 à la fois, par l'intermédiaire de pédicelles de 10 à 15 mm de long, sur le pédoncule floral. On trouve une moyenne de 10 à 15 grappes de fleurs par pied (Phillips et *al.*, 1994).

Fleurs

Elles sont du type papilionacé, et comprennent : 5 sépales, 2 pétales, 9 étamines soudées par leur base et une étamine libre, un ovaire, une loge renfermant 4 à 8 ovules, surmonté par un style portant un stigmate (Prevost, 1999). Chez le haricot, il y a quelques particularités :

Le calice a sur la lèvre supérieure 2 dents courtes très rapprochées ; l'étendard a environ 2 fois la longueur des ailes, la carène est tordue, les deux pétales forment la carène et entourant les étamines et le pistil facilitent la fécondation croisée. Le taux de fécondation croisée varie avec l'importance de l'activité des insectes = compris entre 2 et 80%. La fécondation s'effectue surtout la nuit, chaque fleur a 2 cm de long environ et de couleur très variée = blanche, rose, rouge, violette, jaunâtre ou même bicolore (Bell, 1994).



Figure N° 03 : La fleur du Haricot commun

Fruits

Ce sont des gousses allongées, généralement droites, plus ou moins longues et terminées par une pointe. Leur largeur varie de 8 à 25 mm. Elles renferment en moyenne 4 à 8 graines (Tirilly et Bourgeois, 1999). Dans les parois de la gousse, appelée " cosse ", les faisceaux libéro-ligneux sont plus ou moins développés. S'ils sont très développés, on les appelle les "fils", et les gousses sont alors impropres à la consommation en vert. On dit que les gousses sont "parcheminées " lorsqu'elles possèdent 3 à 4 couches de fibres obliques, par rapport à la nervure dorsale, dans leur paroi. Les cosses représentent 40 à 45% du poids des gousses. Les jeunes gousses sont vertes mais leur couleur va se modifier au cours de la maturation (Goust et Seignobos, 1998).

Graines

Elles sont soit sphériques, soit cylindriques selon les variétés, et sont très diversement colorées : en blanc, vert, rouge, violet, noir, brun ... ou même bicolorées ou tachetées.



Figure N° 04 : Le fruit du Haricot

I.5.3. Classification botanique

La classification de haricot Selon Hubert (1978)

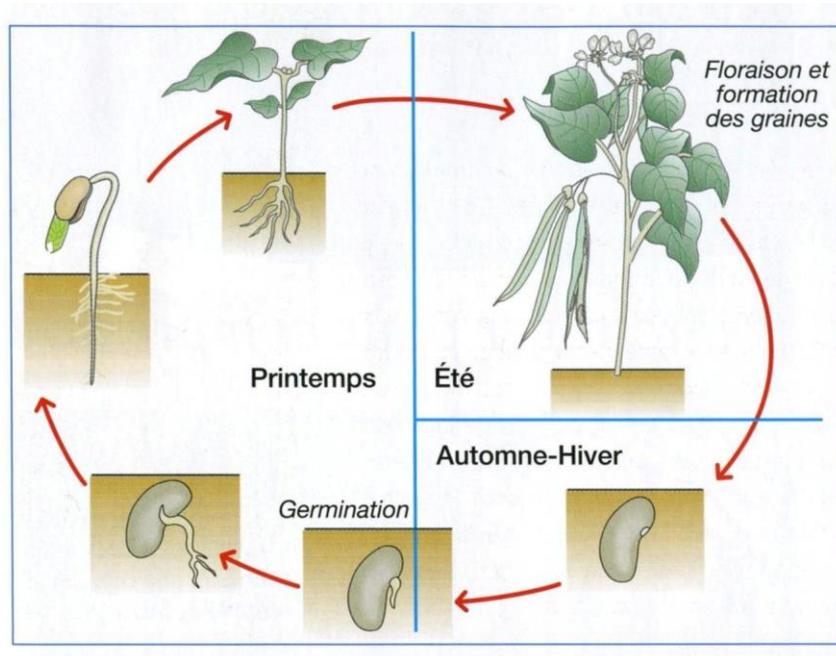
- **Règne** : Végétal
- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous Embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones/Eudicots
- **Ordre** : Fabales
- **Famille** : Fabaceae
- **Sous Famille** : Papilionaceae
- **Genre** : *Phaseolus*
- **Espèce** : *Phaseolus vulgaris* L.

I.5.4. Cycle végétatif de *Phaseolus vulgaris*

Chez le haricot, la durée des stades de développement varie considérablement en fonction de la variété et des conditions environnementales (Adams et *al.*, 1985).

Le cycle de végétation se déroule pendant les périodes les plus chaudes de l'année. La durée des stades de développement varie considérablement selon les variétés. En climat méditerranéen le semis s'effectue à partir de la fin avril allant jusqu'à fin mai. Le haricot est une plante très sensible au froid. Les fortes chaleurs de plus de 32 °C sont préjudiciables, faisant avorter les fleurs (Diouf., 1997). Les graines semées germent au bout de 5 à 7 jours alors que la floraison s'effectue entre 24 et 42 jours après le semis selon les conditions climatiques, sa durée est de 5 à 30 jours. Le remplissage des graines dure de 23 à 50 jours, la maturation des graines dure de 60 à 130 jours et qui varie considérablement

selon les variétés. La nodulation apparaît 15 à 30 jours après le semis (Diaw, 2002).



FigureN°5 : Cycle biologique du Haricot

I.5.5. Importance de la culture du haricot :

La culture du haricot est destinée à la consommation humaine (les gousses ou graines sont consommées à l'état frais ou les graines à l'état sec) et à l'alimentation des animaux (les résidus de cultures : tiges et gousses). En effet, le haricot constitue un aliment de base pour près de 500 millions d'êtres humains de par sa richesse en protéines (25% environ) (Pujola *et al.*, 2007).

Sur le plan agronomique et en tant que légumineuse/Fabacée, le haricot peut s'intégrer dans les systèmes de production biologique qui utilisent la bio-fertilisation (Gonzalez Barrios *et al.*, 2002). A cet effet, il est utilisé avec d'autres légumineuses dans les systèmes des rotations et d'associations culturales avec d'autres cultures notamment les céréales dans le but d'assurer la meilleure efficacité d'utilisation des ressources en azote (Canado *et al.*, 2003).

Le haricot et d'autres légumineuses sont considérés comme des cultures appropriées pour le perfectionnement de la bio productivité et la récupération des terres marginales, parce qu'elles ne sont pas seulement source de fourrage, les fruits et les graines riches en protéines, mais également connues pour l'enrichissement du sol en azote par l'association symbiotique avec le rhizobium (Gama et *al.*, 2007).

Le haricot en tant que légumineuse :

-Possède un système de fixation symbiotique de l'azote plus performant, du fait qu'il associe cette fixation à la photosynthèse (Pochon, 1981) ;

- Constitue un bon précédent cultural dans la rotation, comme il peut bien s'installer après les Solanacées, les Cucurbitacées et les Brassicacées et il donne un meilleur rendement s'il est cultivé après l'orge. Il apporte des masses importantes de résidus fermentescibles pouvant activer la vie microbienne du sol (Abdenour, 1982), le blé ou le maïs (Canado et *al.*, 2003);

-Apporte des masses importantes de résidus fermentescibles pouvant activer la vie microbienne du sol (Abdenour, 1982).

Le rendement moyen en Amérique du Nord et dans l'Union Européenne est de 1,63 T/ha et pour l'Afrique il n'est que de 0,59 T/ha. Ce faible rendement dans les pays en développement est dû d'une part, aux contraintes biotiques et abiotiques de production auxquelles le haricot est très sensible, et d'autre part à l'absence de variétés résistantes ou tolérantes à ces contraintes au sein du pool génique primaire du haricot. En effet, plus de 200 agents pathogènes (fongiques, bactériens et viraux) sont connus chez le haricot et certains d'entre eux causent des pertes économiques considérables (Silué, 2009).

Les facteurs abiotiques tels que les hautes températures, la sécheresse contribuent aussi à réduire les rendements du haricot, ainsi la salinité réduit la croissance des plantes de *Phaseolus vulgaris* de 25 % (Khadri et al., 2001).

I.5.6.Culture et production du haricot en Algérie

Le tableau 01 montre qu'il y a une augmentation remarquable des superficies destinées à la culture du haricot vert. La production varie indépendamment de 255230 quintaux à 450964 quintaux. Cette variation est accompagnée par des fluctuations imprévisibles des rendements de 42,60 q/ha en 2000 à 50,6 q/ha en 2009, avec un pic enregistré en 2003 de 60,44 q/ha. La zone de production se trouve dans le littoral et le sublittoral : Alger, Jijel, Blida, Tlemcen, Tiziouzu, Bejaia, Oran, Mostaganem. (Anonyme 3, 2010) (Tableau 02).

Année	Haricot vert			Haricot sec		
	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2000	5990	255230	42,6	1280	4190	3,27
2001	6000	295270	49,21	1180	7340	6,22
2002	6400	29700	46,48	1190	8640	7,26
2003	6730	406810	60,44	1560	10960	7,02
2004	7530	411000	54,55	1992	15810	7,93
2005	6928	332650	48,1	9240	6660	5,52
2006	7766	355076	45,72	1496	9145	6,11
2007	8532	413220	48,4	1394	9170	6,6
2008	8622	401208	46,5	1040	5441	5,2
2009	8918	450964	50,6	1616	11588	7,2

Tableau N°01 : Production nationale du haricot (Anonyme 2, 2011)

Chapitre II : Germination in vitro

Chapitre II : Germination in vitro

II.1.Introduction

II.2. Site

II.3. Paramètres étudiés

II.3.1. Taux de germination finale (TGF)

II.3.2. Conductivité électrique (CE)

II.3.3. Pression osmotique

II.3.4. pH

II.3.5.Eaux de traitements et SST (sels solubles totaux)

II.4. Matériels et méthodes

II.4.2.1. Préparation des dilutions

II.4.2.2. Préparation des graines et semis

II.5. Résultats et interprétations

II.6.Conclusion

Chapitre II : Germination in vitro

II.1.Introduction :

Il nous a semblé judicieux de prendre en considération une gamme de concentrations des trois sels en question (NaCl , Na_2SO_4 et K_2SO_4) comme suit : 1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 7g/l, 8g/l, il s'agit notamment de démarrer l'expérience sur une espèce de fabacées avec des faibles concentrations pour ne pas léser ou encore stresser les individus végétaux en particulier concernant ce stade juvénile. Les autres expériences effectuées par des chercheurs insistent ou encore sur la nécessité d'aller progressivement avec les concentrations salées. En effet cette manière d'opérer a été délibérément retenue dans le cadre de nos essais. Aussi n'importe qui pourrait s'étonner de voir la dernière concentration (8g/l) utilisée. Comment vont répondre ces graines arrosées à l'eau saumâtre ? Quels peuvent être les manifestations à caractères biomorphologiques que nous observerons sur ce matériel biologique ?

Pour tenter d'apporter les réponses, nous traiterons :

- Site
- Paramètres étudiés
- Matériel et méthodes
- Résultats et interprétations
- Enfin une conclusion achèvera ce chapitre

II.2. Site

Nous avons effectué l'ensemble de nos expériences in vitro portant sur les germinations des graines de deux fabacées dans le laboratoire d'Ecologie et de gestion des écosystèmes naturels.

II.3. Paramètres étudiés

II.3.1. Taux de germination finale (TGF)

C'est le pourcentage maximal de graines germées sur le nombre totale de graines mises à germer, elle s'exprime en pourcentage (%).

TGF= (nombre de graines germées / nombre de gaines mises à germer) ×100 (Côme, 1970).

II.3.2. Conductivité électrique CE

Elle est utilisée pour la mesure de la salinité des eaux et du sol exprimé en milli Siemens par centimètre (mS/cm) à 25°C ou en millimhos /cm (Aubert, 1978).

Selon Michel (2005), c'est l'évaluation de la capacité de l'électrolyte à conduire le courant électrique (CE) de la solution du sol rapportée à une température standard de 25°C.

II.3.3. Pression osmotique

Les solutions de traitements salés présentent une pression osmotique (P.O), laquelle est directement fonction de sa concentration en sels (Benabadji, 1977).

Il existe en effet une relation de proportionnalité directe entre la **CE** et la **PO**

$$\boxed{PO = k \cdot CE} \quad (k = \text{coefficient nature du sel } 0.36)$$

II.3.4.pH

C'est une mesure de la quantité d'ions d'hydrogène présents en solution aqueuse du sol, elle détermine l'acidité ou la basicité de ce milieu. Elle exprime des grandeurs selon une échelle de 0 à 14.

Les valeurs inférieures à 7 indiquent une basicité et le contraire correspond à un caractère basique Baise(1990).

$1 < \text{pH} < 5$ Très acide.

$5 < \text{pH} < 7$ peu acide

$\text{pH} =$ Neutre.

$7 < \text{pH} < 8$ peu alcalin.

$\text{pH} >$ Alcalin.

II.3.5. Eaux de traitements et SST (sels solubles totaux)

La variable édaphique (SST) a été calculée en faisant la somme des sels solubles totaux. Elle donnée par la relation suivante :

$$\boxed{\text{SST} = \text{CE} \times 5}$$

CE : Conductivité électrique

Les analyses des eaux utilisées pour les 3 sels utilisés (CE, PO, pH, S.S.T) sont consignés dans les tableaux ci-joint (Tableaux N°2, N°3 et N°4) :

Tableau N°2 : Valeurs des eaux de traitement K_2SO_4
(CE, PO, pH, S.S.T)

Concentration de K_2SO_4	Conductivité Electrique (mS /cm)	Pression Osmotique (P.O)	pH	S.S.T
C ₀ Eau douce	0.8	0.28	6.80	4
C ₁ [1g/l]	1.9	0.684	7.85	9.5
C ₂ [2g/l]	2.8	1.008	7.85	14
C ₃ [3g/l]	3.8	1.368	7.85	19
C ₄ [4g/l]	4.8	1.728	7.85	24
C ₅ [5g/l]	5.8	2.088	7.85	29
C ₆ [6g/l]	6.7	2.412	7.85	33.5
C ₇ [7g/l]	7.4	2.664	7.85	37
C ₈ [8g/l]	8.5	3.06	7.85	42.5

TableauN°3 : Valeurs des eaux de traitement

(CE, PO, pH, S.S.T) Na_2SO_4

Concentration de Na_2SO_4	Conductivité Electrique (mS /cm)	Pression Osmotique (P.O)	pH	S.S.T
C ₀ Eau douce	0.8	0.28	6.80	4
C ₁ [1g/l]	2.3	0.828	7.84	11.5
C ₂ [2g/l]	3.5	1.26	7.84	17.5
C ₃ [3g/l]	4.8	1.728	7.84	24
C ₄ [4g/l]	6.4	2.304	7.84	32
C ₅ [5g/l]	7.4	0.664	7.84	37
C ₆ [6g/l]	8.6	3.096	7.84	43
C ₇ [7g/l]	10.1	3.636	7.84	50.5
C ₈ [8g/l]	10.5	3.78	7.84	52.5

Tableau N°4 : Valeurs des eaux de traitement
(CE, PO, pH, S.S.T) NaCl

Concentration de Na Cl	Conductivité Electrique (mS /cm)	Pression Osmotique (P.O)	pH	S.S.T
C ₀ Eau douce	0.08	0.28	6.80	4
C ₁ [1g/l]	2.2	0.792	7.93	11
C ₂ [2g/l]	3.5	1.26	7.93	17.5
C ₃ [3g/l]	5.1	1.836	7.93	25.5
C ₄ [4g/l]	6.2	2.232	7.93	31
C ₅ [5g/l]	7.8	2.808	7.93	39
C ₆ [6g/l]	9.3	3.348	7.93	46.5
C ₇ [7g/l]	10.4	3.744	7.93	52
C ₈ [8g/l]	11.4	4.104	7.93	57



FigureN°6 : Photo du Conductivimètre

II. 4. Matériel et méthodes

II.4.1. Matériels

- Boîtes de pétrie,
- Pipettes,
- Fioles,
- Mortier et pilon,
- dilutions
- Papier filtre,
- Sels : K_2SO_4 , Na_2SO_4 , NaCl ,
- Eau du robinet,
- Eau de javel,
- Réfrigérateur (5°C)

II.4.2. Méthodologie

II.4.2.1. Préparation des dilutions

- Solutions mères

La préparation des dilutions dans de l'eau du robinet des solutions salines mères de NaCl , (50g/l), K_2SO_4 et de Na_2SO_4 , (50g/l) a été effectuée comme suit :

- On a pris successivement 50g/l de NaCl , (chlorure de sodium pur) et 50g/l K_2SO_4 (sulfate de potassium) et de Na_2SO_4 (sulfate de sodium),
- On a complété avec de l'eau du robinet à 1000 ml (1 litre),
- Les trois préparations ont subi une dissolution puis un chauffage compte tenu de leur dureté.

