

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN

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**

Etude de l'effet des concentrations croissantes de **NaCl** et de **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** sur deux  
espèces cultivées : **Lentille** (*Lens culmaris* subsp : *esculenta* Moench)  
**Petit pois** (*Pisum arvense* L.P.F.)

Par :

**Melle Kahouadji Selma**

**Melle Boudghène Stambouli Sihème**

Date de soutenance : 25 juin 2020

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 : 2019/2020

# REMERCIEMENTS

Dieu merci 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 travail et qui nous ont permis d'achever ce modeste travail.

On exprime nos profonds remerciements à l'encadreur, Monsieur le professeur **BENABADJI Noury** Docteur d'état et Professeur à l'Université de Tlemcen Aboubekr Belkaid, pour l'aide compétente qu'il nous a apportée, pour sa patience et son encouragement. Son œil critique a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes parties.

Nous tenons d'autre part à exprimer nos 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 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'ils trouvent tous ici l'expression de notre profonde et sincère reconnaissance.

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

Un grand remerciement à tous nos enseignants de la faculté SNV/STU

# DÉDICACES

\*\*\*\*\*

Je dédie ce travail, œuvre d'une longue haleine,

A mes chers **parents**, nulle dédicace n'est susceptible de vous exprimer ma profonde reconnaissance et mon immense gratitude pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mes études. Que Dieu puisse vous prêter bonne santé et longue vie afin que je puisse à mon tour, vous combler.

A ma sœur : **Zahéra** que j'aime beaucoup je lui exprime toute mon affection et ma tendresse.

A mes très chers frères :

- **Mohamed Amine,**
- **Nassime,**
- **Islame.**

Que Dieu les protège.

A ma princesse nièce : **Hiba Nihel** la source de mon bonheur.

Aux autres membres de ma famille

A mon binôme « ma copine » : **Boudghène Sihem** et sa famille

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

**SELMA**

# Je dédie ce modeste travail

- A mes chers **parents**, dont le courage et l'éducation ont fait de moi l'être que je suis, dont l'amour et la tendresse étaient mon guide ;
- A mes chères sœurs **Zokha, Amel et Ghizlene** qui m'ont beaucoup aidé et soutenu durant cette période ;
- A mes chers neveux **Chakib et Yanis** ;
- A mes chères nièces **Naila et Sara** ;
- A mes beaux frères **Zaki et Sofiane** ;
- A mes cousines **Nihel et Rania** ;
- A ma chère tata **Hafida** ;
- A mon binôme **Kahouadji Selma** qui a partagé avec moi ce travail.

Enfin je terminerai par la personne qui m'a énormément encouragé notamment mon fiancé **Abdou**.

**SIHEM**

# Liste des figures

\*\*\*\*\*

Figure 1 : Photos de la plante de la lentille et des graines utilisées.....	8
Figure 2 : Morphologie d'une plante de lentille : (1) Plante, (2) Feuilles, (3) Gousse, (4) Graine.....	9
Figure 3 : Cycle biologie de lentilles : (1) Graine, (2) Germination, (3) Croissance,(4) Floraison, (5) Fructification.....	11
Figure 4 : Photos de la plante et des graines de <i>Pisum sativum</i> .....	14
Figure 5 : Cycle biologique du petit Pois 1. Graine 2. Germination 3. Croissance 4. Floraison 5. Fécondation 6. Fructification.....	16
Figure 6 : Photo de conductivimètre .....	23
Figure 7 : Photos de la préparation des solutions mères et la disposition des graines dans les boites de pétrie .....	26
Figure 8 : Dispositif expérimental de l'essai de germination.....	27
Figure 9 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de NaCl à température ambiante 20°C en fonction du temps.....	29
Figure 10 : Photos de la germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température ambiante 20°C après 4 semaines .....	30
Figure 11 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C en fonction du temps (semaines) .....	32
Figure 12 : Photos de la germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C après 4 semaines .....	33
Figure 13 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température ambiante 20°C en fonction du temps.....	35
Figure 14 : Photo germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température ambiante 20°C après 4 semaines .....	36
Figure 15 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température 5°C en fonction du temps.....	38
Figure 16 Photo de la germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température 5°C après 4 semaines .....	39
Figure 17 : Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température ambiante 20°C en fonction du temps.....	41

Figure 18 : Photos de la germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température ambiante 20°C après 4 semaines.....	42
Figure 19 : Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C en fonction du temps.....	44
Figure 20 : Photo de la germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C après 4 semaines.....	45
Figure 21: Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température ambiante 20°C en fonction du temps.....	47
Figure 22: Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température ambiante 20°C après 4 semaines.....	48
Figure 23: Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température 5°C en fonction du temps.....	50
Figure 24 : Photo de la germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température 5°C après 4 semaine.....	51
Figure 25 : (Photo) Germination des graines du témoin à température 5°C et 20°C après 4 semaines.....	52
Figure 26 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	57
Figure 27 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température 5°C.....	58
Figure 28 : Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	60
Figure 29 ; Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température 5°C.....	61
Figure 30 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	62
Figure 31 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température 5°C.....	63

Figure 32 : Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	64
Figure 33 : Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température 5°C.....	65
Figure 34 : (Photo) Matériel utilisé pour l'analyse de sol.....	71
Figure 35 : (Photo) Préparation du sol.....	71
Figure 36 : (Photo) Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> et <i>Lens esculenta</i> après 8 semaines.....	72
Figure 37 : Dispositif expérimental des graines des deux espèces cultivées lentille <i>Lens esculenta</i> et Petit pois <i>Pisum sativum</i> dans les pots à 20 °C.....	73
Figure 38 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> avec différents traitements (NaCl et K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) à température ambiante 20°C en fonction du temps.....	75
Figure 39 : (Photo) Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> avec différentes concentrations de NaCl après 8 semaines.....	76
Figure 40 : (Photo) Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> avec différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> après 8 semaines.....	76
Figure 41 : (Photo) Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans l'eau distillée après 8 semaines.....	77
Figure 42 : Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> avec différents traitements à température ambiante 20°C.....	79
Figure 43 : (Photo) Germination des graines de de <i>Lens esculenta</i> avec différentes concentrations de NaCl après 8 semaines.....	80
Figure 44 : (Photo) Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> avec différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> après 8 semaines.....	80
Figure 45 : (Photo) Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans l'eau distillée après 8 semaines.....	81
Figure 46 : La taille des plantules (cm) de <i>Pisum sativum</i> après 8 semaines.....	82
Figure 47 : La taille des plantules de <i>Lens esculenta</i> en centimètres après 8 semaines.....	84
Figure 48 : Nombre de feuilles de <i>Pisum sativum</i> après 8 semaines.....	85
Figure 49 : Nombre de feuilles de <i>Lens esculenta</i> après 8 semaines.....	87

## Liste des tableaux

\*\*\*\*\*

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle moyenne de la lentille sèche : Pour 100 g .....	12
Tableau 2 : Eléments nutritifs de quelques légumineuses par rapport au petit pois <i>Pisum sativum</i> .....	18
Tableau 3 :Rendement et production mondiale du petit pois <i>pisum sativum</i> en comparaison avec d'autres cultures. (Tlemsani, 2010) .....	18
Tableau 4 : Conductivités électriques (CE) et pression osmotiques de différentes concentrations de NaCl et de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	23
Tableau 5 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de NaCl température ambiante 20°C .....	28
Tableau 7 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température ambiante 20°C .....	34
Tableau 8 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température 5°C.....	37
Tableau 9 : germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température ambiante 20°C.....	40
Tableau 10 : Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C.....	43
Tableau 11 : Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température ambiante 20°C.....	46
Tableau 12 : germination des graines de <i>Lens esculenta</i> dans différentes concentrations de K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à température 5°C.....	49
Tableau 13 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	56
Tableau 14 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température 5°C.....	58

---

Tableau 15 : Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	59
Tableau 16 : Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois ( <i>Pisum arvense</i> ) sous une température 5°C.....	61
Tableau 17 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	62
Tableau 18 : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température 5°C.....	63
Tableau 19 : Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température ambiante 20°C.....	64
Tableau 20 : Corrélations entre les concentrations salées [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille ( <i>Lens culmaris</i> ) sous une température 5°C.....	65
Tableau 21 : Germination des graines de <i>Pisum sativum</i> avec différents traitements à température ambiante 20°C.....	74
Tableau 22 : Germination des graines de <i>Lens esculenta</i> avec différents traitements de NaCl à température ambiante 20°C.....	78
Tableau 23 : La taille des plantules (cm) de <i>Pisum sativum</i> après 8 semaines....	81
Tableau 24 : Taille des plantules de <i>Lens esculenta</i> en centimètres/cm après 8 semaines.....	83
Tableau 25 : Nombre de feuilles de <i>Pisum sativum</i> après 8 semaines.....	85
Tableau 26 : Nombre de feuilles de <i>Lens esculenta</i> après 8 semaines.....	86

# Liste des abréviations

\*\*\*\*\*

**%** : Pourcentage

**°C** : Degré Celsius

**cm** : Centimètres

**ED** : Eau distillée

**NaCl** : chlorure du sodium

**K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Sulfate de potassium

**CE** : conductivité électrique

**PO** : pression osmotique

**G** : Gramme

**Ha** : Hectare

**Kg** : Kilogramme

**L** : Litre

**M** : Mètre

**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

Cette étude comparative sur le plan germinatif et croissance juvénile a été menée sur deux espèces connues dans le monde agronomique appartenant à la famille des fabacées, il s'agit :

- **Lentille** : *Lens culmaris* subsp : *esculenta* Moench ;
- **Petit pois** : *Pisum arvense* L.P.F.).