- **Préparation des différentes concentrations :**

A partir des 3 solutions mères de 50g/l (**NaCl**, **K₂SO₄** et de **Na₂SO₄**), huit concentrations furent établies : 1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 7g/l, 8g/l.

II.4.2.2. Préparation des graines et semis

Avant leur mise en germination, nous avons été amenés à sélectionner et trier les graines. Le choix a été porté sur les graines saines et ne présentant pas de lésion ou de blessure pouvant influencer négativement sur le déroulement du processus de germination.

Il a été procédé d'autre part au lavage et au rinçage successivement à l'eau courante et à l'eau de javel.

Pour éviter toute contamination avec le substrat de culture, les racines sont soigneusement rincées à l'eau courante.

Celles-ci sont ensuite séchées puis disposées en colonne linéairement au nombre de 8 et sont disposées à l'aide d'une pince stérilisée dans des boîtes de pétri de 10cm de diamètre tapissée d'une couche de papier filtre stérile.

Cette germination a été suivie dans deux températures différentes (**20°C**, température ambiante et **5°C**, température du réfrigérateur).

II.4.2.3. Arrosages avec les concentrations croissantes

Nous avons été amenés à procéder à des arrosages réguliers ou presque (concentrations salées) en fonctions des besoins (à raison de deux ou trois fois par semaine).

L'expérimentation ou du moins l'arrosage de boîtes de pétrie par l'eau salée a été suivie par des essais témoins (arrosage à l'eau du robinet).

Chaque traitement (concentration salée) aussi bien pour le haricot répété 3fois (3boîtes pétrie) a été conduit dans deux conditions de température (**20°C** et **5°C**).

II.4.2.4. Mesures

- **Taux de germination**

La cinétique de germination est représentée par l'évolution des % de germination cumulés en fonction du temps. Cette dite cinétique est établie à partir des taux cumulés de graines germées notamment la variation du taux de germination en fonction du temps.

La longueur de la partie aérienne est mesurée à l'aide d'une règle graduée (cm) du collet à l'apex de la tige.



Figure N°7 : Photos de la préparation des solutions mères

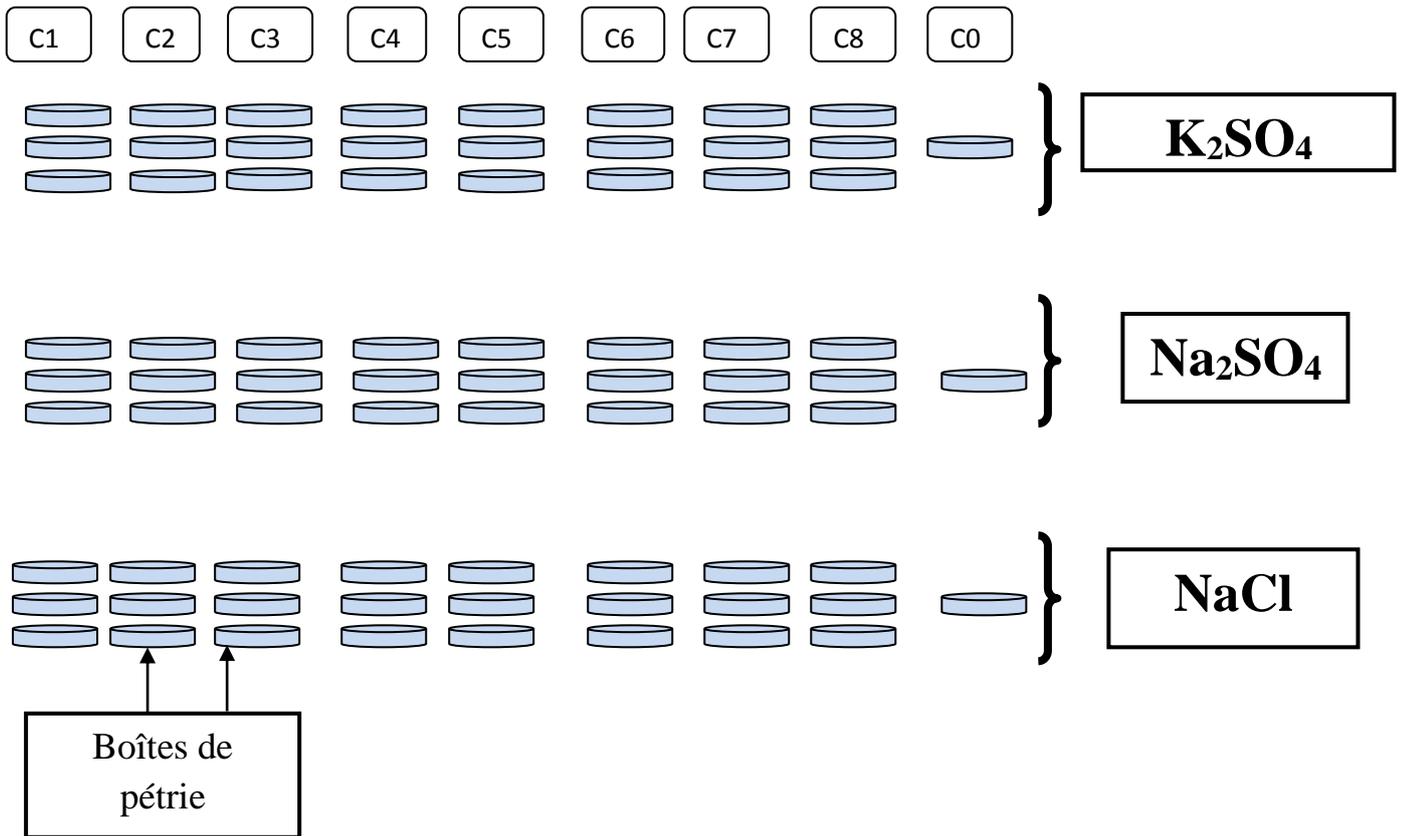


Figure N°8 : Dispositif expérimental de l'essai de germination du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) dans les boîtes de pétrie

« Sels »

II.5. Résultats et interprétations

- A 20°C

Tableau N°5 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de K₂SO₄ à température ambiante 20°C

Temps [C]		1 ère semaine				2 ème semaine				3 ème semaine				4 ème semaine				Ecart type
	Nombre	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	
C ₁		1	2	2	2.5	2	2	3	2.33	3	2	4	3	3	3	4	3.33	0.86
	[1g/l]	%	12.5	25	25	20.83	25	25	37.5	29.12	37.5	25	50	37.5	37.5	37.5	50	41.66
C ₂	Nombre	5	2	4	3.66	7	4	5	5.33	7	4	6	5.66	7	4	6	5.66	1.49
	[2g/l]	%	62.5	25	50	45.75	87.5	50	62.5	66.62	87.5	50	75	70.75	87.5	50	75	70.83
C ₃	Nombre	2	1	4	2.33	2	2	5	3	3	3	6	4	3	3	6	4	0.61
	[3g/l]	%	25	12.5	50	29.12	25	25	62.5	37.5	37.5	37.5	75	50	37.5	37.5	75	50
C ₄	Nombre	3	0	1	1.33	3	2	1	2	3	2	1	2	3	3	2	2.66	1
	[4g/l]	%	37.5	00	12.5	16.62	37.5	25	12.5	25	37.5	25	12.5	25	37.5	37.5	25	33.33
C ₅	Nombre	1	1	5	2.33	1	2	6	3	1	3	6	3.33	1	3	6	3.33	2.08
	[5g/l]	%	12.5	12.5	62.5	29.12	12.5	25	75	37.5	12.5	37.5	75	41.33	12.5	37.5	75	41.66
C ₆	Nombre	4	4	3	3.66	5	5	4	4.66	5	5	5	5	6	6	5	5.66	0.84
	[6g/l]	%	50	50	37.5	45.75	62.5	62.5	50	58.25	62.5	62.5	62.5	62.5	75	75	62.5	70.83
C ₇	Nombre	2	1	0	1	3	1	0	1.33	3	1	1	1.66	3	3	2	2.66	1.10
	[7g/l]	%	25	12.5	00	12.5	37.5	12.5	00	16.62	37.5	12.5	12.5	20.75	37.5	37.5	35	33.56
C ₈	Nombre	3	0	3	2	4	0	3	2.33	4	0	4	2.66	4	1	4	3	1.65
	[8g/l]	%	37.5	00	37.5	00	50	00	37.5	29.12	50	00	50	33.25	50	12.5	50	37.5
C ₀ E. D.	Nombre	00		00		3		3		3		3		5		5		1.78
	%	00		00		37.5		37.5		37.5		37.5		62.5		62.5		//////

E. D. : Eau du robinet

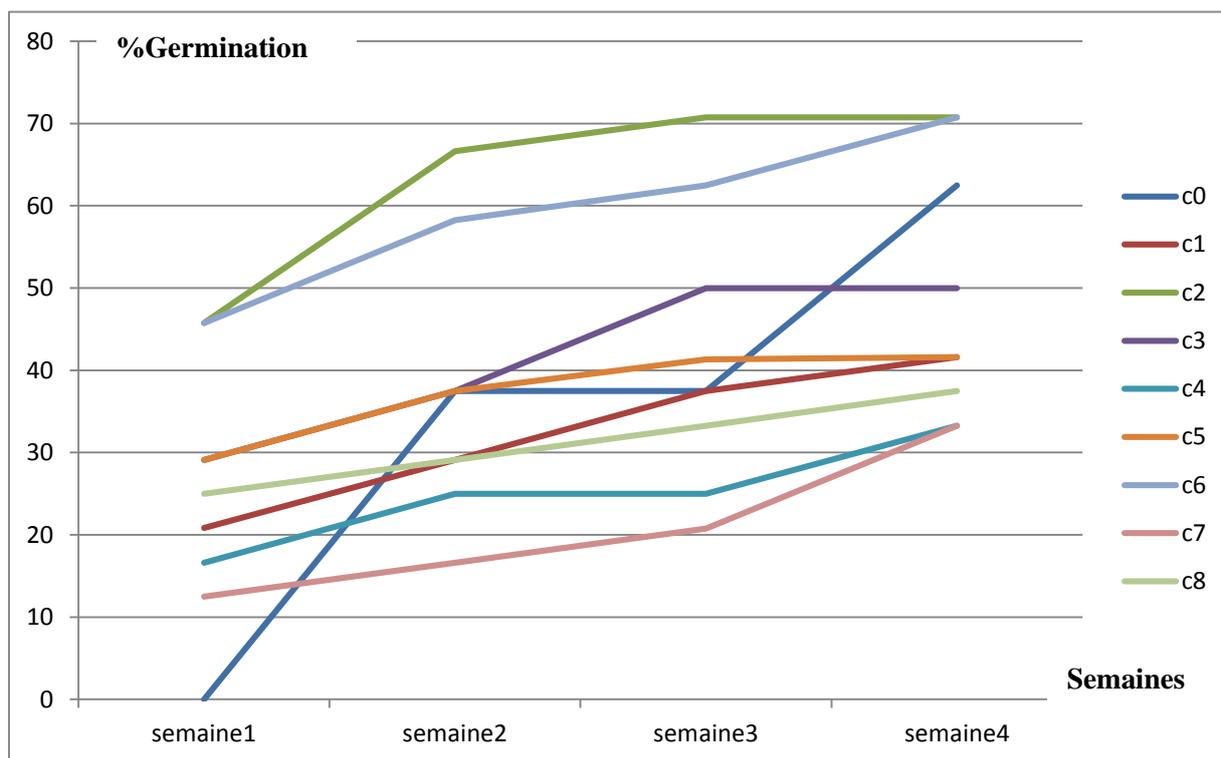


Figure N°9 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de K_2SO_4 à température $20^\circ C$ en fonction du temps

Nous constatons une augmentation du pourcentage de germination en fonction des semaines, pour les traitements (C2 [2g/l] et C7 [7g/l] de K_2SO_4) qui augmentent considérablement la germination, les pourcentages varient entre 12.5% et 70.83%.

Les autres traitements (C1[1g/l],C3[3g/l],C4[4g/l],C5 [5g/l], C6[6g/l], C8[8g/l]) agissent moyennement sur le pourcentage de germination, en effet leur valeurs oscillent entre la première et la quatrième semaine de 16.62% à 33.33%.

Les moins élevés sont obtenu en présence de C7 [7g/l] du produit K_2SO_4 , les seuils ne dépassent pas les 33.56%, les valeurs sont maintenues à leur plus bas niveau. Il s'agit du traitement qui a considérablement agit négativement sur le processus germinatif.

Il est à remarquer que l'écart type affiche des valeurs qui fluctuent entre 0.61 (Pour le traitement C 3[3g/l]) et 2.08 (Pour le traitement C5 [5g/l]).



Figure N°10 : Photos de la germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de K_2SO_4 à température ambiante $20^\circ C$

Chapitre II : Germination In Vitro

Tableau N° 6 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de Na₂SO₄ à température ambiante 20°C

Temps [C]		1 ère semaine				2 ème semaine				3 ème semaine				4 ème semaine				Ecart type
		R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	
C ₁ [1g/l]	Nombre	3	4	6	4.33	3	4	6	4.33	3	4	6	4.33	4	5	7	5.33	1.31
	%	37.5	50	75	54.12	37.5	50	75	54.12	37.5	50	75	54.12	50	62.5	87.5	66.66	////
C ₂ [2g/l]	Nombre	3	2	1	2.33	3	2	2	2.33	3	2	2	2.33	3	2	2	2.33	0.59
	%	37.5	25	25	29.12	37.5	25	25	29.12	37.5	25	25	29.12	37.5	25	25	29.16	////
C ₃ [3g/l]	Nombre	1	2	0	1	1	2	0	1	1	3	0	1.33	1	3	1	1.66	1.29
	%	12.5	25	00	12.5	12.5	25	00	12.5	12.5	37.5	00	16.62	12.5	37.5	12.5	20.83	////
C ₄ [4g/l]	Nombre	5	3	3	3.66	5	3	4	4	5	4	4	4.33	5	5	4	4.66	0.79
	%	62.5	37.5	37.5	45.75	62.5	37.5	50	50	62.5	50	50	54.12	62.5	62.5	50	58.33	////
C ₅ [5g/l]	Nombre	2	0	0	0.66	2	0	4	2	2	0	5	2.33	2	0	5	2.33	1.86
	%	25	00	00	8.25	25	00	50	25	25	00	62.5	29.12	25	00	62.5	29.16	////
C ₆ [6g/l]	Nombre	1	1	3	1.66	1	1	3	1.66	2	1	4	2.33	2	1	4	2.33	1.15
	%	12.5	12.5	37.5	20.75	12.5	12.5	37.5	20.75	25	12.5	50	29.12	25	12.5	50	29.16	////
C ₇ [7g/l]	Nombre	1	0	5	2	2	0	5	2.33	4	2	6	4	7	3	6	5.33	2.32
	%	12.5	00	62.5	25	25	00	62.5	29.12	50	25	75	50	87.5	37.5	75	66.66	////
C ₈ [8g/l]	Nombre	3	0	2	1.66	3	1	2	2	3	2	2	2.33	5	2	3	3.33	1.17
	%	37.5	00	25	20.75	37.5	12.5	25	25	37.5	25	25	29.12	62.5	25	37.5	41.66	////
C ₀	Nombre	00			00	3			3	3			3	5			5	1.78
E. D.	%	00			00	37.5			37.5	37.5			37.5	62.5			62.5	////

E. D. : Eau du robinet

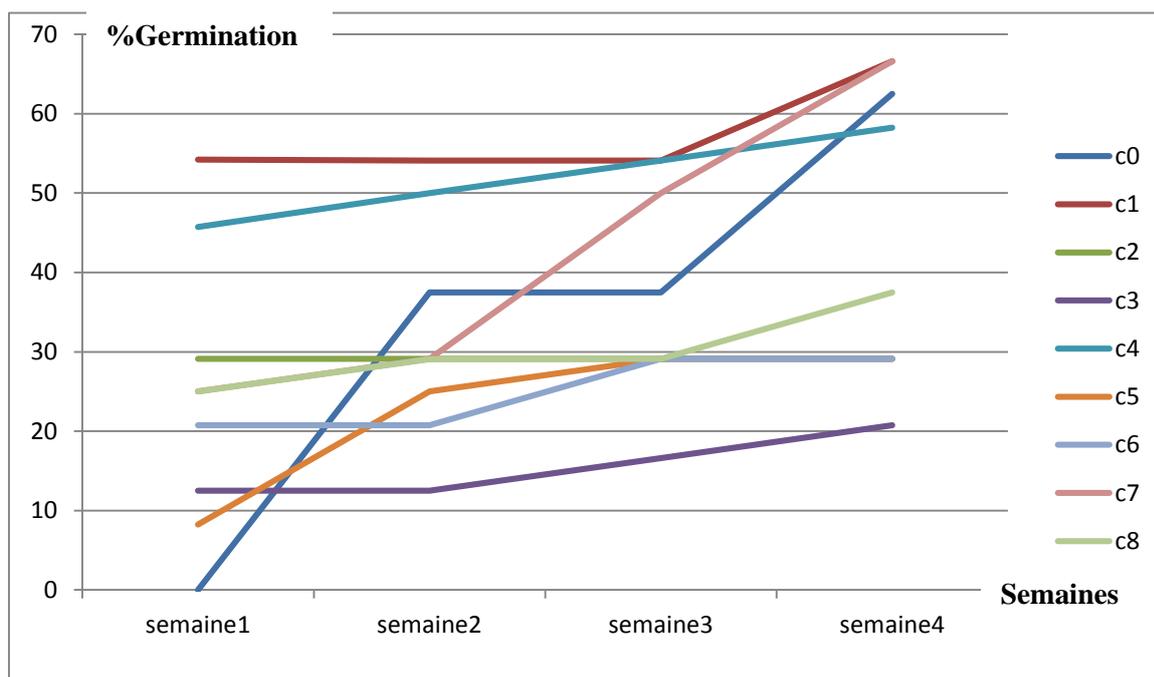


Figure N°11 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de Na_2SO_4 à température 20°C en fonction du temps

Il est à remarquer à travers le tableau N°6 une variation du pourcentage de germination en fonction des semaines notamment pour les traitements (C1 [1g/l] et C3 [3g/l] de Na_2SO_4) qui élèvent considérablement les taux de germination, 12.5% et 66.66% sont les pourcentages minimales et maximales relevés.

Les traitements intermédiaires (C2 [2g/l], C4 [4g/l], C5 [5g/l], C6 [6g/l], C7 [7g/l], C8 [8g/l]) agissent un peu moins ou presque sur ce stade juvénile de la plante, en effet les taux oscillent entre la première et la quatrième semaine de 8.25% à 66.66%.

Les pourcentages les moins élevés sont obtenus en présence de 3g/l du produit Na_2SO_4 , ils ne dépassent pas les 20.83%. Les pourcentages sont maintenus à leur plus bas niveau. Ces derniers se démarquent des précédents. Ils ont considérablement agi d'une manière on peut dire négative sur la germination. L'écart type représenté par les différences entre les valeurs répétées

(3fois) des taux de germination montre qui varient entre 0.59 (Pour le traitement C2 [2g/l]) et 2.32 (Pour le traitement C7 [7g/l]).



Figure N°12 : Photos de la germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de Na_2SO_4 à température ambiante 20°C

Chapitre II : Germination In Vitro

Tableau N°7 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de NaCl à température ambiante 20°C

Temps [C]		1 ère semaine				2 ème semaine				3 ème semaine				4 ème semaine				Ecart type
C ₁	Nombre	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	/////
	[1g/l]	%	75	25	12.5	37.5	75	25	25	41.62	87.5	37.5	50	58.25	87.5	37.5	62.5	62.5
C ₂	Nombre	0	1	2	1	1	1	2	1.33	2	1	3	2	5	2	5	4	1.43
	[2g/l]	%	00	12.5	25	12.5	12.5	12.5	25	16.62	25	12.5	37.5	25	62.5	25	62.5	50
C ₃	Nombre	2	1	2	1.66	2	2	5	3	2	3	5	3.33	3	3	5	3.66	1.31
	[3g/l]	%	25	12.5	25	20.75	25	25	62.5	37.5	25	37.5	62.5	41.62	37.5	37.5	62.5	45.75
C ₄	Nombre	0	1	0	0.33	2	1	2	1.66	2	2	4	2.66	3	2	6	3.66	1.60
	[4g/l]	%	00	12.5	00	4.12	25	12.5	25	20.75	25	25	50	33.25	37.5	25	75	45.75
C ₅	Nombre	2	0	1	1	2	0	2	1.33	2	0	3	2	2	2	5	3	1.36
	[5g/l]	%	25	0	12.5	12.5	25	00	25	16.62	25	00	37.5	25	25	25	62.5	37.5
C ₆	Nombre	0	0	2	0.66	0	3	2	1.66	1	3	3	2.33	1	3	4	2.66	1.34
	[6g/l]	%	00	00	25	8.25	00	37.5	25	20.75	12.5	37.5	37.5	29.12	12.5	37.5	50	33.25
C ₇	Nombre	1	1	3	1.66	2	4	3	3	2	4	3	3	3	5	4	4	0.64
	[7g/l]	%	12.5	12.5	37.5	20.75	25	50	37.5	37.5	25	50	37.5	37.5	37.5	62.5	50	50
C ₈	Nombre	1	1	2	1.33	2	4	3	3	2	5	3	3.33	4	5	5	4.66	1.43
	[8g/l]	%	12.5	12.5	25	16.62	25	50	37.5	37.5	25	62.5	37.5	41.62	50	62.5	62.5	58.25
C ₀	Nombre	00			00	3			3	3			3	5			5	1.78
	E. D.	%			00	37.5			37.5	37.5			37.5	62.5			62.5	/////

E. D. : Eau du robinet

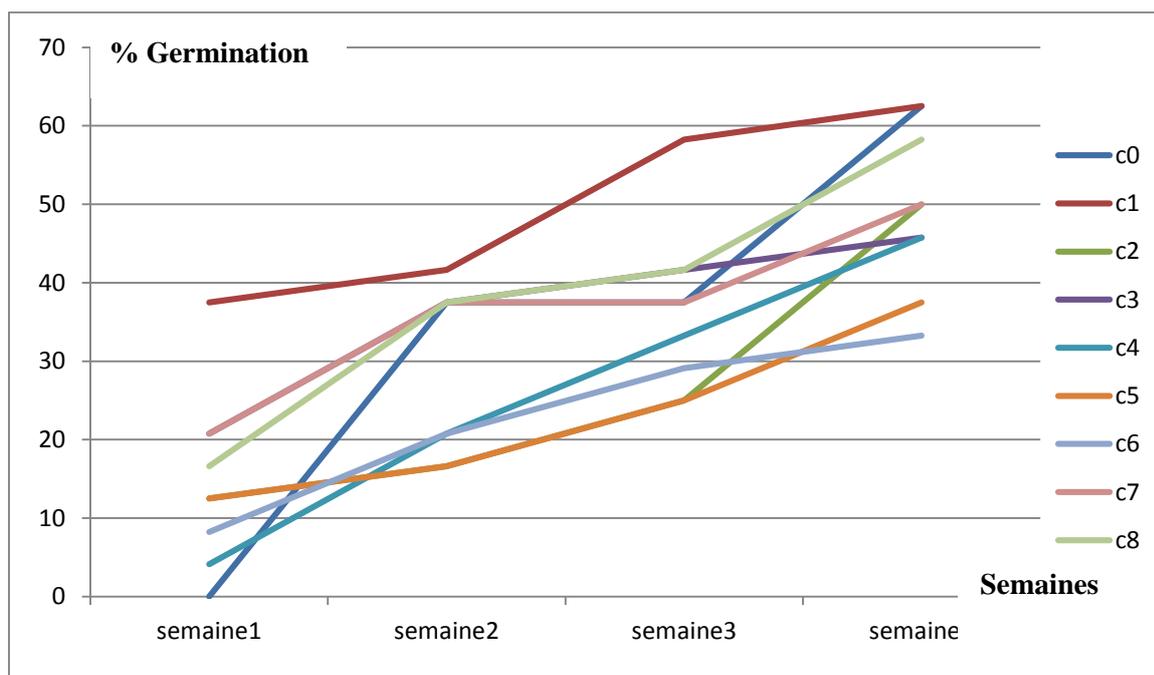


Figure N°13 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de **NaCl** à température **20°C** en fonction du temps.

Le pourcentage de germination augmente dans le temps en fonction des semaines avec les traitements (C1 [1g/l] et C6 [6g/l] de **NaCl**) qui augmentent linéairement le nombre de graines germées. Les pourcentages en question varient entre 8.25% et 62.5%.

Les traitements qui se placent au milieu (C2 [2g/l], C3 [3g/l], C4[4g/l], C6[6g/l], C7[7g/l], C8 [8g/l]) semblent influencer moyennement sur les taux de germination. Entre la première et la quatrième semaine les pourcentages fluctuent de 4.12% à 58.25%.

On remarque que les moins élevés sont obtenus en présence du traitement (6g/l) du produit **NaCl**, les pourcentages ne s'élèvent pas au-dessus des 33.25%. Les valeurs atteignent dans ce cas les taux les plus bas. Ce traitement qui agit considérablement négativement sur le processus germinatif. On a obtenu la plus basse germination avec le traitement (6g/l).

L'écart type ou les différences entre les valeurs répétées affichent des chiffres qui fluctuent entre 0.64 (Pour le traitement C7[7g/l]) et 1.60 (Pour le traitement C4 [4g/l]), il s'agit là d'un écart assez significatif.



Figure N°14 : Photos de la germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de **NaCl** à température ambiante **20°C**

• A 5°C

Tableau N°8 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de K_2SO_4 à température 5°C

Temps [C]		1 ère semaine				2 ème semaine				3 ème semaine				4 ème semaine				Ecart type
C ₁ [1g/l]	Nombre	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	/////
			1	2	2	2.5	2	2	3	2.33	3	2	4	3	3	3	4	3.33
	%	12.5	25	25	20.83	25	25	37.5	29.12	37.5	25	50	37.5	37.5	37.5	50	41.66	/////
C ₂ [2g/l]	Nombre	5	2	4	3.66	7	4	5	5.33	7	4	6	5.66	7	4	6	5.66	1.49
	%	62.5	25	50	45.75	87.5	50	62.5	66.62	87.5	50	75	70.75	87.5	50	75	70.83	/////
C ₃ [3g/l]	Nombre	2	1	4	2.33	2	2	5	3	3	3	6	4	3	3	6	4	0.61
	%	25	12.5	50	29.12	25	25	62.5	37.5	37.5	37.5	75	50	37.5	37.5	75	50	/////
C ₄ [4g/l]	Nombre	3	0	1	1.33	3	2	1	2	3	2	1	2	3	3	2	2.66	1
	%	37.5	00	12.5	16.62	37.5	25	12.5	25	37.5	25	12.5	25	37.5	37.5	25	33.33	/////
C ₅ [5g/l]	Nombre	1	1	5	2.33	1	2	6	3	1	3	6	3.33	1	3	6	3.33	2.08
	%	12.5	12.5	62.5	29.12	12.5	25	75	37.5	12.5	37.5	75	41.33	12.5	37.5	75	41.66	/////
C ₆ [6g/l]	Nombre	4	4	3	3.66	5	5	4	4.66	5	5	5	5	6	6	5	5.66	0.84
	%	50	50	37.5	45.75	62.5	62.5	50	58.25	62.5	62.5	62.5	62.5	75	75	62.5	70.83	/////
C ₇ [7g/l]	Nombre	2	1	0	1	3	1	0	1.33	3	1	1	1.66	3	3	2	2.66	1.10
	%	25	12.5	00	12.5	37.5	12.5	00	16.62	37.5	12.5	12.5	20.75	37.5	37.5	35	33.56	/////
C ₈ [8g/l]	Nombre	3	0	3	2	4	0	3	2.33	4	0	4	2.66	4	1	4	3	1.65
	%	37.5	00	37.5		50	00	37.5	29.12	50	00	50	33.25	50	12.5	50	37.5	/////
C ₀	Nombre	00			00	2			2	4			4	4			4	1.65
E. D.	%	00			00	25			25	50			50	50			50	/////