Les graines ont été soumises à des traitements (Arrosage par des solutions salées) de  $\text{NaCl}$  et de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  présentant les concentrations croissantes (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 10g/l). Ayant été effectuées dans des boîtes de pétri et dans des pots, ces expériences se sont déroulées dans deux milieux à températures différentes ( $5^\circ\text{C}$  du frigidaire et  $20^\circ\text{C}$ , température ambiante).

Les résultats obtenus montrent que :

Le  $\text{NaCl}$  en fin de compte s'est révélé plus inhibiteur en réduisant significativement le % de la germination et la taille des jeunes plantules que le  $\text{K}_2\text{SO}_4$  remarqués plus chez la lentille que le petit pois.

Les deux espèces ont réagi aux augmentations des concentrations croissantes et on peut dire dans les deux milieux ( $5^\circ\text{C}$  et  $20^\circ\text{C}$ ), elles ont aussi affiché des corrélations négatives. La température froide ( $5^\circ\text{C}$ ) semble ralentir la germination en particulier pendant les deux premières semaines.

**Mots clés** : Germination, Taille, Lentille : *Lens esculenta* Petit pois : *Pisum arvense*,  $\text{NaCl}$  (chlorure de sodium),  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (sulfate de potassium).

## ملخص

تتضمن هذه الدراسة مقارنة بيومرفولوجية على النمو الإنباتي والأحداث على نوعين معروفين في العالم الزراعي ينتمون إلى فصيلة البقوليات:

- العدس: *culmaris* subsp: *esculenta* Moench
- البازلاء: *Pisum arvense*

خضعت البذور إلى عدة معالجات (الري بمحلول ملحي) من كلوريد الصوديوم و  $\text{K}_2\text{SO}_4$  حسب تراكيز متزايدة (1 جم / لتر ، 2 جم / لتر ، 3 جم / لتر ، 4 جم / لتر ، 5 جم / لتر ، 6 جم / لتر ، 10 جم / ل). تم إجراء المعالجة ، أجريت هذه التجارب في أطباق بتري في وسطين بدرجات حرارة مختلفة (5 درجة مئوية من التلاجة و 20 درجة مئوية ، درجة حرارة الغرفة). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها ما يلي:

أثبت  $\text{NaCl}$  أنه أكثر تثبيطاً من خلال تقليل نسبة إنبات وحجم الشتلات الصغيرة بشكل ملحوظ عن  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . يلاحظ في العدس أكثر من البازلاء.

تفاعل كلا النوعين مع الزيادات في التراكيز ،ويمكن القول في كل من الوسائط (5 درجة مئوية و 20 درجة مئوية) انهم أظهروا إرتباطات سلبية. يبدو أن درجة الحرارة الباردة (5 درجات مئوية) تبطئ الإنبات خاصة خلال الأسبوعين الأولين.

**الكلمات المفتاحية**: الإنبات ، الطول ، العدس ، البازلاء: *Pisum arvense* ،  $\text{NaCl}$  (كلوريد الصوديوم) ،  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (كبريتات البوتاسيوم)

## Summary

This comparative study on the germinative and juvenile growth was carried out on two species known in the agronomic world belonging to the family of fabaceae:

- **Lentils** : *Lens culmaris* subsp: *esculenta* Moench;
- **Pea** : *Pisum arvense* L.P.F.).

The seeds were treated with  $\text{NaCl}$  and  $\text{K}_2\text{SO}_4$  with increasing concentrations (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 10g/l). The experiments were carried out in petri dishes and pots and took place in two environments at different temperatures ( $5^\circ\text{C}$  from the refrigerator and  $20^\circ\text{C}$ , ambient temperature).

The results obtained show that:

$\text{NaCl}$  ultimately proved to be more inhibitory by significantly reducing the % germination and size of seedlings than  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . more noticeable in lentils than peas. Both species responded to increases in increasing concentrations, and in both media ( $5^\circ\text{C}$  and  $20^\circ\text{C}$ ), they also exhibited negative correlations. Cold temperatures ( $5^\circ\text{C}$ ) appear to slow germination particularly during the first two weeks.

Keywords: Germination, Size, Lentils: *Lens culmaris* Pea: *Pisum arvense*,  $\text{NaCl}$  (sodium chloride),  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (potassium sulphate).

# Sommaire

\*\*\*\*\*

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	6
I.1. Définition de la salinité.....	6
I.2. Stress salin.....	6
I.3. Effet de la salinité sur la germination.....	6
I.4. L'effet de la salinité sur la croissance .....	7
I.5. Biomorphologie de <i>Lens esculenta</i> .....	7
I.6. Biomorphologie de <i>Pisum sativum</i> .....	13
ChapitreII: Germination in vitro.....	21
II.1.Introduction.....	21
II.2. Site.....	21
II.3.Paramètres étudiés.....	22
II.3.1. Taux de germination finale TGF (la faculté germinative).....	22
II.3.2. Conductivité électrique CE .....	22
II.3.3. Pression osmotique .....	22
II.4. Matériels et méthodes.....	24
II.4.1. Matériel.....	24
II.4.2. Méthodologie.....	25
II.5. Résultats et interprétations.....	28
II.5.1. Résultats et interprétations de <i>Pisum sativum</i> .....	28
II.5.2.Résultats et interprétations de <i>Lens esculenta</i> .....	40
II.6.Conclusion .....	53
Chapitre III : Etude statistique des germinations.....	54
III.1.Introduction.....	55
III.2.Méthodologie.....	55
III.3.Résultats et interprétations.....	56
III.3.1.Petit pois ( <i>Pisum arvense</i> ).....	56
III.3.2.Lentille ( <i>Lens culmaris</i> subsp : <i>esculenta</i> Moench).....	62
III.4.Conclusion.....	67
CHAPITRE IV : Germination dans les pots .....	69
IV.1. Introduction .....	69
IV.2.Méthodologie.....	70
IV.2.1.Matériel végétal .....	70
IV.2.2. Substrat, préparation des semis.....	70
IV.3.Résultats et interprétations de <i>Pisum sativum</i> et de <i>Lens esculenta</i> .....	74
IV.4. Conclusion .....	88
Conclusion générale .....	89
Références bibliographiques .....	94

# Introduction

## Introduction générale

En Algérie, les légumineuses alimentaires sont cultivées dans pratiquement toutes les régions des hauts plateaux situés dans les zones semi-arides et les plaines intérieures subhumides à (isohyètes 350 à 450 mm). Elles sont donc d'un grand intérêt national, et comprennent des espèces très importantes utilisées comme cultures vivrières qui viennent après les céréales et avec qui elles forment la base du régime alimentaire notamment pour une large couche de populations (**Boudjenouia, 2003 cité par Almi 2016**) en raison de leurs propriétés nutritionnelles riches en protéines permettant dans une large mesure de corriger les carences en protéines animales ainsi que le déséquilibre alimentaire.

La production mondiale s'est stabilisé autour de 10 millions de tonnes en Algérie, les conditions climatiques et du sol sont très favorables à leurs cultures, elles s'étendent sur une superficie 21200 ha avec une production annuelle de 632900 qx, soit un rendement de 29.9 qx/ha. Les wilayas productrices sont Mascara, Boumerdes, Biskra et Tlemcen.

Durant ces quinze dernières années, l'intérêt des légumineuses à graines pour l'alimentation humaines a considérablement augmenté dans le bassin méditerranéen pour l'autosuffisance alimentaire en protéines et la diversification des systèmes de production céréalière. Toutefois, aucune des légumineuses à graines traditionnellement cultivées, telles que petit pois (*Pisum sativum*), fève (*Vicia faba*), lentille (*Lens esculenta*), ou haricot (*Phaseolus vulgaris*) ne s'est réellement pas développée ou presque. Cette difficulté résulte en particulier d'une forte instabilité de leurs rendements (**Naimi et Merdj ,2018**).

Les cultures sont dépendent des principaux facteurs qui limitent la productivité végétale, la salinité des sols et des eaux d'irrigation étant un de ce facteur (**Flowers, 2004**). Le problème de la salinité prend de plus en plus d'ampleur dans la plupart des pays en voie de développement, où les terres fertiles et les eaux de bonne qualité sont devenues nettement insuffisantes pour une population sans cesse croissante (**Shay, 1990**).

Dans les zones arides et semi-arides l'approvisionnement en eau d'irrigation constitue l'un des facteurs déterminants dans la production agricole aussi bien dans l'intensification des cultures que dans l'extension des surfaces irriguées pour les régions tempérées, les eaux superficielles constituant la principale source d'eau d'irrigation alors que dans les zones semi arides où cette ressource est rare ou inexistante, on fait appel aux eaux souterraines (**Boualla et al., 2012**). Le développement de l'agriculture dans ces zones rencontre actuellement en dehors de la rareté des ressources hydriques de nouveaux problèmes tels que le risque de salinisation des sols, en effet pour satisfaire le besoin en eau des plantes on fait appel à l'irrigation. L'Algérie pour combler le déficit en eau des cultures depuis une cinquantaine d'années a réalisé de grands périmètres d'irrigation. Cependant ces pratiques d'irrigation à grande échelle modifient le fonctionnement des sols et accentuent le risque de salinisation, en effet en Algérie plus de 20 % des sols irrigués sont concernés par le problème de salinité (**Douaoui et Halfaoui, 2007**).

En outre, dans d'autres exemples, les réponses à la salinité sont différentes, ou même opposées, entre les stades juvéniles et adultes (**Abel et Mackenzie, 1964 ; Greenway, 1965 ; Chapman, 1968 ; El Gibaly et Goumah, 1969 ; Ream et Furr, 1976 ; Norlyn, 1980 ; Norlyn et Epstein, 1984 ; Kuiper et al, 1988 ; Zid, 1989**).