E. D. : Eau du robinet

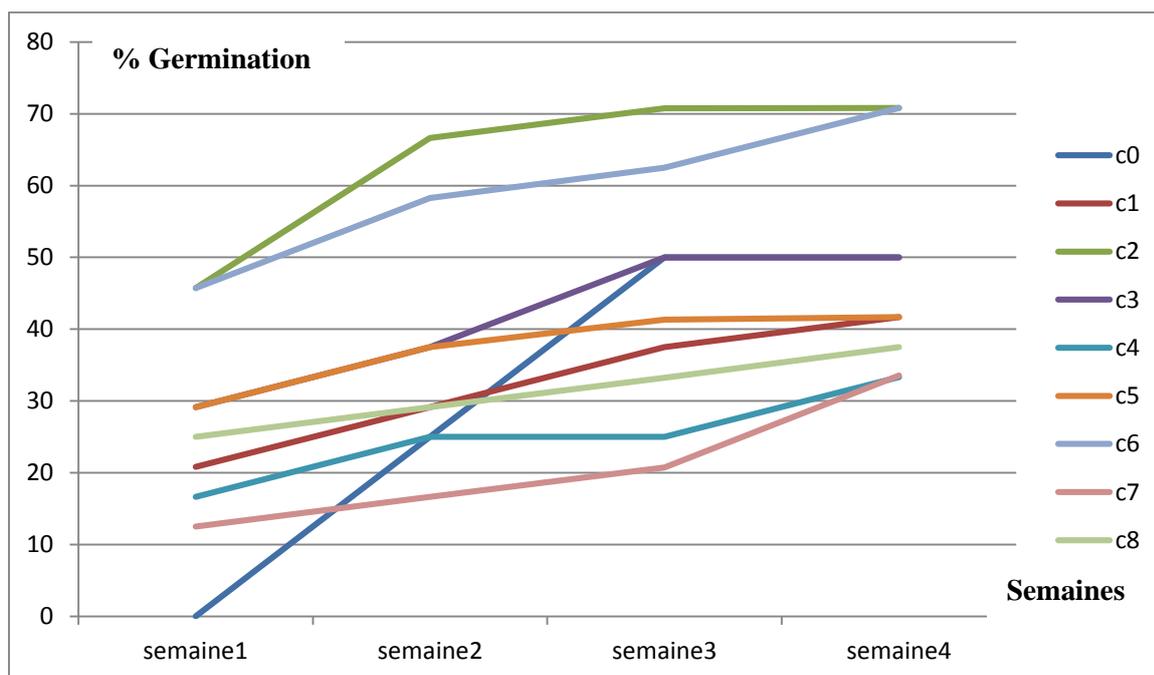


Figure N°15 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de K_2SO_4 à température froide $5^\circ C$ en fonction du temps

L'augmentation du pourcentage de germination en fonction des semaines est significative pour les traitements (C6 [6g/l] et C2 [2g/l] de K_2SO_4). Un écart considérablement sépare les pourcentages qui varient entre 20.83% et 79.16%.

Une grande partie des traitements (C1 [1g/l], C3 [3g/l], C4 [4g/l], C5 [5g/l], C7 [7g/l], C8 [8g/l]) influencent le pourcentage de germination, celui-ci comprend des valeurs qui oscillent significativement de la première à la quatrième semaine de 25% à 79.16%, soit une augmentation de 54%.

Les valeurs sont maintenues à leur plus bas niveau pour cette concentration C2 [2g/l] du produit K_2SO_4 , même si les seuils dépassent les 50% (62.5%), ce traitement a considérablement agi d'une manière négative sur le processus germinatif.

Il est à remarquer entre autre que l'écart type affiche des valeurs qui varient très peu entre 1.24 (Pour le traitement, valeur minimale C 5[5g/l]) et 1.89 (Pour le traitement, valeur maximale C6 [6g/l]).

Chapitre II : Germination In Vitro

Tableau N°9 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de Na_2SO_4 à température 5°C

Temps [C]		1 ère semaine				2 ème semaine				3 ème semaine				4 ème semaine				Ecart type
	Nombre	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	
C ₁ [1g/l]	Nombre	4	6	5	5	6	7	6	6.33	6	7	6	6.33	7	7	6	6.66	0.86
	%	50	75	62,5	62.5	75	87,5	75	79.16	75	87,5	75	79.16	87,5	87,5	75	83.33	////
C ₂ [2g/l]	Nombre	6	4	5	5	6	5	6	5.66	6	6	7	6.33	6	7	7	6.66	0.56
	%	75	50	62,5	62.5	75	62,5	75	70.83	75	75	87,5	79.16	75	87,5	84,5	82.33	////
C ₃ [3g/l]	Nombre	2	1	0	1	5	1	2	2.66	6	4	2	4	6	4	5	4.66	1.99
	%	25	12,5	0	12.5	62,5	12,5	25	33.33	75	50	25	50	75	50	62,5	62.5	////
C ₄ [4g/l]	Nombre	6	4	3	4.33	6	4	4	4.66	6	5	4	5	6	6	7	6.33	1.96
	%	75	50	37,5	54.16	75	50	50	58.33	75	62,5	50	62.5	75	75	87,5	79.16	////
C ₅ [5g/l]	Nombre	4	5	4	4.33	5	5	4	4.66	6	5	5	5.33	6	5	7	6	0.86
	%	50	62,5	50	54.16	62,5	62,5	50	58.33	75	62,5	62,5	66.66	75	62,5	87,5	75	////
C ₆ [6g/l]	Nombre	6	6	4	5.33	7	6	5	6	7	7	5	6.33	7	7	6	6.66	0.95
	%	75	75	50	66.66	87,5	75	62,5	75	87,5	87,5	62,5	79.16	87,5	87,5	75	83.33	////
C ₇ [7g/l]	Nombre	1	5	4	3.33	5	6	4	5	6	6	5	5.66	6	7	6	6.33	1.49
	%	12,5	62,5	50	41.66	62,5	75	50	62.5	75	75	62,5	70.83	75	87,5	75	79.16	////
C ₈ [8g/l]	Nombre	2	0	0	0.66	4	2	2	2.66	4	5	5	4.66	5	5	7	5.66	1.88
	%	25	0	0	8.33	50	25	25	33.33	50	62,5	62,5	58.33	62,5	62,5	87,5	70.73	////
C ₀ E. D.	Nombre	00			00	2			2	4			4	4			4	1.65
	%	00			00	25			25	50			50	50			50	////

E. D. : Eau du robinet

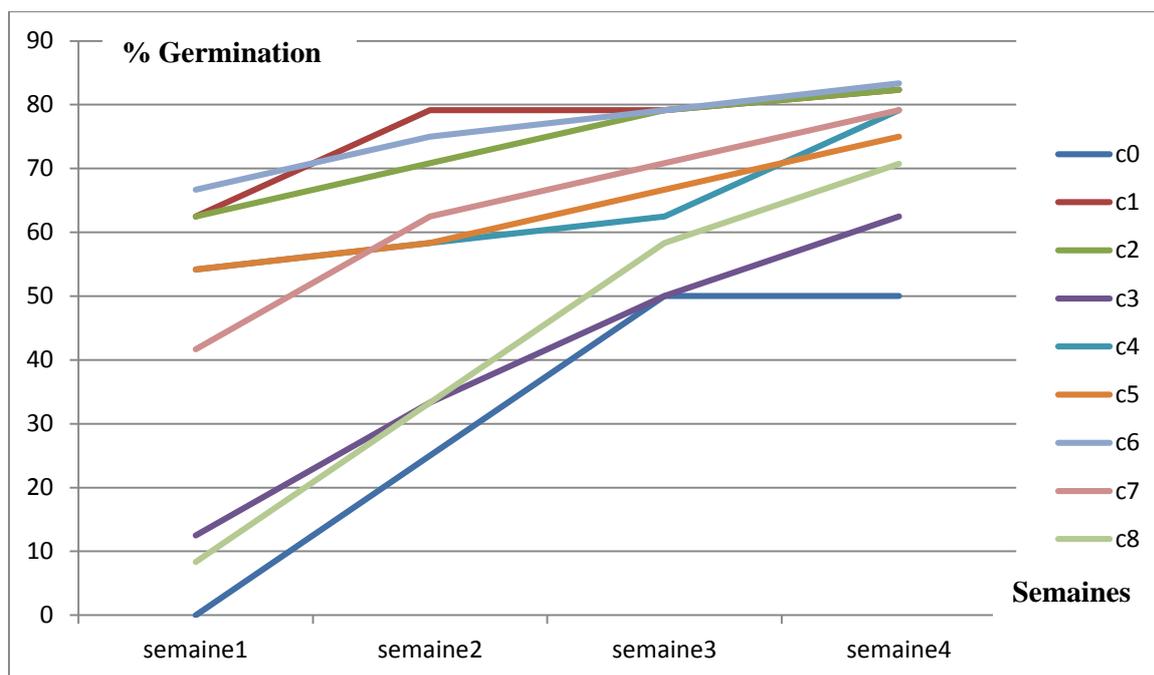


Figure N°16 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de Na_2SO_4 à température froide 5°C en fonction du temps

La variation est très significative du pourcentage de germination (12.5% et 66.66%, soit 5 fois plus) en fonction des semaines notamment pour les traitements (C6 [6g/l] et C3 [3g/l] de Na_2SO_4), nous sommes ici en présence des traitements minimums et maximums relevés qui cadrent les pourcentages les taux de germination.

Les traitements intermédiaires (C1 [1g/l], C2 [2g/l], C4 [4g/l], C5 [5g/l], C7 [7g/l], C8 [8g/l]) semblent agir d'une façon significative sur ce stade juvénile de la plante, en effet les taux oscillent entre la première et la quatrième semaine de 8.33% à 83.33%, soit 8 fois plus.

Pour la concentration de 3g/l de Na_2SO_4 , les pourcentages obtenus sont très bas niveau où le taux ne dépasse pas les 62.5% à la fin de l'expérience.

L'écart type calculé par les différences entre les valeurs répétées (3fois) des taux de germination montre des valeurs variant entre 0.56 (Pour le traitement C2 [2g/l]) et 1.99 (Pour le traitement C3 [3g/l]), soit une augmentation de 1.43% (3 fois plus).

Tableau N°10 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de NaCl à température 5°C

Temps [C]		1 ère semaine				2 ème semaine				3 ème semaine				4 ème semaine				Ecart type				
C ₁	Nombre	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	R ₁	R ₂	R ₃	Moy	/////				
	[1g/l]	%	37,5	50	62,5	50	62,5	75	37,5	58.33	62,5	75	50	62.5	62,5	87,5	87,5	79.16	/////			
C ₂	Nombre	2	2	1	1.66	3	2	2	2.33	3	3	4	3.33	6	3	6	5	1.49				
	[2g/l]	%	25	25	12,5	20.83	37,5	25	25	29.16	37,5	37,5	50	41.66	75	37,5	75	62.5	/////			
C ₃	Nombre	2	0	1	1	3	3	4	3.33	5	4	4	4.33	5	4	6	5	1.65				
	[3g/l]	%	25	0	12,5	12.5	37,5	37,5	50	41.66	62,5	50	50	54.11	62,5	50	75	62.5	/////			
C ₄	Nombre	2	4	0	2	5	4	4	4.33	5	4	4	4.33	7	6	6	6.33	1.78				
	[4g/l]	%	25	50	0	25	62,5	50	50	54.16	62,5	50	50	54.16	87,5	75	75	79.16	/////			
C ₅	Nombre	1	0	4	1.66	3	3	4	3.33	3	3	5	3.66	6	5	5	5.33	1.03				
	[5g/l]	%	12,5	0	50	20.33	37,5	37,5	50	41.66	37,5	37,5	62,5	45.83	75	62,5	62,5	66.66	/////			
C ₆	Nombre	3	2	3	2.66	4	5	5	4.66	4	5	6	5	5	6	6	5.66	1.25				
	[6g/l]	%	37,5	25	37,5	33.33	50	62,5	62,5	58.33	50	62,5	75	62.5	62,5	75	75	70.83	/////			
C ₇	Nombre	4	4	3	3.66	4	4	5	4.33	4	4	5	4.33	5	5	7	5.66	0.95				
	[7g/l]	%	50	50	37,5	45.33	50	50	62,5	54.66	50	50	62,5	54.66	62,5	62,5	87,5	70.83	/////			
C ₈	Nombre	1	3	4	2.66	4	5	6	5	4	6	6	5.33	4	6	7	5.66	1.59				
	[8g/l]	%	12,5	37,5	50	33.33	50	62,5	75	62.5	50	75	75	66.66	50	75	87,5	70.83	/////			
C ₀	Nombre	0				0	2				2	4				4	4				4	1.65
	E. D.	00				00	25				25	50				50	50				50	/////

E. D. : Eau du robinet

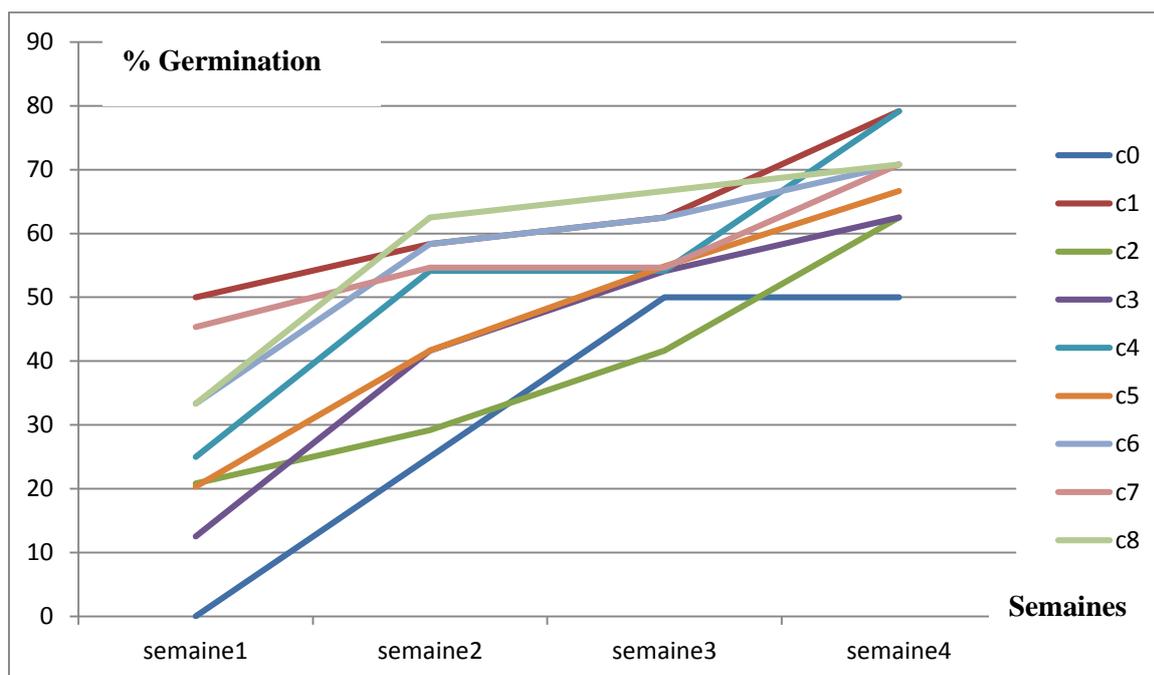


Figure N°17 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de **NaCl** à température froide 5°C en fonction du temps

L'augmentation très significative de la germination s'élève linéairement dans le temps en fonction des semaines avec les traitements (C1 [1g/l] et C2 [2g/l] de **Na Cl**). Les pourcentages accusent une grande variation entre 20.83% (première semaine) et 79.16% (dernière semaine), soit une augmentation de 59%.

Les traitements qui occupent une place intermédiaire avec les concentrations (C3 [3g/l], C4 [4g/l], C5 [5g/l], C6 [6g/l], C7 [7g/l], C8 [8g/l]) agissent sur les taux de germination, où les pourcentages entre la première et la quatrième semaine passent de 12.5% à 79.16%, soit une augmentation de presque quatre fois plus.

On constate aussi que les pourcentages les moins élevés sont obtenus en présence du traitement (2g/l) du **NaCl**, là aussi les pourcentages ne s'élèvent pas au-dessus de 62.5%, même si le traitement a considérablement agi négativement tout au long du processus germinatif à travers les semaines, son taux de germination termine en fin de course avec 62.5%.

La différence entre les différentes répétitions affiche des écarts types qui varient entre 0.95 (Pour le traitement C7 [7g/l]) et 1.78 (Pour le traitement C4

[4g/l]), il s'agit là d'un écart assez significatif (soit une augmentation de deux fois plus).



Figure N°18 : Photos de la germination des graines de *Phaseolus vulgaris* dans différentes concentrations de K_2SO_4 , Na_2SO_4 et $NaCl$ à température $5^{\circ}C$

II.6. Conclusion

L'effet des variantes températures (5°C et 20°C) chez les graines du haricot a donné les résultats suivants : le taux de germination chez haricot traité par le K_2SO_4 atteint des chiffres identiques dans les deux milieux 70.83 % à 20°C et aussi 70.83% % à 5°C pour les faibles concentrations. Au niveau des fortes concentrations (de 4 à 8g/l) les taux de germination montrent une légère différence entre les deux milieux (70.83% à 20°C et 79.16% à 5°C).

Pour le deuxième traitement avec le Na_2SO_4 la germination des graines enregistre un pourcentage élevé de 66.66% à 20°C et 83.33 % à 5°C pour les faibles concentrations soit une différence de 17%. Dans les fortes concentrations nous obtenons les mêmes résultats que précédemment.

Aucune différence ne semble apparaître avec le NaCl , on enregistre 62.5% à température 20°C et à 79.16% à température 5°C en présence de faibles concentrations (de 1g/l à 3g/l). Les fortes concentrations donnent des taux de germination : 62.5% à 20°C et 87.5% à 5°C (de 4g/l à 8g/l), soit une différence arithmétique assez significative (25).

Nos courbes cinétiques nous permettent de déceler des phases différentes lors de l'expérimentation notamment la phase de latence (correspondant au démarrage de la germination), la phase exponentielle et une phase palier. Ce phénomène assez révélateur a été observé dans la plupart des courbes tracées.

Chapitre III : Etude statistique des germinations

Chapitre III : Etude statistique des germinations

III. 1. Introduction

III. 2. Méthodologie

III. 3. Résultats et interprétations à 20 °C

III. 4. Résultats et interprétations à 5 °C

III. 5. Conclusion

Chapitre III : Etude statistique des germinations

III. 1. Introduction

Dans le langage couramment utilisé un échantillon est un spécimen unique (Jolicoeur, 1991 cité par Bensaber, 2017). Les travaux menés sur l'échantillonnage ont toujours concerné non seulement les quantifications in-situ mais aussi in vitro (germination, mesures organographiques de la hauteur et du nombre de feuilles).

Les conceptions sur l'usage des méthodes biométriques peuvent varier selon les chercheurs, on peut dire que l'on considère sous cette appellation l'observation visuelle suivi par des analyses et des observations. Nous traiterons partiellement nos données par l'analyse statistique des moindres carrés. Existent-il des relations linéaires entre les pourcentages de graines germées et le traitement administré (arrosage avec des concentrations salées K_2SO_4 , Na_2SO_4 et le $NaCl$) ? Devant cet état de fait nous avons été amené à fournir certains les éléments de réponses.

III. 2. Méthodologie

Nous avons abordé l'analyse statistique dans cette étude, elle reste en biométrie une méthode relativement efficace pour mettre en évidence le degré de corrélation ou de relation, qui peut exister entre les différents paramètres mesurés (Y_i et X_i). C'est ainsi que l'on a déterminé des corrélations entre les couples de données des pourcentages de germination entre le petit pois en fonction de différentes concentrations croissantes de K_2SO_4 (sulfate de potassium) de $NaCl$ (chlorure de sodium) et de Na_2SO_4 (sulfate de sodium). On calcule le **coefficient de corrélation (R)** et on fait ressortir la **droite de régression d'équation** :

$$Y = aX + b$$

Où :

- **a** = la pente de la droite de régression
- **b** = l'ordonnée à l'origine déterminée arithmétiquement par $Y - aX$

On peut tracer graphiquement les droites correspondantes (**droites de régression**) pour chacun des traitements, car le coefficient de corrélation (R) indique dans quelle mesure la relation, si elle existe, peut être représentée par une droite (Demolon, 1968).

En effet, Demolon (1968) précise que la représentation graphique des résultats, met en évidence le degré de liaison (corrélation) qui peut exister entre

deux caractères $r = \frac{\sum \alpha X \cdot \alpha Y}{\sqrt{\sum (\alpha X)^2 \sum (\alpha Y)^2}}$

Plus R (formule ci-dessus) s'approche de +ou - 1, plus le degré de corrélation est élevé.

III. 3. Résultats et interprétations

à 20 °C

- K_2SO_4 (Sulfate de potassium)

Tableau N°11 : Corrélations entre les concentrations salées [K_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines du haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température ambiante 20°C

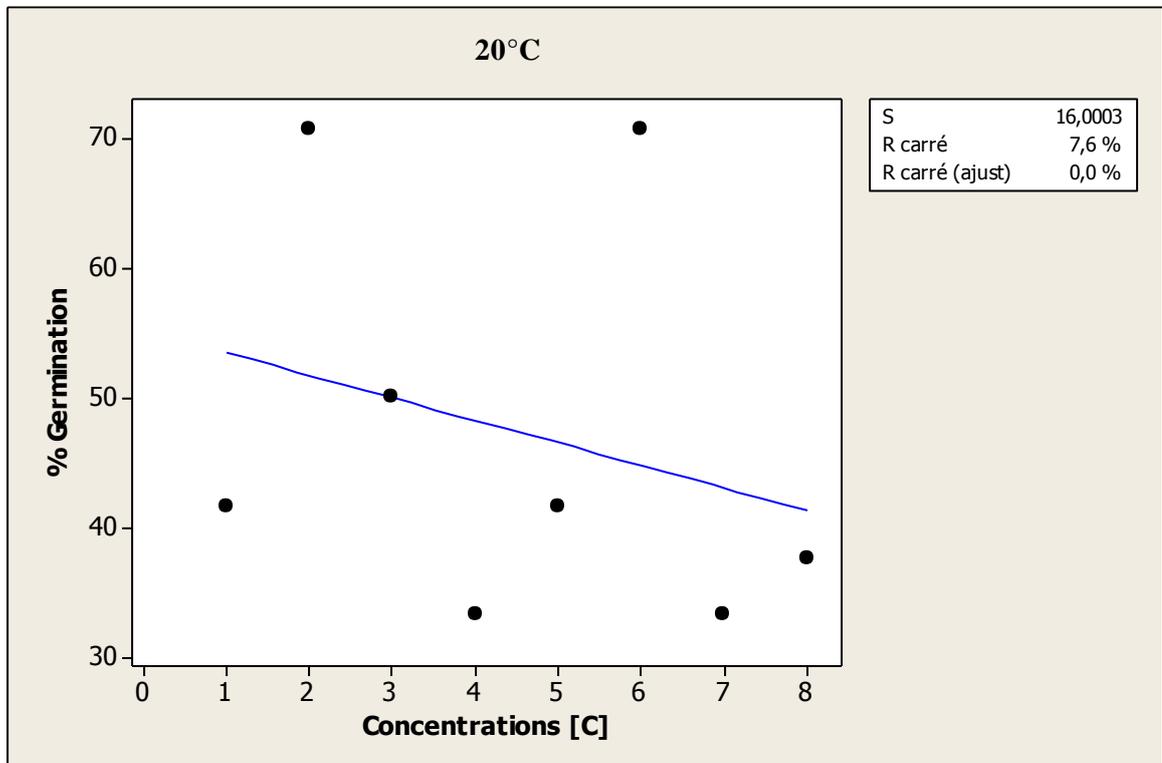
Concentrations [C]	[C 1]	[C 2]	[C 3]	[C 4]	[C 5]	[C 6]	[C 7]	[C8]
% Germination	41.62	70.75	50	33.25	41.62	70.75	33.25	37.5

S = 16,0003

P=0.509

$$\% \text{ Germination} = - 1,735 \text{ Concentrations [C]} + 55,15$$

$$Y = - 1.735x + 55.15$$



FigureN°19 : Corrélations entre les concentrations salées [K_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température $20^\circ C$

Nous avons une faible corrélation négative ($r = - 0.26$) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de K_2SO_4 sous une température ambiante de $20^\circ C$ (TableauN°11 et figure 19). Les valeurs des constantes (a et b) sont :

$$a = -1.725 \text{ (pente de la droite) et } b = 55.15 \text{ (ordonnée à l'origine)}$$

Le nombre de graines de l'haricot germent et montrent une décroissance linéaire ou presque devant les traitements (concentrations croissantes du K_2SO_4 en milieu ambiant ($20^\circ C$)).

- **NaCl** (Chlorure de sodium)

Tableau N° 12 : Corrélations entre les concentrations salées [$NaCl$] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température ambiante $20^\circ C$

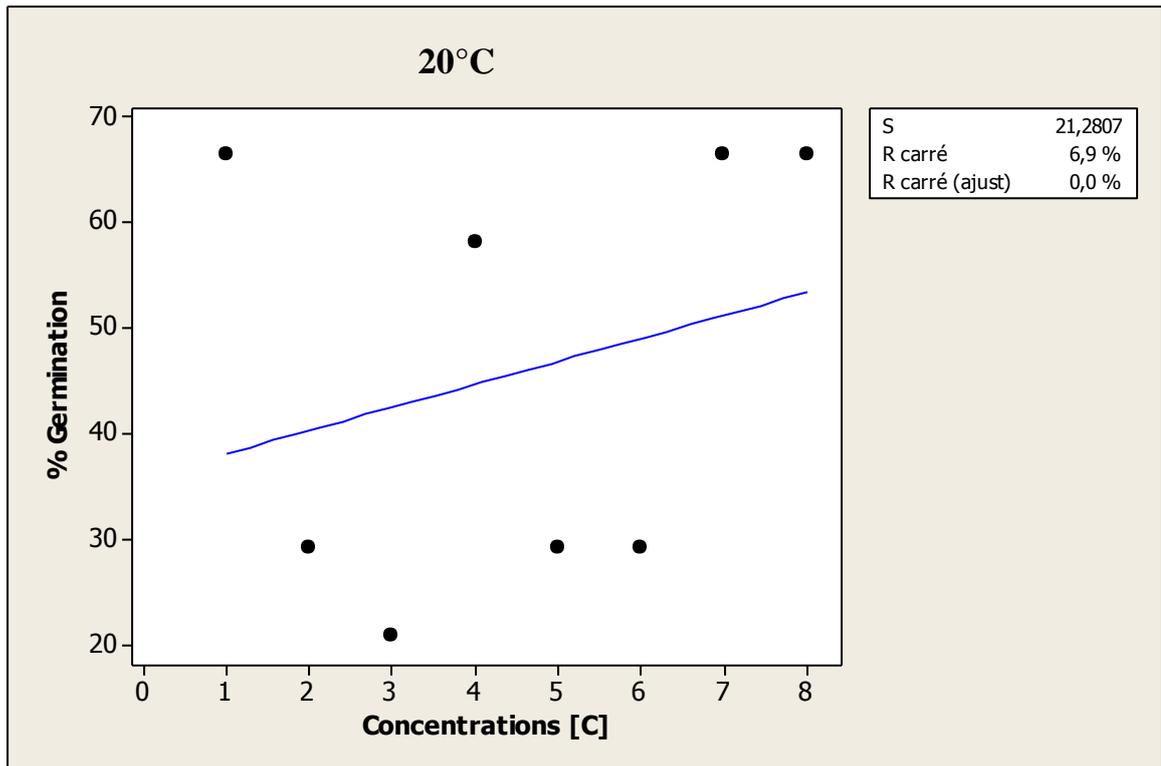
Concentrations [C]	[C 1]	[C 2]	[C 3]	[C 4]	[C 5]	[C 6]	[C 7]	[C 8]
% Germination	66.62	29.12	20.75	58.25	29.12	29.12	66.62	41.62

$$S = 21,2807$$

$$P=0.531$$

$$\% \text{ Germination} = + 2,184 \text{ Concentrations [C]} + 35,95$$

$$Y = + 2.184 x + 35.95$$



FigureN°20 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température **20°C**

Nous avons une faible corrélation positive ($r = + 0.26$) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de NaCl sous une température ambiante de **20°C** (TableauN°12 et figure 20). L'augmentation des concentrations de NaCl semblent plutôt favoriser la germination. Les valeurs des constantes sont :

$a = +2.184$ (pente de la droite) et $b = 35.95$ (ordonnée à l'origine)

Les graines de l'haricot germent dans ce cas sans toutefois répondre aux variations croissantes des traitements (concentrations croissantes du NaCl en milieu ambiant (**20°C**)).