Ainsi, parmi ces espèces, la lentille (*Lens culinaris*) est classée comme la troisième importante culture légumineuse après le haricot (*Phaseolus vulgaris*) et le pois (*Pisum sativum*). Elles jouent aussi un rôle important dans les systèmes de cultures en contribuant à l'amélioration de la fertilité des sols par les reliquats d'azote qu'elle laisse à travers ses nodosités et constitue ainsi l'un des meilleurs précédents culturels lors des rotations de cultures.

L'objectif de cette étude est de déterminer la capacité de tolérance au stade de végétation juvénile (germination) à la salinité au cours du développement végétatif chez 2 espèces de fabacées *Lens esculenta* et *Pisum sativum*. Ceci dans le but de connaître leurs tolérances devant les concentrations croissantes de sels ( $\text{NaCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$  variant de 1g/l à 10g/l).

Que peuvent-ils nous fournir comme éléments de réponses ces traitements chargés en sels? Les taux de germinations vont-ils croître dans le temps ou vont-ils s'arrêter aussitôt après dans deux milieux où la température semble influencer ce départ de végétation ?

Plusieurs travaux sur l'irrigation en plein champ ont été effectués un peu partout dans le monde, mais peu de travaux in-vitro ont été menés ou presque sur la germination en général et sur les fabacées en particulier arrosées à l'eau salée.

Pour tenter de répondre à cet ensemble de préoccupations, nous allons aborder successivement les chapitres :

- Synthèse bibliographique ;
- Germination in-vitro ;
- Etude statistique de la germination ;
- Germination dans les pots ;

Et enfin une conclusion suivie de références bibliographiques

# Chapitre I

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

### 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 (**Allakhverdiev et al, 2000 in Bouzid, 2010**). La salinité élevée des sols due essentiellement au chlorure de sodium affecte le tiers des terres irriguées à l'échelle mondiale et constitue un facteur limitant prépondérant de la production végétale dans les zones arides (**Hasegawa et al., 1986 in: Ndeye Thioro,2000**)

### I.2. Stress salin

Le stress salin se définit comme la présence de concentrations excessives de sels solubles dans le sol, se traduisant par des dégâts sur la plante allant d'une baisse légère de rendement à une détérioration totale de la plante. Généralement, un taux élevé de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  cause le stress salin. Le stress salin a un triple effet ; il réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique ou des perturbations en homéostasie ionique et provoque une toxicité ionique. Le stress salin s'applique plutôt à un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ . Les stress altèrent le métabolisme végétal menant aux effets négatifs sur la croissance, le développement et la productivité des plantes.

### I.3. Effet de la salinité sur la germination

Le stade plantule vulnérable dans le cycle de vie de la plante, et c'est la germination qui détermine le temps et le lieu pour que la croissance de la plantule ébauche de ce stade de germination est souvent limitée par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (**Said et al., 2011**).

Selon **Rejili et al. (2006)** les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sels, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (**Teggar, 2015**).

#### **I.4. Effet de la salinité sur la croissance**

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes, les effets néfastes de la salinité sur la croissance des plantes sont généralement associés au faible potentiel osmotique de la solution du sol et au niveau élevé de toxicité du sodium (et du chlore pour certaines espèces) qui provoquent des perturbations multiples sur le métabolisme, la croissance et le développement des plantes aux niveaux moléculaire, biochimique et physiologique (**Tester et Davenport, 2003**). Il a été démontré que les concentrations élevées de Na Cl diminuent l'absorption de  $\text{Ca}^{2+}$  qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en  $\text{Na}^+$  s'accompagne d'une réduction de la concentration en  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , N, P et  $\text{Ca}^{2+}$  dans la plante (**Levitt, 1980**). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{NO}_3^-$  deviennent limitant (**Haouala et al., 2004**). De plus **Jabnune (2008)**, a montré que les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs indispensables.

#### **I.5. Biomorphologie de *Lens esculenta***

##### **I.5.1. Généralités sur La lentille**

La lentille *lens esculenta*, est une plante annuelle, herbacée à racine pivotante mince, érigée de couleur verte pâle atteignant 60-65 cm de haut ; tige carrée avec des feuilles alternes composées pennées.

Le zéro de la germination de la lentille est de 4 à 5°C. Le cycle végétatif de la plante est très court (de 120 à 150 jours) (Muehlbauer *et al.*, 1980 cité par Tegggar 2015).

La lentille est peu exigeante sur la nature du sol ; cependant elle préfère les sols légers et calcaires, assez résistante à la sécheresse et aux températures élevées.



**Figure 1 :** Photos de la plante de la lentille et des graines utilisées (1)(Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020),(2) Googl.

### I.5.2. Origine et historique

La lentille (*Lens esculenta*) est une des plus anciennes plantes cultivées en Asie occidentale, en Egypte, et en Europe méridionale. Les premiers signes archéologiques de cette culture remontant aux débuts de l'âge de pierre. C'est une espèce végétale appartenant à l'une des plus importantes familles des légumineuses, en raison de ses hautes qualités nutritionnelles (Costa *et al.* 2006). Ces centres d'origine sont le proche orient et l'Asie del'Ouest (Mc Vincer *et al.*, 2010).

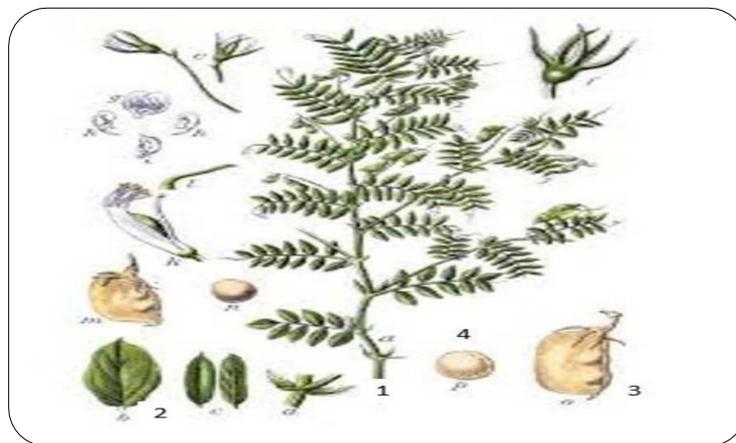
### I.5.3. Morphologie :

D'un point de vue morphologique (Figure 2), les lentilles ont des tiges minces et atteignent rarement 45 cm de hauteur et ont une croissance indéfinie (Saskatchewan, 2002 ; Saskatchewan Pulse Growers, 2000). Les deux premiers nœuds de la tige sont vestigiaux et se situent au niveau du sol ou sur la surface. Si la dominance apicale est brisée ou si les

conditions de croissance sont favorables, la plante peut produire jusqu'à quatre rameaux basiliaires à partir des bourgeons dormants du deuxième de ces nœuds et jusqu'à cinq rameaux aériens à partir des cinq nœuds situés immédiatement sous la première fleur. Si les conditions de croissance sont extrêmement favorables, les rameaux aériens peuvent produire des rameaux secondaires.

Les feuilles sont pennées et comportent jusqu'à 10 paires de folioles. La première fleur de la tige principale est située à l'aisselle du 11e, 12e ou 13e nœud non vestigial. Les gousses, aplaties, sont isolées ou disposées en paires et apparaissent à l'aisselle du 11e, 12e ou 13e nœud et des nœuds suivants. Chaque gousse possède un court pédicelle et renferme une ou deux petites graines en forme de loupes.

La couleur du tégument séminale est variable, allant du blanc (absence de tannins) au vert pâle, au gris, au brun et au noir, et porte souvent des mouchetures violacées de grandeur variable. Par ailleurs leurs graines sont classées selon leur poids (les Microsperma :  $\leq 40$  gr / 1000 grains ; les Macrosperma :  $\geq 50$ gr/1000 grains ) et leur couleur, vertes ou rouges selon les exigences commerciales (Wenger ,2004 ; Sexana, 2009 cité par Almi 2016).



**Figure 2** : Morphologie d'une plante de lentille : (1) Plante, (2) Feuilles, (3) Gousse, (4) Graine.

#### I.5.4. Classification botanique :

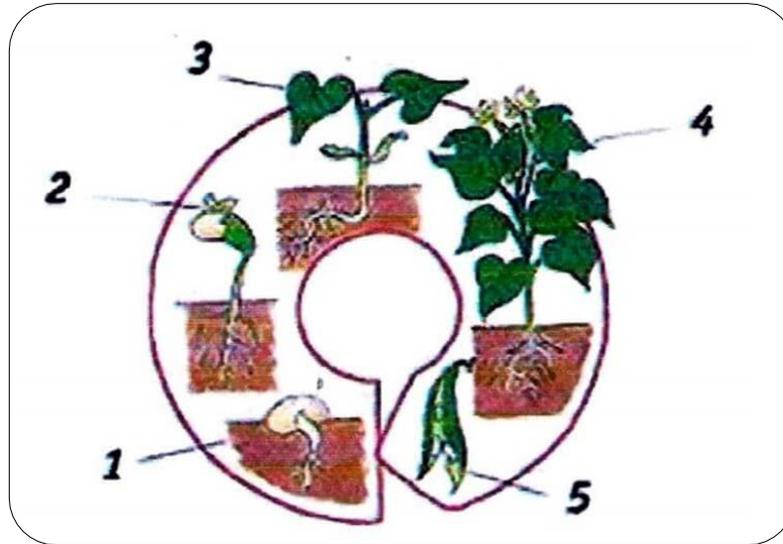
D'un point de vue taxonomique, la classification classique des lentilles se présente comme suit selon **Cokkizgina (2013)** et **Anonyme 1 (2012)** :

**Règne** : *Plantae* ;  
**Sous Règne** : *Tracheobionta* ;  
**Embranchement** : *Spermatophyta* ;  
**Sous Embranchement** : *Magnoliophyta* ;  
**Classe** : *Magnoliopsida* ;  
**Sous Classe** : *Rosidae* ;  
**Ordre** : *Fabales* ;  
**Famille** : *Fabaceae* ;  
**Genre** : *Lens* ;  
**Espèce** : *Lens culinaris* ou *esculenta*

#### I.5.5. Cycle biologique de *Lens culinaris*

Lorsque les températures sont optimales, les graines de lentilles germent en 5 à 6 jours et la floraison débute entre la 6ème et la 7ème semaine après le semis. Le cycle de croissance est de 80 à 110 jours pour les cultivars à cycle court et de 125 à 130 jours pour les cultivars à cycle long (**Begiga, 2006**). Celui-ci comprend deux phases (**Schwartz et Langham, 2012**).

- **Phase végétative** : cette phase comprend deux stades : la croissance et la production des feuilles.
- **Phase reproductive** : elle est représentée par la floraison, la fructification et la production des graines (Figure 3).



**Figure 3 :** Cycle biologie de lentilles : (1) Graine, (2) Germination, (3) Croissance,(4) Floraison, (5) Fructification.

Apport énergétique		Principaux composants		Minéraux & Oligo-éléments		Vitamines		Acides aminés	
Joules	1146 kJ	Glucides	40,6 g	Bore	0,70 mg	Provitamine A	0,100 mg	Acide aspartique	3160 mg
Calories	270 kcal	Amidon	39,48 g	Calcium	65 mg	Vitamine B1	0,480 mg	Acide glutamique	4490 mg
		Sucres	1,12 g	Chlore	84 mg	Vitamine B2	0,265 mg	Alanine	1290 mg
		Fibres alimentaires	17,0 g	Chrome	0,0051 mg	Vitamine B3 (ou PP)	2,5 mg	Arginine	2240 mg
		Protéines	23,4 g	Cobalt	0,016 mg	Vitamine B5	1,6 mg	Cystine	250 mg
		Lipides	1,60 g	Cuivre	0,763 mg	Vitamine B6	0,550 mg	Glycine	1300 mg
		Eau	11,40 g	Fer	8,0 mg	Vitamine B9	0,168 mg	Histidine	710 mg
		Cendres totales	2,51 g	Magnésium	129 mg	Vitamine C	7,0 mg	Isoleucine	1190 mg
				Manganèse	1,5 mg	Vitamine K	0,123 mg	Lysine	1890 mg
				Nickel	0,300 mg			Méthionine	220 mg
				Phosphore	408 mg			Phénylalanine	1400 mg
				Potassium	837 mg			Proline	1220 mg
				Sélénium	0,0098 mg			Sérine	1510 mg
				Sodium	6,6 mg			Thréonine	1120 mg
				Zinc	3,4 mg			Tryptophane	250 mg
								Tyrosine	840 mg

**Tableau 1** : Valeur nutritionnelle moyenne de la lentille sèche :  
Pour 100 g (Souci *et al.*, 2008)

### I.5.6. Exigences pédoclimatiques

Facteur	Exigence	Précisions
Eau	moyennement exigeant	La lentille craint l'asphyxie et tolère modérément la sécheresse. Le recours à l'irrigation est assez rare.
Sol	moyennement exigeant	La lentille peut être cultivée sur de nombreux types de sol, depuis les sols sableux jusqu'aux sols argileux assez lourds. En climat tempéré, on favorise généralement les sols se ressuyant et se réchauffant rapidement, faciles à niveler et peu caillouteux. Un pH proche de 7 est optimal, mais les pH de la gamme 4,5-9 sont tolérés.
Températures, luminosité	moyennement exigeant	La lentille pousse à des températures moyennes de 6 à 27°C et apprécie les expositions ensoleillées. Un gel intense ou prolongé et des températures bien supérieures à 27°C affectent énormément sa croissance.
Nutriments	peu exigeant	Comme la lentille est une légumineuse, elle ne nécessite pas de fertilisation azotée.

## I.6. Biomorphologie de *Pisum sativum*

### I.6.1. Généralités sur le *Pisum sativum*

Les légumineuses sont des plantes dont le fruit sont contenues dans gousses , elles peuvent être considérées comme des féculents car elles sont riches en amidon , le glucide des végétaux et contiennent aussi 22% de protéines , parmi ces légumineuses le petit pois ou *Pisum sativum* sont les principales fabacées cultivées en Algérie et elles sont très répandues dans les zones tempérées, cette plante est considérée comme une plante sensible au stress salin ( **Laredj, 2013** ).

### I.6.2. Historique et origine :

*Pisum sativum* espèce très polymorphe groupant toutes les formes annuelles, à fleurs blanche , rose ou violette , que l'on rencontre dans les régions méditerranéennes, en Abyssinie et en Egypte, dans l'Ouest Asiatique et dans certaines régions de l'Europe (**Quezel et Santa, 1962**).

Selon **Roudant et Lefrancq (2005)** ; *Pisum sativum* est connu depuis l'antiquité. Il était utilisé pour la consommation humaine ou la nourriture des animaux.

L'origine et l'ancêtre de *Pisum sativum* sont mal connus. La région l'Asie centrale et occidentale et l'Ethiopie ont été envisagés comme centres d'origine. La FAO a désigné l'Ethiopie et l'Asie occidentales comme des centres de diversité, avec des centres secondaires dans le sud de l'Asie et la région méditerranée (Cousin et Bannerot, 1992 ; Brink et Belay, 2006).

Des restes de petit pois ont été retrouvés notamment dans des habitats lacustres de début de l'âge du bronze en France (Lac du Bourget) (Pitrat et Foury, 2003).



**Figure 4** : Photos de la plante et des graines de *Pisum sativum*

### I.6.3. Morphologie :

#### I.6.3.1. Appareil végétatif

- **Système racinaire**

Le petit pois est formé d'un système racinaire à pivot relativement peu développé avec des racines secondaires voir tertiaires. L'enracinement des pois est assez développé puisque les racines peuvent atteindre 60 cm de profondeur jusqu'à 80 cm

en fin de floraison. et aussi la présence des nodules globulaire qui vont permettre à la plante de fixer l'azote atmosphérique (**Yakoubi, 2014**).

- **Tige**

La tige est mince cylindrique de 30 à 150 cm de long généralement grêle, à entrenœuds plus ou moins allongés, n'ayant pas une rigidité et une force suffisante pour maintenir la plante dressé (**Baillier et al., 1984**), l'appareil aérien est constitué d'une tige principale et de ramification issues des bourgeons latéraux (**Yakoubi, 2014**).

- **Feuilles**

Sa structure diffère selon les cultivars, il existe deux types : normal et semi-aphylle. Les plantes au feuillage normal possèdent des feuilles avec de larges stipules, deux à trois paires de folioles et des vrilles, chez les cultivars de type semi-aphylle, les folioles des feuilles sont transformées en vrilles (**Part, 2007 ; Messiaen, 2009**).

### I.6.3.2. Appareil de reproducteur :

- **Fleurs**

Sont généralement blanches, solitaires ou groupées aux aisselles des feuilles (**Lalumière et al., 1996**) la corolle comprend cinq pétales (**Cousin, 1996**), le calice a dents, les étamines sont au nombre de 10 dont une libre et les neuf autres soudées par leur filet en un tube (**Lalumière et al., 1996**).

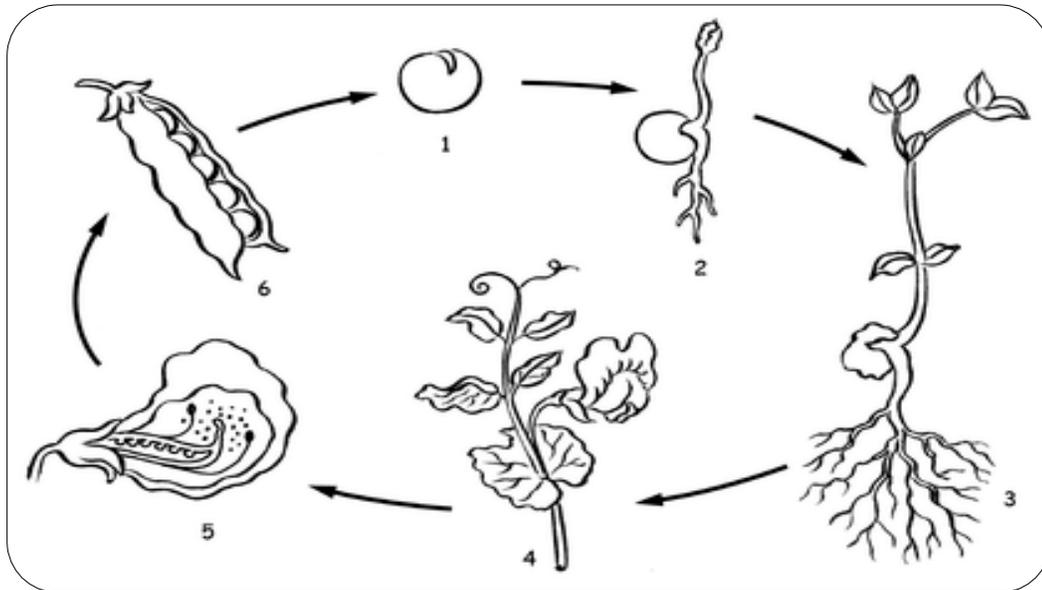
La formule du diagramme floral est la suivante :

$5S_+ 5P_+ (9+1) E +1C$  (**Yakoubi, 2014**).