- Na_2SO_4 (Sulfate de sodium)

Tableau N°13 : Corrélations entre les concentrations salées [Na_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température ambiante 20°C

Concentrations [C]	[C 1]	[C 2]	[C 3]	[C 4]	[C 5]	[C 6]	[C 7]	[C 8]
% Germination	62.5	50	45.75	45.75	37.5	33.25	50	58.25

$$Y = -0.899x + 51.92$$

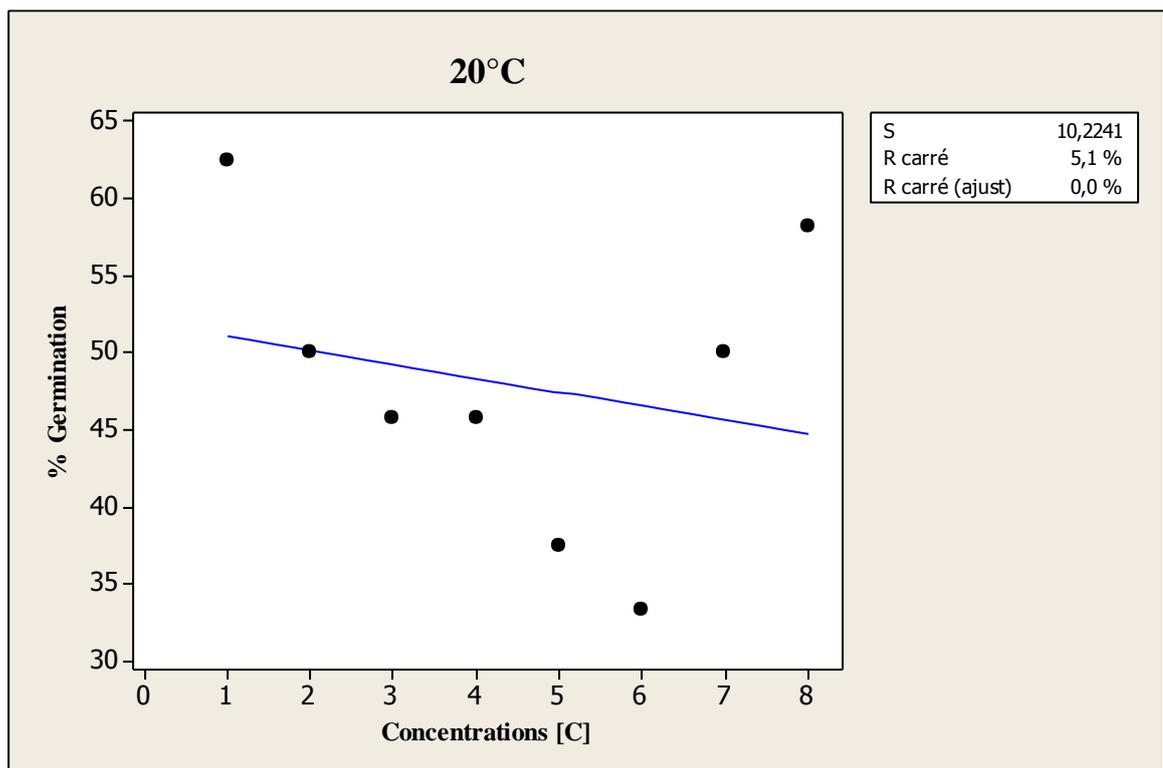


Figure N°21 : Corrélations entre les concentrations salées [Na_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température 20°C

Chapitre III : Etudes statistique des germinations

Nous avons une corrélation négative assez faible ($r = - 0.22$) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de Na_2SO_4 sous une température ambiante de 20°C (Tableau N°13 et figure 21). Les valeurs des constantes sont :

$$a = - 0.899 \text{ (pente de la droite) et } b = 51.92 \text{ (ordonnée à l'origine)}$$

Les graines de l'haricot montrent dans ce cas sans toutefois répondre aux traitements (concentrations croissantes du Na_2SO_4 en milieu ambiant (20°C)).

$$S = 10,2241$$

$$P = 0.590$$

$$\% \text{ Germination} = - 0,899 \text{ Concentrations [C]} + 51,92$$

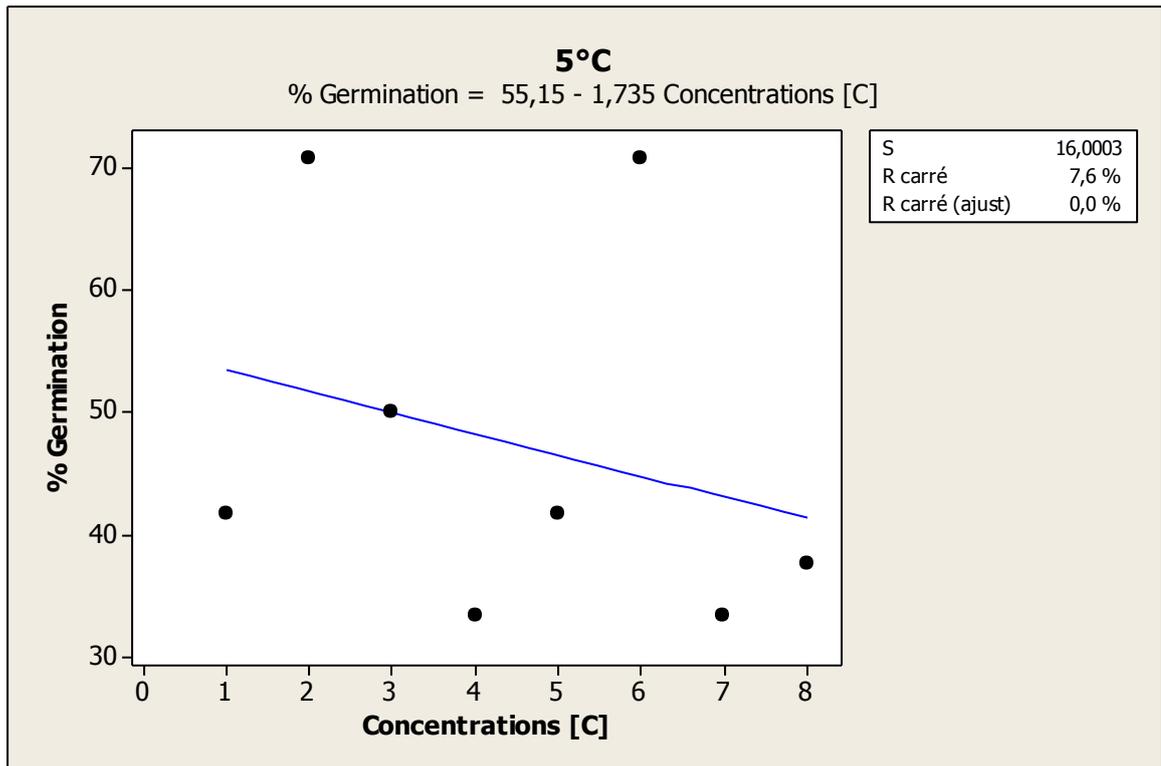
III. 4. Résultats et interprétations

à 5°C

- K_2SO_4 (sulfate de potassium)

Tableau N°14 : Corrélations entre les concentrations salées [K_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température 5°C

Concentrations [C]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[7g/l]	[8g/l]
% Germination	41.62	70.75	50	33.25	41.62	70.75	33.25	37.5



FigureN°22 : Corrélations entre les concentrations salées [K_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température $5^\circ C$

- Négative la corrélation possède une valeur assez faible ($r = - 0.26$) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de K_2SO_4 sous une température ambiante de $5^\circ C$ (TableauN°14 et figure 22). Les valeurs des constantes sont :

$a = 1.735$ (pente de la droite) et $b = 55.15$ (ordonnée à l'origine)

Les graines de l'haricot germent indépendamment des traitements et répondent aux favorablement aux concentrations croissantes du K_2SO_4 en milieu ambiant ($5^\circ C$). Même si la corrélation n'est pas significative nous enregistrons des pourcentages de germination appréciables qui varient de 33.25 à 70.25%.

- NaCl (Chlorure de sodium)

Tableau N° 15 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines du haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température 5°C

Concentrations [C]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[7g/l]	[8g/l]
% Germination	66.62	29.12	20.75	58.25	29.12	29.12	66.62	41.62

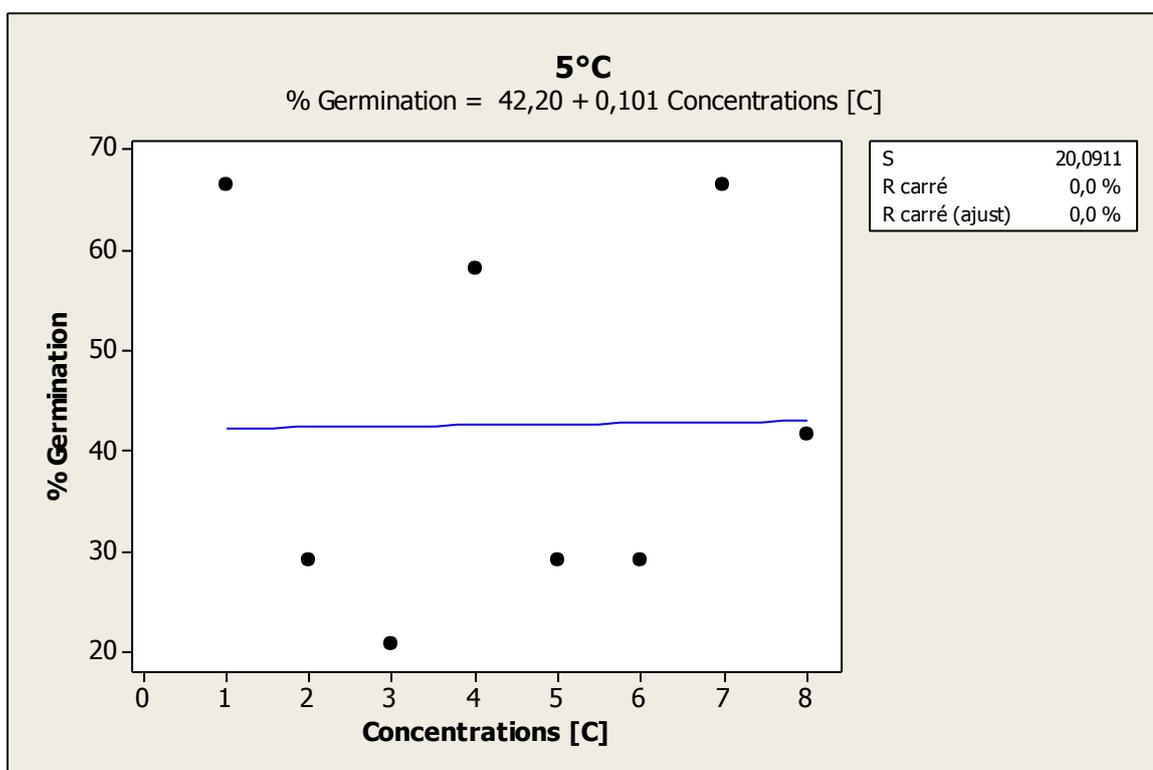


Figure N°23 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température 5°C

- Négative la corrélation n'existe pas ($r = - 0.00$) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de NaCl sous une température ambiante de 5°C (Tableau N°15 et figure 23). Les valeurs des constantes sont :

$a = 0.101$ (pente de la droite) et $b = 42.20$ (ordonnée à l'origine)

Les graines de l'haricot accusent une germination qui ne semble pas indiquer une grande variation où les pourcentages fluctuent entre 29.12 et 66.62 %. Les traitements faisant intervenir l'élément trophique (K) potassium même si le traitement porte sur un produit considéré comme un apport fertilisant. Le matériel végétal répond favorablement aux concentrations croissantes du K_2SO_4 indépendamment des variations des concentrations en milieu ambiant ($5^\circ C$). Même si la corrélation n'est pas significative nous enregistrons quand même des pourcentages de germination appréciables qui varient de 33.25 à 70.25%, l'effet augmentation des concentrations n'a eu aucune incidence sur ce stade juvénile.

- Na_2SO_4 (Sulfate de sodium)

Tableau N°16 : Corrélations entre les concentrations salées [Na_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines du haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température $5^\circ C$

Concentrations [C]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[7g/l]	[8g/l]
% Germination	62.5	50	45.75	45.75	37.5	33.25	50	58.25

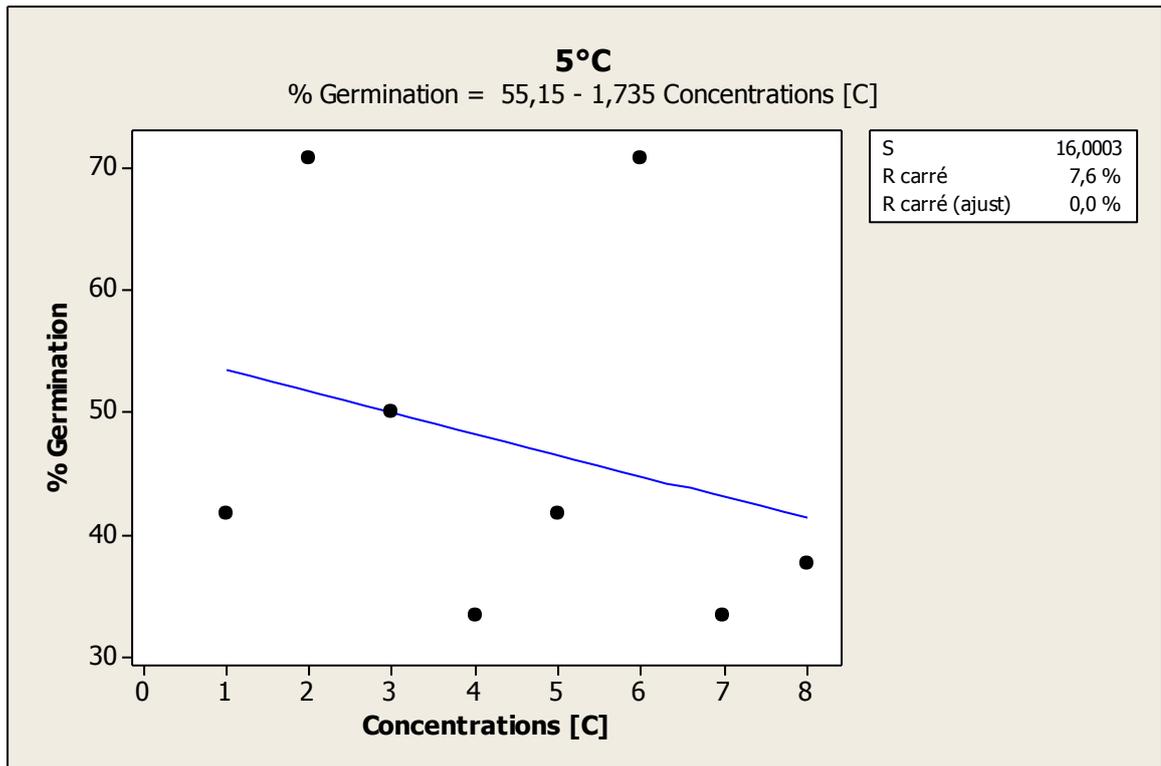


Figure N°24 : Corrélations entre les concentrations salées [Na_2SO_4] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sous une température 5°C

- Négative la corrélation possède une valeur assez faible ($r = -0.27$) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de Na_2SO_4 sous une température ambiante de 5°C (Tableau N°16 et figure 24). Les valeurs des constantes sont :

$a = 1.735$ (pente de la droite) et $b = 55.15$ (ordonnée à l'origine)

Les graines de l'haricot répondent positivement aux traitements devant les concentrations croissantes du Na_2SO_4 en milieu relativement frais (5°C). Même si la corrélation n'est pas significative nous enregistrons des pourcentages de germination qui vont chercher des taux assez élevés de levée de dormance, celles-ci varient de 33.25 à 70.25%.

III. 5. Conclusion

En conclusion nous obtenons des relations avec des corrélations où R varie considérablement d'un traitement à l'autre même si elles ne sont pas trop parfois significatives. Les valeurs de R possèdent toutes une corrélation négative à l'exception du **NaCl** où la relation est négative dans les deux milieux (**20°C** et **5°C**) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes dans l'ensemble des traitements.

Nous sommes censés être en présence de produits trophiques car nous connaissons leur importance dans l'alimentation des différentes cultures quelles qu'elles soient au niveau agronomique.

Les valeurs de r varient entre - 0.00 et 0.69. Nous avons pu remarquer que les 03 produits utilisés n'ont pas pu indiquer ou montrer l'impact qu'on attendait.

Chapitre IV : Germination dans les pots

Chapitre IV : Germination dans les pots

IV.1.Introduction

IV.2.2.Méthodologie

IV.2.1. Matériel Végétal

IV.2.2. Substrat, préparation des semis

IV.3. Résultats et interprétations

IV.4. Conclusion

IV.1.Introduction

Ce genre d'expérimentation nous a paru important de l'entamer. Celui-ci en effet prend en considération les conditions de culture (substrat sol) et également le suivi du processus germinatif (graines arrosées par les solutions saumâtres). D'autre part cette manière d'opérer peut laisser les chercheurs dans une situation un peu interrogative, car la plupart des essais de ce type, on le sait sont réalisés dans substrats-sol stériles (vermiculite, ou encore en hydroponique). Au niveau de ces pots de végétation, les arrosages sont suffisamment répétés (10 graines par pot de végétation). Les détails de ce dispositif sont décrits dans la partie méthodologique (Figure 25 et 26). Afin de déterminer la tolérance aux sels pris en considération: K_2SO_4 , Na_2SO_4 et $NaCl$ d'une espèce de fabacées *Phaseolus vulgaris* L. au stade germination dans un premier temps et celui de la levée jusqu'au stade montaison dans un second. L'essai a été conduit pendant 6 semaines dans le laboratoire de recherche dans des conditions contrôlées (photopériode : 12 heures, rayonnement efficace; température constante de 20°C). Les germinations soumises aux traitements à base de K_2SO_4 , Na_2SO_4 et $NaCl$ à concentrations croissantes, peuvent-ils montrer de grandes fluctuations ? Les sels utilisés vont-ils afficher des variations à caractères morphologiques ? Comment va réagi ce taxon devant ces sels retenus (K_2SO_4 , Na_2SO_4 et $NaCl$). Pour tenter de fournir des réponses à ces questions les parties ci-dessous seront abordées :

- Méthodologie avec le matériel végétal, le substrat, et la préparation des semis ;
- Résultats et interprétations ;
- Conclusion

IV.2. Méthodologie

IV.2.1. Matériel végétal

Les graines du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) utilisé dans notre expérience proviennent des denrées stockées disponibles dans les commerces.

IV.2.2. Substrat, préparation des semis

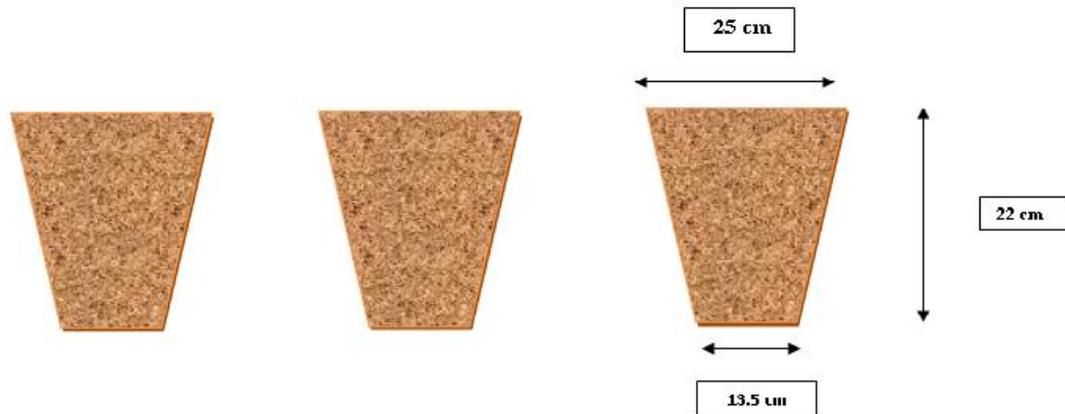


Figure N°25 : Dispositif expérimental mené dans les pots
(Graines de *Phaseolus vulgaris*)

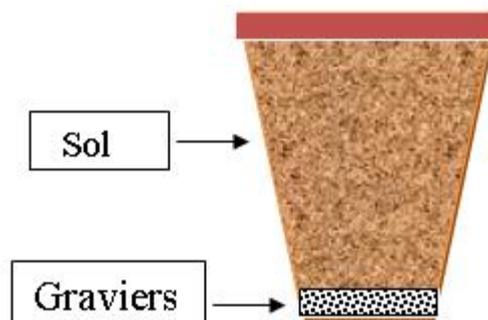


Figure N°26 : Pot de végétation contenant le sol et le gravier

Il s'agit d'un sol provenant des champs de cultures prélevé dans la commune de Tlemcen (wilaya de Tlemcen) ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau N°17 : Analyses du sol

Types d'analyses	Résultats	Interprétations	Méthodes d'analyses
Granulométrie <ul style="list-style-type: none"> • % Argiles • % Limons • % Sables 	6 31 63	Limono- sableux	Sédimentométrie
pH (eau)	8.90	Alcalin	Electrométrie
CaCO₃ (%)	11.20	Moyen	Calcimètre de Bernard
Couleur selon Munsell	7.5YR 4/3		SoilcolorChart
Conductivité électrique (mS / cm)	0.2	Peu salé	Extrait 1/5
Matière organique (%)	5.212	Elevée	Méthode d'Anne (1945)

Ce substrat homogène a été prélevé au niveau de la rhizosphère (horizons explorés par les systèmes racinaires) dans les champs de grande cultures, où les espèces légumières en principe trouvent leur espace de culture. Il s'agit d'un sol de texture limoneux-sableuses, alcalin peu salé. Il contient une charge assez moyenne en CaCO₃ (11.20%) et un taux de matière organique élevée (5.221%).

Le sol est ensuite épandu à l'air libre pour subir un séchage naturel avant d'être introduit dans des pots tapissés de gaze stérile en bas pour faciliter l'élimination des eaux excédentaires d'arrosage (22 cm de hauteur et 25cm de diamètre du haut et 13.5 cm de diamètre à la base)(Figure 28 et 29).

Chapitre IV : Germination dans les pots

Les graines subissent une désinfection à l'hypochlorite de sodium (eau du robinet) pendant 5 minutes puis rincées plusieurs fois à l'eau distillée pour éliminer les traces de chlore.

Dans ces pots au nombre de 4 (arrosés avec la concentration C 5g/l des sels K_2SO_4 , Na_2SO_4 et $NaCl$) les graines de haricot à raison de 10 /pot ont été semées et placés dans un milieu ambiant $20^{\circ}C$. Nous avons suivi cette expérience durant 6 semaines pour comptabiliser la germination et mesurer par la suite la taille des plantules au stade juvénile.



Figure N°27 : Photo de préparation du sol



Figure N°28 : Photos de matériel utilisé pour l'analyse de sol



Figure N°29 : Photo de la germination des graines de *Phaseolus vulgaris* après 06 semaines

D'autre part nous nous sommes intéressés à la mesure des poids frais et secs pour déterminer le taux de matière sèche. Trois plantes / pot sélectionnées au hasard ont été retenues pour cette mesure (différence pondérale exprimée en grammes).

Tableau N°18 : Poids frais et poids sec en grammes des plantes en fin d'expérience

	Poids frais (P1)	Poids sec (P2)	Différence P1-P2
Témoin	3.82	1.46	2.36
K₂SO₄	12.73	4.84	7.89
Na₂SO₄	0.481	0.091	0.39
NaCl	0.415	0.078	0.337

IV.3. Résultats et interprétations :

Tableau N°19 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* avec une seule concentration [C5] des sels différents à température ambiante **20°C**

		1 ^{ère} Semaine		2 ^{ème} Semaine		3 ^{ème} Semaine		4 ^{ème} Semaine		5 ^{ème} Semaine		6 ^{ème} Semaine	
Type de traitement		Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%
EAU Distillé Témoin	C0 [5g/l]	4	40%	7	70%	9	90%	10	100%	10	100%	10	100%
K ₂ SO ₄	C5 [5g/l]	2	20%	6	60%	8	80%	8	80%	8	80%	10	100%
Na ₂ SO ₄	C5 [5g/l]	3	30%	7	70%	7	70%	8	80%	8	80%	9	90%
NaCl	C5 [5g/l]	0	0%	3	30%	4	40%	5	50%	5	50%	5	50%

Nbr : Nombre

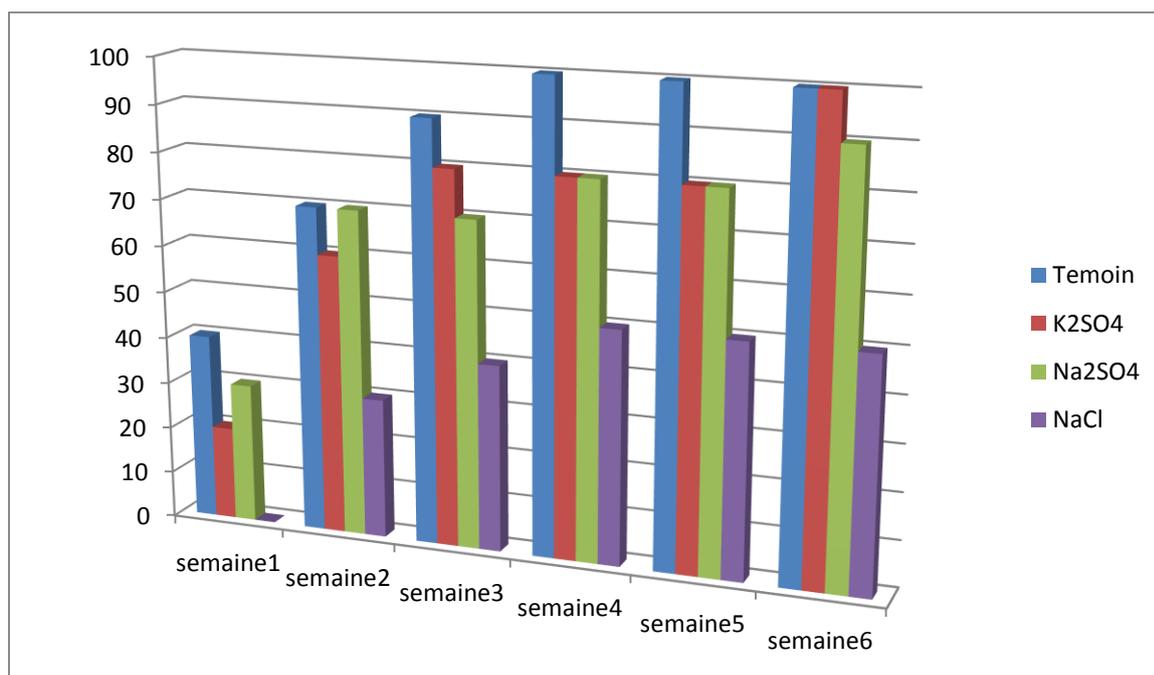


Figure N°30 : Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* avec différents traitements (K_2SO_4 , Na_2SO_4 et $NaCl$) à température ambiante $20^\circ C$

Il est à remarquer qu'à travers le tableau ci-dessus (tableau N°19) une augmentation du pourcentage de germination dans le temps (en fonction des jours) pour les traitements (K_2SO_4 , Na_2SO_4), excepté avec le $NaCl$ avec la même concentration (C5[5g/l]) où nous enregistrons ici en revanche une absence totale de germination, il semble que ce sel ralentit au départ pour ne pas dire inhiber la levée de dormance. L'arrosage cependant avec l'eau de robinet (C0 témoin) permet lui un démarrage germinatif du moins dans les premiers temps (40%) pour achever sa course à 100%.

Les 02 dernières semaines montrent une légère augmentation des taux germinatifs exprimés par les traitements à base de K_2SO_4 et Na_2SO_4 . On peut voir effectivement que les germinations de graines pour le traitement témoin évoluent de 40% à 100% d'une manière linéaire de la première à la dernière semaine.

Tableau N°20 : Taille des plantules de *Phaseolus vulgaris* en cm après 6 semaines

Types De traitement		Taille des plantes (cm) après 6 semaines		La Moyenne
		Valeur minimale	Valeur maximale	
Eau de robinet	C0	0.5	17	8.75
K₂SO₄	C5 [5g/l]	1	39	20
Na₂SO₄	C5 [5g/l]	1	9.5	5.25
NaCl	C5 [5g/l]	0	6	3

Le nombre total de l'ensemble des feuilles apparues atteint 91 et cela pour l'ensemble des pots traités. Les tailles les plus élevées sont obtenus en présence du produit K_2SO_4 et celui du témoin traitées par la concentration [C5]. En présence du Na_2SO_4 au contraire aucune feuille n'est apparue sur les plantules.

IV.4. Conclusion

Les sels qu'on a utilisé dans le cadre de notre expérimentation (K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $NaCl$) ne semblent pas avoir modifié ou agit sur le niveau de la croissance du nombre de feuilles formées. La variabilité de ces parties organographiques n'a pas été significative entre les différentes mesures obtenues. Le nombre des feuilles fluctue d'un sel à l'autre. Il faut signaler que les plantes sont arrosées avec la même concentration saline (C5 [5g/l]).

Bien qu'il ne reflète pas intégralement le comportement des plantes dans leurs conditions naturelles, le taux de germination, en conditions de stress salin, donne toujours une idée plus ou moins précise du comportement des légumineuses étudiées (Ben Naceur et *al.*, 2001).

La croissance est directement reliée à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique (PO) de l'eau du sol (Greenway et Munns, 1980 in Parida et Das, 2005).

Il est connu que la salinité est un facteur environnemental très important qui limite souvent la croissance et la productivité des plantes en général et celle des plantes cultivées en particulier (Allakhverdiev et *al.*, 2000b in Parida et Das, 2005). Les débuts se trouvent sous l'influence considérable du stress salin à l'intérieur de la plante c'est-à-dire dans les cellules végétales diverses, de conduction et d'autres d'ailleurs. Tous les processus majeurs, on peut dire

indispensables tels que : la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétique, pour ne citer que ceux-là se trouvent ainsi affectés.

Les écophysiologistes notamment mettent en exergue la première réponse connue entre autre la réduction de la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivi par l'arrêt de l'extension avec l'intensification du stress, ce fait là est signalé par un certain nombre de chercheur du domaine, il s'agit de Parida et Das (2005).