- **Fruit**

Le fruit est une gousse déhiscente bivalve, appelée aussi cosse, de 4 à 5 cm de long, contenant de 2 à 10 graines rarement plus. Elles sont rondes lisses ou anguleuses, de 5 à 8 mm de diamètre. Ces gousses présentent des variations morphologiques selon les

variétés ; leur forme générale est droite ou plus au moins arquée, leur extrémité plus au moins effilée ou tronquée. Elles comportent généralement une membrane sclariée, le parchemin, qui est absent chez les variétés de type « mangetout ». Leur couleur est généralement verte, parfois violette (Yakoubi, 2014).



**Figure 5 :** Cycle biologique du petit Pois 1. Graine 2. Germination 3. Croissance 4. Floraison 5. Fécondation 6. Fructification

### I.6.4. Classification botanique

La classification du petit pois *Pisum sativum* selon **Cronquist (1988)** :

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous-règne</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Fabales</i>
<b>Famille</b>	<i>Fabaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Pisum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Pisum sativum</i>

### I.6.5. Importance de la culture du petit pois

#### I.6.5. 1. Intérêt nutritionnel

Le petit pois frais est un légume aux grandes qualités nutritives, gustatives et culinaires qui expliquent l'extension rapide de sa culture dans les différentes parties du monde.

Ils sont aussi riches en protéines. Celles-ci, à teneur élevée en lysine, sont toutefois déficientes en certains acides aminés essentiels comme la méthionine et le tryptophane, en les associant avec des aliments à base de céréales tel que le pain, qui sont au contraire déficients en lysine, on obtient une bonne complémentarité (**Holwach, 1982**).

Les pois sont une bonne source de minéraux : potassium, phosphore, calcium et fer ; ainsi que de vitamines B, notamment de (folate, vitamine B9). Ils se distinguent également par leur très faible teneur en matières grasses.

Les petits pois sont plus riches en eau (74 %), n'apportent que 92 kcal/100 g (crus) mais plus énergétiques que la majorité des légumes verts. Ils sont plus riches en sucres solubles que les pois sec (**Beddi, 2017**).

Aliment	Calories	Protéines	Glucides	Amidon
Tomate	16,2 kcal	0,9%	1,9%	0%
Courgette	19,2 kcal	1,1%	1,1%	0%
Carotte	36,3 kcal	0,8%	6,6%	0,8%
Petit pois	70,8 kcal	5,2%	8,27%	2,8%
Pomme de terre	89,5 kcal	1,9%	19,1%	17,8%
Lentilles	112 kcal	8,1%	16,6%	15,3%

**Tableau 2 :** Eléments nutritifs de quelques légumineuses par rapport au petit pois *Pisum sativum*

### I.6.5.2. Intérêt économique

A travers le monde, le pois et la lentille sont deux des plus importantes légumineuses à graines. Selon les statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La production totale de Pois frais en 2011 est de 17 millions tonnes, sur une surface de 2.24 millions hectares, avec un supplément 9.72 millions tonnes de pois sec, sur une surface de 6.14 millions hectares. Les deux principaux producteurs de Pois frais, la Chine et l'Inde, représentent près de 70% de la production mondiale (Faostat, 2011 cité par Merzoug, 2015).

**Tableau 3 :** Rendement et production mondiale du petit pois *Pisum sativum* en comparaison avec d'autres cultures. (Tlemsani, 2010)

Culture	Rendements (kg/ha)	Productions (Mt)
Maïs	4.707	692.034.184
Blé	2.898	626.466.585
Riz	4.004	614.654.895
soja	2.292	209.531.558
Arachides	1.447	36.492.147
haricotes	0.709	25.419.286
Petit pois	1.757	20.721.735
Pois chiche	0.818	9.172.530
Lentille	1.007	4.031.837

### I.6.5.3. Intérêt agronomique

Dans le monde avec plus de 26 millions de tonnes récoltées en 2011, le Pois (Pois sec + Pois frais) est la quatrième légumineuse au plan mondial, loin toutefois après le soja (216 Mt), l'arachide (35 Mt) et le haricot (28 Mt).produites dans la plus grande part dans les zones tempérées.

En ce qui concerne le Pois frais, l'Algérie se classe parmi les 10 premiers pays producteurs du monde avec une production de 127680 tonnes et un rendement de 3911.64kg/ha pour l'année **(FAO, 2013 cité par Merzoug, 2015)**.

Bien que le genre *Pisum* soit assez bien représenté dans la flore algérienne, il semble que la totalité des variétés cultivées aient été introduites. Le pois protéagineux a été introduit très récemment, et sa culture est restée assez limitée malgré son importance stratégique **(FAO, 2006 cité par Nassira, 2014)**.

# Chapitre II

## ChapitreII: Germination in vitro

### II.1.Introduction:

Il nous a semblé judicieux de prendre en considération une gamme de concentrations des deux sels en question ( $\text{NaCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) comme suit : 1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 10g/l. Il s'agit notamment de démarrer l'expérience sur deux espèces de fabacées (espèces annuelles à large consommation) avec des faibles concentrations pour ne pas léser ou encore stresser les individus végétaux en particulier concernant le stade germination. 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 (10g/l) utilisée. Ce choix n'est pas anodin, parce que sauter de 6g/l à 10g/l doit certainement comporter des raisons qui seront sans doute élucidées lors de l'expérience que nous allons entreprendre. Cette dernière forte concentration ou considérée comme telle pourra-t-elle nous renseigner sur le degré maximal de réponse chez ces fabacées ?

Le milieu ou la température peuvent d'autre part influencer la germination dans des conditions de température appropriées. Ces deux températures on peut dire qu'elles nous ont été imposées  $20^\circ\text{C}$  (température ambiante du laboratoire), et  $5^\circ\text{C}$  (température du frigidaire). Celles-ci auront-elles des effets, et lesquels sur la germination?

### 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 (la faculté germinative) :

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

$$\text{TGF} = (\text{nombre de graines germées} / \text{nombre de gaines mises à germer}) \times 100$$

(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, 1980).

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) la quelle est directement fonction de sa concentration en sels (Benabadji, 1977).

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

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

**Table 4 :** Conductivités électriques (CE) et pression osmotiques de différentes concentrations de NaCl et de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

Concentrations	NaCl		K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
	C.E (mS/cm)	P.O (Atmosphère)	C.E (mS/cm)	P.O (Atmosphère)
[0g/l]	0.3	0.108	0.3	0.108
[1g/l]	1.8	0.648	1.7	0.612
[2g/l]	3.6	1.296	3.4	1.224
[3g/l]	5.4	1.945	5.1	1.944
[4g/l]	7.2	2.592	6.8	2.448
[5g/l]	9	3.24	8.5	3.06
[6g/l]	10.8	3.888	10.2	3.672
[10g/l]	18	6.48	17	6.12



**Figure 6 :** Photo de conductivimètre (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

## II.4. Matériels et méthodes

### II.4.1. Matériels

- Boites de pétri ;
- Pissette ;
- Pipette (1, 2, 5,10) ml ;
- Fiole ;
- Mortier et pilon ;
- Agitateur magnétique et barreau aimanté ;
- Erlenmeyer ;
- Papier filtre ;
- Flacon de **NaCl** ;
- Flacon de **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** ;
- Alcool éthylique à 95% ;
- Eau distillée ;
- Eau de javel (hypochlorite du sodium) ;
- Frigidaire réglée à **5°C** ;

## II.4.2. Méthodologie :

### II.4.2.1. Préparation des dilutions :

- **Solutions mères**

La préparation des dilutions dans de l'eau distillée des solutions salines mères de **NaCl** (100g/l) et de **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** (100g/l) a été effectuée comme suit :

- On a pris successivement 100 g de **NaCl** (chlorure de sodium pure) et 100g **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** (sulfate de potassium),
- On a complété avec de l'eau distillé à 1000 ml (1 litre),
- Les deux préparations ensuite ont subi une dissolution puis un chauffage compte tenu de leur dureté.

- **Préparation des différentes concentrations :**

A partir des 2 solutions mères de 100g/l (**NaCl** et **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**), sept concentrations furent établies : 1 g/l, 2g/l, 3g/l, 4/l, 5g/l, 6 g/l et 10 g/l.

### II.4.2.2. Préparation des graines et semis :

Les graines sont sélectionnées et triées en fonction de leur morphologie, de leur taille, et de leur état sanitaire.

Avant la mise en germination, les graines sont lavées à l'eau courante,

Après avoir été séchées les graines de fabacées (Petit pois : *Pisumsativum* et Lentille : *Lens esculenta*) au nombre de 10 sont disposées linéairement à l'aide d'une pince stérilisée dans des boîtes de pétri de 10 cm de diamètre garnies d'une couche de papier filtre stérile.

Deux températures sont retenues au niveau de cette expérimentation, **20°C** (à température ambiante) et **5°C** (température froide obtenue au niveau du frigidaire).

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

L'expérimentation ou du moins l'arrosage des boîtes de pétrie par l'eau salée a été suivi par des essais témoins avec 2 répétitions chacune (arrosage à l'eau distillée).

Chaque traitement (concentration salée) aussi bien pour le petit pois que pour la lentille, répété 3 fois (3 boîtes de pétrie) a été conduit dans deux conditions de températures ( $20^{\circ}\text{C}$  et  $5^{\circ}\text{C}$ ).



**Figure 7** : Photos de la préparation des solutions mères et la disposition des graines dans les boîtes de pétrie (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

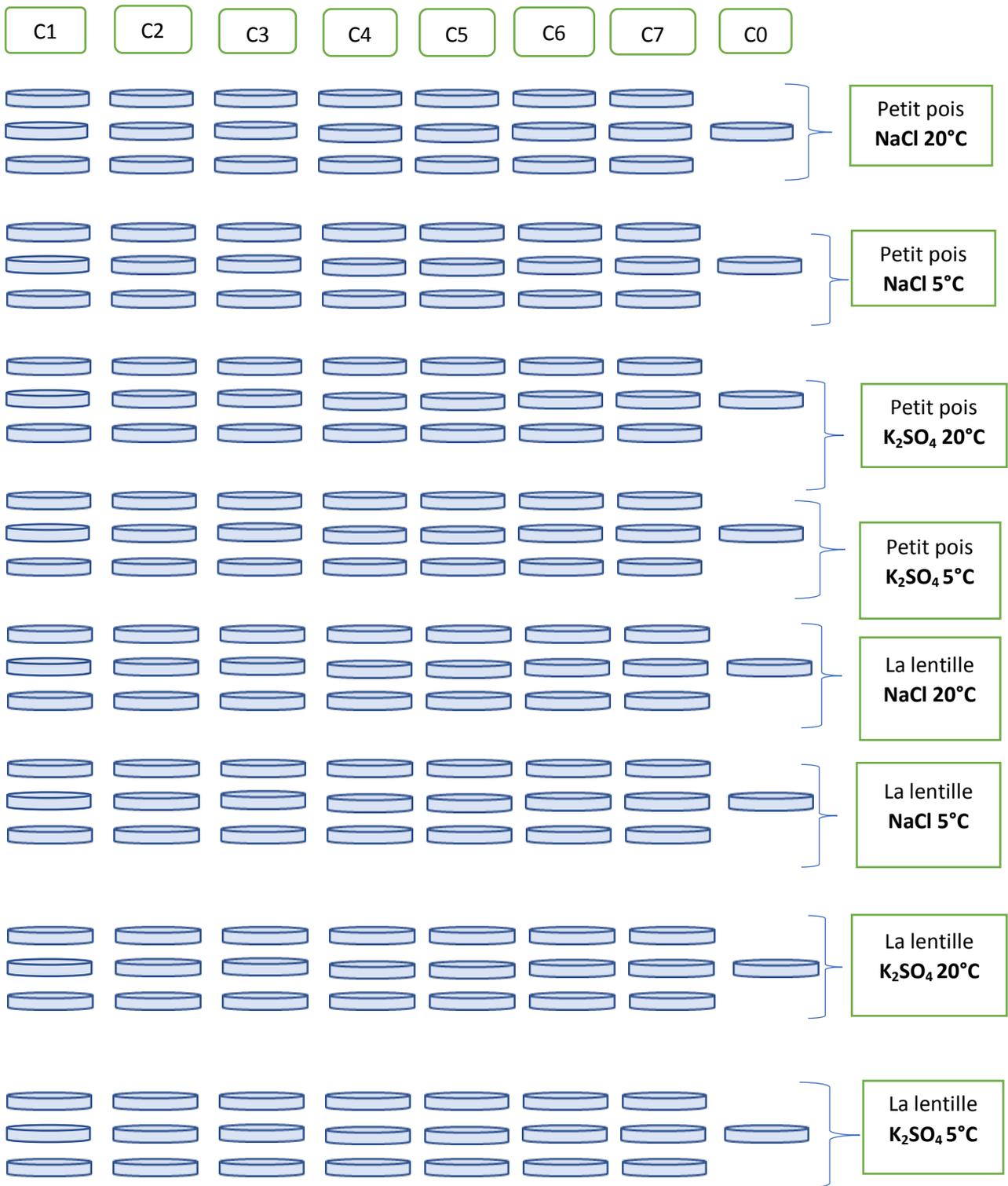


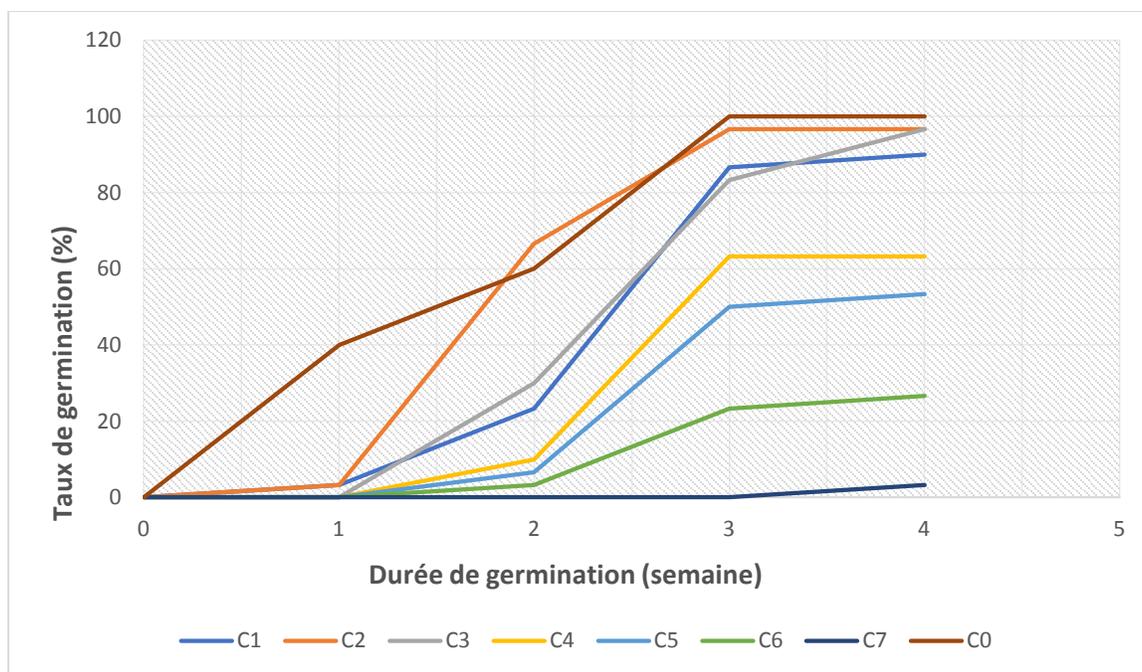
Figure 8 : Dispositif expérimental de l'essai de germination

## II.5. Résultats et interprétations

II.5.1. Résultats et interprétations de *Pisum sativum*Table 5 : Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de NaCl à température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

Temps [Concentrations]		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
C <sub>1</sub> [1g/l]	Nombre	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
		%	00	10	00	3.33	10	50	10	23.3	90	90	80	86.6	100	90	80
C <sub>2</sub> [2g/l]	Nombre	1	0	0	0.33	8	7	5	6.66	10	9	10	9.66	10	9	10	9.66
	%	10	00	00	3.33	80	70	50	66.6	100	90	100	96.6	100	90	100	96.6
C <sub>3</sub> [3g/l]	Nombre	0	0	0	00	3	5	1	3	9	9	7	8.33	10	9	10	9.66
	%	00	00	00	00	30	50	10	30	90	90	70	83.3	100	90	100	96.6
C <sub>4</sub> [4g/l]	Nombre	0	0	0	00	1	2	0	1	8	7	4	6.33	8	7	4	6.33
	%	00	00	00	00	10	20	00	10	80	70	40	63.3	80	70	40	63.3
C <sub>5</sub> [5g/l]	Nombre	0	0	0	00	1	1	0	0.66	4	7	4	5	5	7	4	5.33
	%	00	00	00	00	10	10	00	6.66	40	70	40	50	50	70	40	53.3
C <sub>6</sub> [6g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	1	0	0.33	3	2	2	2.33	3	3	2	2.66
	%	00	00	00	00	00	10	00	3.33	30	20	20	23.3	30	30	20	26.6
C <sub>7</sub> [10g/l]	Nombre	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	1	0	0	0.33
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	10	00	00	3.33
C <sub>0</sub> Eau Distillée	Nombre	4			4	6			6	10			10	10			10
	%	40			40	60			60	100			100	100			100

R= Répétition Moy. = Moyenne



**Figure 9 :** Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de NaCl à température ambiante 20°C en fonction du temps.

Les germinations des graines de *Pisum sativum* augmentent de la première à la dernière semaine pour l'ensemble des traitements de NaCl (différentes concentrations de 1g/l à 10g/l). L'évolution est cependant plus rapide (1g/l à 3g/l) dans les premières concentrations, alors qu'elle semble plus lente dans les dernières, celles-ci diminuent de 63% (4g/l) à 3.33% (10g/l) (Figures 9 et 10, Tableau 5).