Il convient de signaler que le taux de matière sèche varie d'un traitement à l'autre, en effet le poids de matière sèche le plus élevé est obtenu en présence du **K₂SO₄** (20g). Par contre les autres traitements accusent des valeurs nettement plus faibles 8.75, 5.25g et 3g avec respectivement les traitements témoin, **Na₂SO₄** et **NaCl**. Le **K₂SO₄** a permis une meilleure augmentation de la matière sèche on peut dire encore ce sel a catalysé cette production qui est du probablement à la présence du potassium qui a joué plutôt un rôle fertilisant.

Conclusion Générale

Au terme de cette étude qui a été conduite dans l'objectif d'évaluer l'effet des concentrations salées sur les stades juvéniles du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) c'est-à-dire la germination et la croissance de la partie aérienne in-vitro de l'espèce végétale appartenant à la famille des Fabacées). Les traitements avec trois sels différents K_2SO_4 (sulfate de potassium), Na_2SO_4 (sulfate de sodium) $NaCl$ (chlorure de sodium) ont été menés sur ces stades de végétation.

Ces deux expériences effectuées (arrosage des graines avec des concentrations salées pour suivre successivement la germination et la croissance sur 06 semaines) en conditions de températures différentes ($20^{\circ}C$ température ambiante et $5^{\circ}C$ température froide du frigidaire) qui ont duré successivement 04 semaine pour la première et 06 semaines pour la seconde expérience.

les résultats suivants ont révélés que le taux de germination chez haricot traité par le K_2SO_4 atteint des chiffres identiques dans les deux milieux 70.83 % à $20^{\circ}C$ et aussi 70.83% % à $5^{\circ}C$ pour les faibles concentrations. Au niveau des fortes concentrations (de 4 à 8g/l) les taux de germination montrent une légère différence entre les deux milieux (70.83% à $20^{\circ}C$ et 79.16% à $5^{\circ}C$).

Pour le deuxième traitement avec le Na_2SO_4 la germination des graines enregistre un pourcentage élevé de 66.66% à $20^{\circ}C$ et 83.33 % à $5^{\circ}C$ pour les faibles concentrations soit une différence de 17%. Dans les fortes concentrations nous obtenons les mêmes résultats que précédemment.

Le $NaCl$ affiche presque les mêmes résultats ont germées en présence d'une température $20^{\circ}C$ 62.5% et à 79.16 à température de $5^{\circ}C$ celles-ci pour les faibles concentrations (de 1g/l à 3g/l). Dans les fortes concentrations nous obtenons (de 4g/l à 8g/l) 62.5% à $20^{\circ}C$ et 87.5% à $5^{\circ}C$, soit une différence (25) assez significative.

Nos courbes cinétiques ont affiché des phases différentes lors de l'expérimentation notamment la phase de latence (correspondant au démarrage de la germination), la phase exponentielle et une phase palier. Ce phénomène a été relevé dans la plupart des courbes tracées.

Enfin on peut signaler que les variables (concentrations, milieux et nature du sel) influent peu ou presque sur ce stade de végétation, même s'ils ont montré des optimums de germination.

Statistiquement les corrélations où R varie considérablement d'un traitement à l'autre même si elles ne sont pas trop parfois significatives r inférieur à 0.8. Les valeurs de r possèdent toutes une corrélation négative à l'exception du **NaCl** où la relation est négative dans les deux milieux (**20°C** et **5°C**) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes dans l'ensemble des traitements.

Les sels qu'on a utilisé dans le cadre de la deuxième expérimentation (**K₂SO₄**, **Na₂SO₄**, **NaCl**) ont permis toutefois une croissance on peut dire moyenne et une production foliaire fluctuant entre 70 et 0 % pour les sels **K₂SO₄** et **NaCl**.

Concernant la production de matière sèche, seul le traitement avec le **K₂SO₄** a affiché un taux de matière sèche élevé (20g) comparé aux autres, dont les taux ne dépassent pas les 9g.

Les germinations et les autres stades végétatifs des plantes sont conditionnés par les régulations hormonales, en effet certains travaux effectués dans d'autres laboratoires le montrent assez bien, il s'agit de certaines hormones produites pour les plantes hors des stress abiotiques sont les auxines (AIA), les gibbérellines (AG), les cytokinines (CKS), l'acide abscissique (ABA), l'éthylène (ET), l'acide salicylique (AS), les jasmonates (AJ), les brassinostéroïdes (BR) et les strigolactones (Atia et *al.*, 2018, in Bensaida, 2021). Sont connus pour jouer

un rôle majeur dans la réponse des plantes contre le stress salin. Chaque cellule stressée reçoit de nombreux signaux hormonaux (Bensaida, 2021).

Les essais de germination ont développés des moisissures (sous forme de champignons microscopiques) tout au long des essais effectués. On peut dire que 10 à 15 % des graines ont été affectées malgré toutes les consignes que nous avons respecté notamment les lavages, les rinçages de la verrerie et du matériel biologique.

A notre avis il serait souhaitable de poursuivre ce genre d'étude en variant d'autres sels solubles en présence d'autres milieux (températures différentes). D'autres part il serait judicieux de tester l'action de quelques phytohormones sur les stades de végétation chez la plante. L'ABA, l'AS, l'AJ et l'ET auront-ils les effets d'inhibition du stress hydriques ? A quels dosages peuvent-ils se manifester ? Certes beaucoup de questions demeurent posées qui pourraient probablement trouver les éléments de réponse à travers les expérimentations qui resteront à mener dans un proche avenir.

Références Bibliographiques

- Abdenour H**,1982-Etude de la fixation de l'azote chez quelques légumineuses. Thèse d'ing.Institut national d'agronomie (INA) d'El Harrach, 72p.
- Adams MW, Coyne DP, Davis JH, Graham PH, et Francis CA**,1985- Common bean (*Phaseolusvugaris* L). Ed. In R. J. Summer field and E. H. Roberts, Colins, London, Grain Legume Crops: 433-476.
- AllaM etHassain N M**, 2020-Nitrogen alleviate NaCl toxicity in maize seedling by regulating photosynthétique activity and ROS homeostasis.*Acta physio. Plantarum* 92(65).
- Anonyme.1**,2009- Cadre Programmation par Pays Algérie (2013 – 2016). République Algérienne Pour l'Alimentation et l'Agriculture Démocratique et Populaire, FAO (organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).
- Anonyme 2**,2010-Fiches techniques valorisées des cultures maraîchères et Industrielles ; La culture du Haricot. Page 3.
- Atra A, Barhoumi Z,Debez A, Hkiris S, Abdelly C, Smaoui A et Gouria H**,2018- Plant hormones: potent targests for engeneering salinity tolerance in plants.In salinity repnses and Tolerance in plants, Vol.1: Springer.Chain; 159-187.
- Aubert G.**,1980- Observation sur les caractéristiques la dénomination et la classification des sols dits (salés) ou salsodiques. cahier d'ORSTOM, série pédologie.XX,1, pp. 73 - 78.
- Baize D**, 2000- Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206-207.
- Barreto MM**,1983-Etude expérimentale du développement des racines adventives de la tige de *Phaseolusvulgaris* L. Mémoire de D.E.A. Université de Dakar, Sén., 67 p.
- Bartels D, and Sunkar R**,2005 –Drought and salt tolerance in plants. *CriticalReviews in Plant Sciences*, 24: 23–58.
- Beddi M**,2017-Comparaison germinative de deux espèces de la famille des Fabacées Mém. Master. Univ. Tlemcen. 80p.
- Bell A**,1994-Plantes à fleurs la morphologie descriptive et dynamique des plantes à fleurs. Edit. Masson, Paris. 340 p.

- Benaceur M, Rahmoun C, Sdiri M, Medahi H et Selmi M**, 2001- Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production de grains de blé. *Revue Sécheresse*, 12: 167-174.
- Benabadji N**, 1978 - Etude expérimentale de la croissance et de la production de tomate sous l'action des concentrations différentes de NaCl et d'apports d'amendements. *Mém. Ing. Institut National Agronomique*. 69 pages + annexes.
- Benoufella K, Medjdoub-Bensaad F et Kheloull**, 2017- Diversité des pucerons des légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou. vol 72.
- Bensaber M**, 2017- Les vergers d'oranges, situation et l'état des lieux dans les régions d'Hennaya (Wilaya de Tlemcen). *Mém. Master. Univ. Tlemcen*. 80p
- Bensaida F**, 2021- Marqueurs hormonaux de la tolérance et /ou la résistance du Gombo (*Abelmoschus esculents L.*) au stress abiotiques.
- Bernal G et Graham PH**, 2001- Diversity in the rhizobia associated with *Phaseolus vulgaris* L. in Ecuador, and comparisons with Mexican bean rhizobia. *Canadian J Microbiol* 47 (6): 526-534.
- Bouzi S**, 2010- Étude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement écophysologique de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L. Thèse magister, Univ. Mentouri Constantine. pages : 6 -9-4.
- Broughton WJ, Hernandez G, Blaire MW., Beebe S, Gepts P and Vanderlcyde J**, 2003- Bean (*Phaseolus* spp.)- Model Food Legumes. *Plant and Soil* 252 :55-128.
- Canado IC, Doussinague C et Villena E**, 2003- Technicien en agriculture. Ed. Cultural S. A. Madrid. 519 p.
- Cornillon Pet Auge M**, 1994- Salinité adaptation du piment Dossier INRA Agroparc. Avignon.
- Daoud Y**, 1993- Contribution à l'étude des sols des plaines du Chéelif. Le phénomène de salinisation et ses conséquences sur les propriétés physiques des sols argileux. Thèse Doc. Es. Sci I.N.A. Alger. 197p.

- Daoud Yet Halim A**,1994- Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Revue Sécheresse, 5 :151-160.
- Diaw NF**,2002- Utilisation des inoculums de rhizobium pour la culture du haricot (*Phaseolusvularis*) au Sénégal. Thèse doctorat. Université Cheikh AntaDiop. Dakar, 97 p.
- Diouf A**,1997- Caractérisation et utilisation des souches rhizobium isolées du haricot vert (*Phaseolusvulgaris* L.) dans la zone des Niayes au Sénégal. Thèse doc. UCAD. Dakar, 96p.
- Dupont F et Guignard JL**,1989-Haricot nain (Bulletin des variétés). Ed. Masson. Collection :Abrégéspharma. Paris. 510P.
- Duranti M and Gius C**,1997- Legume Seeds: Protein Content and Nutritional Value. Field Crops Research, 53, 31- 45p.
- El-Gibaly H, Goumah H**,1969 –The effect of salinization on the growth and yield of sugar cane. Beitr Trop SubtropLaudwirt Trop. Enveterinaarmed, 7, 27- 39.
- Gama P. B. S, Inanaga S, Tanaka K etNakazawa R**, 2007-Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings tosalinity stress. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (2), pp. 079-088.
- Gonzalez Barrios JL, Job JO, Ahlers R**, 2002- Irrigation et salinisation des sols dans la partie basse aride du bassinNazars-Augunaval: le primétre de la comarcaLagunera (Nord-Mexique).Vol.13.Num.4 :226-235.
- Goust J et Seignobos F**, 1998- Le haricot. Edit. Arles : Actes Sud, Paris. 92p.
- Gonzalez
- Greenway H., 1965** - Plant responses to saline substrates. VII. Growth and ion uptake throughout plant development in two varieties of *Hordeumvulgare* L. Aust JBiol. Sci 18, 763-779.
- HajlaouiH ,Denden et 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.

- Hopkins WG**,2003- Physiologie Végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge .R. Ed. De Boeck, p. 66-81.
- Hubert P**,1978-Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagasca.
- Khadri M, Pliego L, Soussi M, LluchCetOcana A**,2001-Ammomnium assimilation and ureide metabolism in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. Agronomy. 21, 635-643.
- Levigneron A, Lopez F,etDelbart F**, 1995-Les plantes face au stress salin. Cah. Agric. 4, p. 263–273.
- Levitt J**,1980- Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses. AcademicPress, New York: 365-488.
- Merrien A et Grandin L**,1990-Comportement hydrique du tournesol :Synthèse des essais irrigation1983-88, In Le tourney sol et l'eau, Edition Cetiom, Pub. Paris : 75-90.
- Mezni M, Albouchi E, Bizid et Hamza M.**, 2002-Effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la nutrition minérale chez trois variétés de luzerne pérenne (*Medicagosativa*),Agro., 22: 283-291.
- Michel C, et al .**,2005- Sols et environnement Dunod, Paris : 620p.
- Naimi F et MerdjA**,2018- Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantes d'haricot. Mémoire Master. Biologie. Univ. Khemis Miliana.54p.
- Ndeyethioro D.**, 2000-Evaluation au champ et en, conditions de salinité des performances agromorphologiques et physiologiques de lignées de riz *Oryzasativa* L. cultivar 1 Kong Pao (IKP) sélectionnées in vitro en présence de sel. Thèse de doctorat de 3e cycle, Univ cheikh antadiop de dakar. Page 2.
- ParidAA ., Das A B.**, 2005- Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicology Ad EnvironmentalSafety, 60(3), 324 49.
- Phillips R, Rix M et Goutier J**, 1994- Légumes. Edit. La Maison Rustique, Paris. 269p.

- Pujola M, Farreras A et Casanas F.,** 2007-Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Chemistry 102: 1034- 1041.
- Pochon N.,** 1981-La prairie permanente à base de trèfle blanc. Ed. Institut technique de l'élevage bovin. Paris, 104p.
- Prevost P.,** 1999- Les bases de l'agriculture moderne (2ème Ed.). Edit. TEC et DOC. Paris. 254 p.
- Rauf A, Zaki M J et Khand,** 2014-Effects of NaCl salinity on growth of some cotton varieties and the root rot pathogens. Int. Journ. Biol. Biotech. 11(4), 661-670.
- Said Boudaet Haddioib A,** 2011- Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex* Revue "Nature et technologie" N° 05.
- Shay E,** 1990- Saline agriculture. Salt-tolerant plant for developing countries. Report of a panel of the board on science and technology for international development office of international affairs national research, National Academies Press, Washington, DC, 143 p.
- Silué S,** 2009-Mécanismes génétiques de l'embryogenèse chez *Phaseolus* et application en hybridation interspécifique. Thèse de doctorat. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, 171p.
- Teggar N,** 2015- Etude de l'effet du stress salin sur la nodulation et sur quelques paramètres biochimique et morphologique de la lentille (*Lensculinaris* L.). Mém. Magister. Bio. Univ. Oran. 68p.
- Tirilly Y et Bourgeois CM,** 1999-Technologie des légumes. Edit. La Maison Rustique, Paris 558p.
- Tremblin G et Coudret A,** 1986-Salinité, transpiration et échanges de CO₂ chez *Halopeplis amplexicaulis*. Acta Oecologica. Vol .7(21), (4) 417-431.
- Wang, W. X., Vinocur, B., and Altman, A,** 2003-Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta 218, 1-14.

Wortmann CS, Kirkby RA, Eledu CA et Allen DJ, 1998-Atlas of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Africa. CIAT, Cali, Colombia.

Zhu J-K, 2001- Plant salt tolerance. Trends Plant Sci. 6: 66–71.