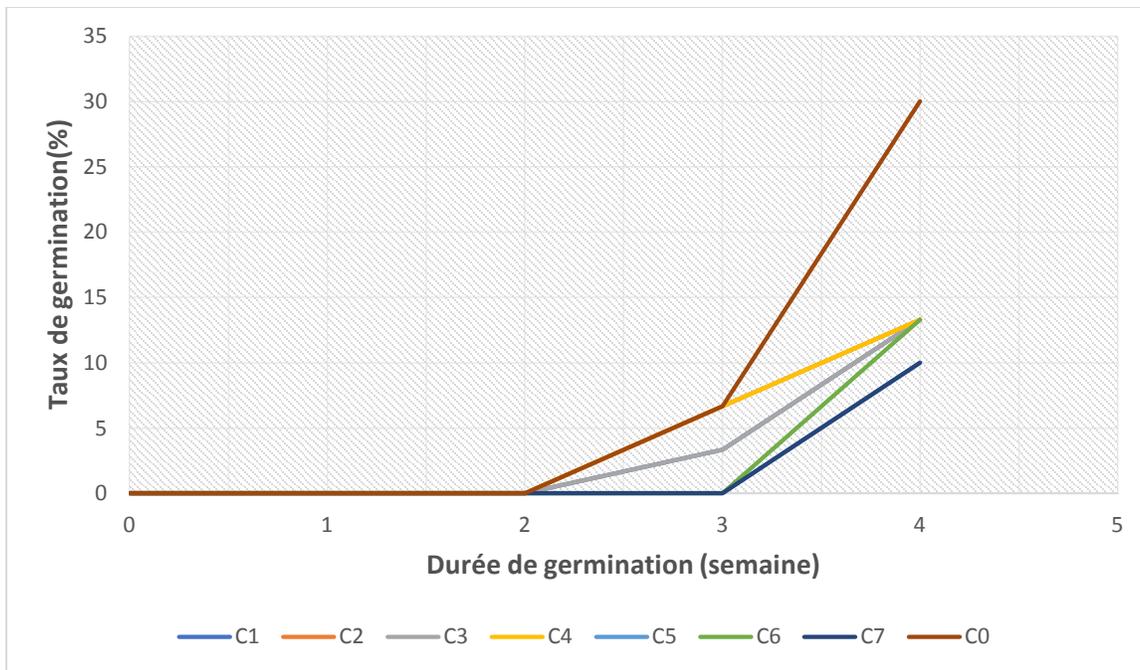
Le traitement témoin (eau distillée) montre une augmentation de la germination qui est supérieure (par rapport aux traitements ci-dessus) de la première à la dernière semaine (0 % à 100%), cette situation est évidente, car l'eau dépourvue de sels permet une germination sans difficulté. Les graines n'ayant pas reçu de traitement salé (NaCl) montrent une meilleure progression dans les germinations.



**Figure 10 :** Photos de la germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de Na Cl à température ambiante 20°C après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Tableau 6 :** Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

Temps [Concentrations]		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
C <sub>1</sub> [1g/l]	Nombre	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
				0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	1	0	0	<b>0.33</b>	2	1
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	10	00	00	<b>3.33</b>	20	10	10	<b>13.3</b>
C <sub>2</sub> [2g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	2	0	0	<b>0.66</b>	2	1	1	<b>1.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	20	00	00	<b>6.66</b>	20	10	10	<b>13.3</b>
C <sub>3</sub> [3g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	1	<b>0.33</b>	1	1	2	<b>1.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	10	<b>3.33</b>	10	10	20	<b>13.3</b>
C <sub>4</sub> [4g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	1	0	1	<b>0.66</b>	1	1	2	<b>1.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	10	00	10	<b>6.66</b>	10	10	20	<b>13.3</b>
C <sub>5</sub> [5g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	2	0	1	<b>1</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	20	00	10	<b>10</b>
C <sub>6</sub> [6g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	1	2	1	<b>1.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	10	20	10	<b>13.3</b>
C <sub>7</sub> [10g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	1	1	1	<b>1</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	10	10	10	<b>10</b>
C <sub>0</sub> Eau Distillée Témoin	Nombre	0			<b>00</b>	0			<b>00</b>	2			<b>0.66</b>	3			<b>3</b>
	%	0			<b>00</b>	0			<b>00</b>	20			<b>6.66</b>	30			<b>30</b>



**Figure 11 :** Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de **Na Cl** à température **5°C** en fonction du temps (semaines)

Les graines de *Pisum sativum* amorcent leur germination avec un certain temps de latence, nous avons attendu deux semaines pour voir les graines démarrer leur germination. Celles-ci germent lentement en particulier lors de la dernière semaine où nous obtenons de faibles pourcentages ne dépassant pas les 15% et cela pour l'ensemble des traitements de **NaCl** (différentes concentrations de 1g/l à 10g/l). L'évolution permet de remarquer des courbes exponentielles en particulier pour le témoin. Les autres voient leurs courbes augmenter moins vite et atteignant des germinations où le seuil ne dépasse pas 15% (Figures 11 et 12, Tableau 6).

Le traitement témoin (eau distillée) montre une augmentation de la germination qui est supérieure (par rapport aux autres traitements ci-dessus) de la première à la dernière semaine (0 à 30%), est-il nécessaire de le répéter suffisamment, l'eau dépourvue de sels permet ou favorise une germination sans difficulté. Ce qui est un peu étonnant et nous a un peu, on dirait surpris, c'est les réponses entre autres les lenteurs qu'ont manifesté dans les deux premières semaines ces graines, une situation difficilement explicable. La seule

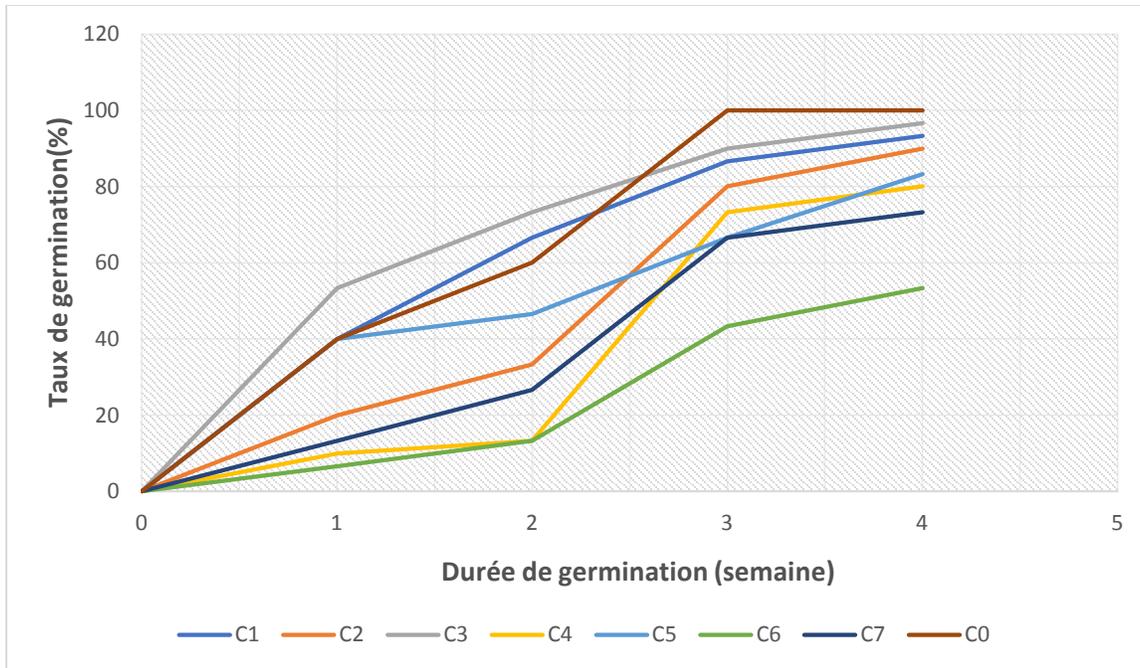
hypothèse que l'on peut toutefois avancer (les graines n'ayant pas atteints probablement leur maturité physiologique).



**Figure 12 :** Photos de la germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Table 6 :** Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température ambiante 20°C

Temps		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
Concentration		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
<b>C<sub>1</sub></b> <b>[1g/l]</b>	<b>Nombre</b>	5	4	3	<b>4</b>	7	8	5	<b>6.66</b>	8	9	9	<b>8.66</b>	10	9	9	<b>9.33</b>
	<b>%</b>	50	40	30	<b>40</b>	70	80	50	<b>66.6</b>	80	90	90	<b>86.6</b>	100	90	90	<b>93.3</b>
<b>C<sub>2</sub></b> <b>[2g/l]</b>	<b>Nombre</b>	2	3	1	<b>2</b>	3	4	3	<b>3.33</b>	6	9	9	<b>8</b>	9	9	9	<b>9</b>
	<b>%</b>	20	30	10	<b>20</b>	30	40	30	<b>33.3</b>	60	90	90	<b>80</b>	90	90	90	<b>90</b>
<b>C<sub>3</sub></b> <b>[3g/l]</b>	<b>Nombre</b>	4	5	7	<b>5.33</b>	6	6	10	<b>7.33</b>	8	9	10	<b>9</b>	10	9	10	<b>9.66</b>
	<b>%</b>	40	50	70	<b>53.3</b>	60	60	100	<b>73.3</b>	80	90	100	<b>90</b>	100	90	100	<b>96.6</b>
<b>C<sub>4</sub></b> <b>[4g/l]</b>	<b>Nombre</b>	0	2	1	<b>1</b>	1	2	1	<b>1.33</b>	7	7	8	<b>7.33</b>	8	8	8	<b>8</b>
	<b>%</b>	00	20	10	<b>10</b>	10	20	10	<b>13.3</b>	70	70	80	<b>73.3</b>	80	80	80	<b>80</b>
<b>C<sub>5</sub></b> <b>[5g/l]</b>	<b>Nombre</b>	4	4	4	<b>4</b>	5	4	5	<b>4.66</b>	7	7	6	<b>6.66</b>	10	9	6	<b>8.33</b>
	<b>%</b>	40	40	40	<b>40</b>	50	40	50	<b>46.6</b>	70	70	60	<b>66.6</b>	100	90	60	<b>83.3</b>
<b>C<sub>6</sub></b> <b>[6g/l]</b>	<b>Nombre</b>	1	0	1	<b>0.66</b>	2	0	2	<b>1.33</b>	4	4	5	<b>4.33</b>	4	6	6	<b>5.33</b>
	<b>%</b>	10	00	10	<b>6.66</b>	20	00	20	<b>13.3</b>	40	40	50	<b>43.3</b>	40	60	60	<b>53.3</b>
<b>C<sub>7</sub></b> <b>[10g/l]</b>	<b>Nombre</b>	3	0	1	<b>1.33</b>	6	0	2	<b>2.66</b>	6	7	7	<b>6.66</b>	8	7	7	<b>7.33</b>
	<b>%</b>	30	00	10	<b>13.3</b>	60	00	20	<b>26.6</b>	60	70	70	<b>66.6</b>	80	70	70	<b>73.3</b>
<b>C<sub>0</sub></b> <b>Eau</b> <b>Distillée</b>	<b>Nombre</b>	4			<b>4</b>	6			<b>6</b>	10			<b>10</b>	10			<b>10</b>
	<b>%</b>	40			<b>40</b>	60			<b>60</b>	100			<b>100</b>	100			<b>100</b>



**Figure 13 :** Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température ambiante  $20^\circ C$  en fonction du temps

L'augmentation est cependant soutenue et régulière pour les différents traitements de *Pisum sativum* augmentent de la première à la dernière semaine pour l'ensemble des traitements de  $K_2SO_4$  (différentes concentrations de 1g/l à 10g/l). L'évolution est cependant plus rapide (1g/l à 5g/l) dans les premières concentrations, alors qu'elle semble plus lente dans les fortes concentrations et atteignent des niveaux élevés de germination plus de 60% (Figures 13 et 14, Tableau 7).

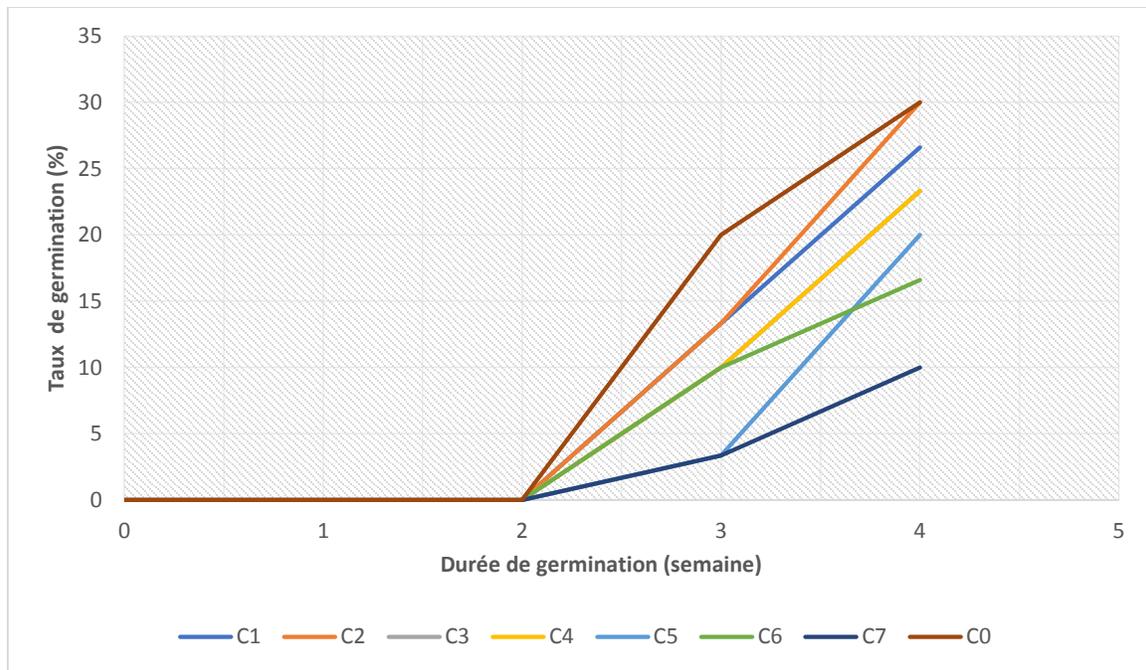
Là aussi le traitement témoin (eau distillée) semble l'emporter, en effet la germination est supérieure (par rapport aux autres traitements) de la première à la dernière semaine (0 % à 100%). Cette situation est évidente, car l'eau dépourvue de sels permet une germination sans difficulté. Le sel  $K_2SO_4$  agit favorablement en diminuant le taux de germination au fil du temps, une action identique à celle observée avec le  $NaCl$  (Figure 25).



**Figure 14 :** Photo germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température ambiante  $20^\circ C$  après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Table 7 :** Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température  $5^\circ C$  (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

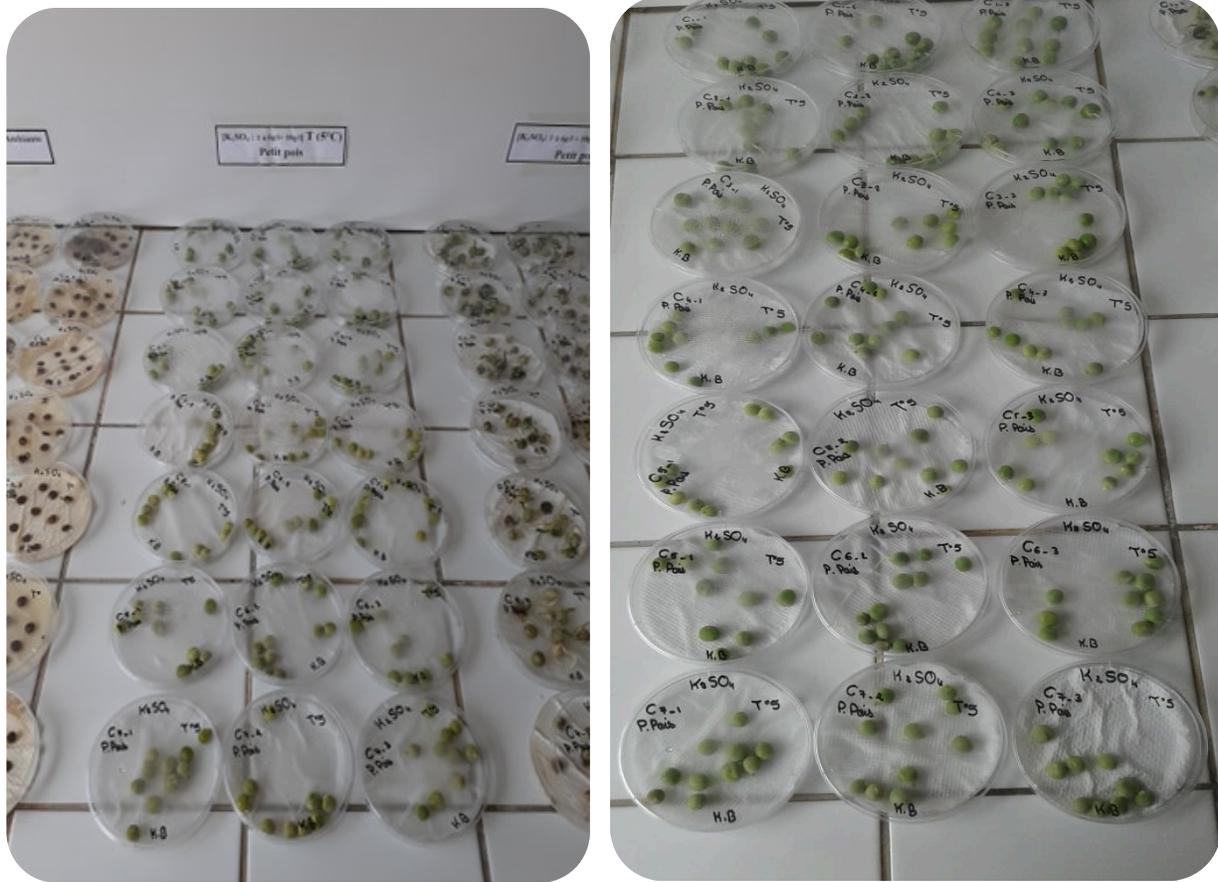
Temps		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
Concentration		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
C <sub>1</sub> [1g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	1	2	1	<b>1.33</b>	3	3	2	<b>2.66</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	10	20	10	<b>13.3</b>	30	30	20	<b>26.6</b>
C <sub>2</sub> [2g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	2	1	1	<b>1.33</b>	3	3	3	<b>3</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	20	10	10	<b>13.3</b>	30	30	30	<b>30</b>
C <sub>3</sub> [3g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	2	1	<b>1</b>	1	3	3	<b>2.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	20	10	<b>10</b>	10	30	30	<b>23.3</b>
C <sub>4</sub> [4g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	1	2	<b>1</b>	2	2	3	<b>2.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	10	20	<b>10</b>	20	20	30	<b>23.3</b>
C <sub>5</sub> [5g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	1	<b>0.33</b>	2	1	3	<b>2</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	10	<b>3.33</b>	20	10	30	<b>20</b>
C <sub>6</sub> [6g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	1	2	0	<b>1</b>	2	2	1	<b>1.66</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	10	20	00	<b>10</b>	20	20	10	<b>16.6</b>
C <sub>7</sub> [10g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	1	<b>0.33</b>	1	1	1	<b>1</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	10	<b>3.33</b>	10	10	10	<b>10</b>
C <sub>0</sub> Eau distillée	Nombre	0			<b>00</b>	0			<b>00</b>	2			<b>2</b>	3			<b>3</b>
	%	0			<b>00</b>	0			<b>00</b>	20			<b>20</b>	30			<b>30</b>



**Figure 15 :** Germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température  $5^\circ C$  en fonction du temps

Devant une température froide  $5^\circ C$ , l'augmentation ici n'est pas comme les autres. Elle s'élève à des valeurs qui vont chercher des pourcentages ne dépassant pas les 30% pour *Pisum sativum*. Le départ de la germination traité avec les  $K_2SO_4$  met en quelque sorte le matériel biologique en difficulté, celui-ci s'effectue deux semaines après. Par la suite nous assistons à une élévation plus ou moins rapide de la germination des différents traitements qui ne dépassent pas cependant les 30% (Figures 15 et 16, Tableau 8).

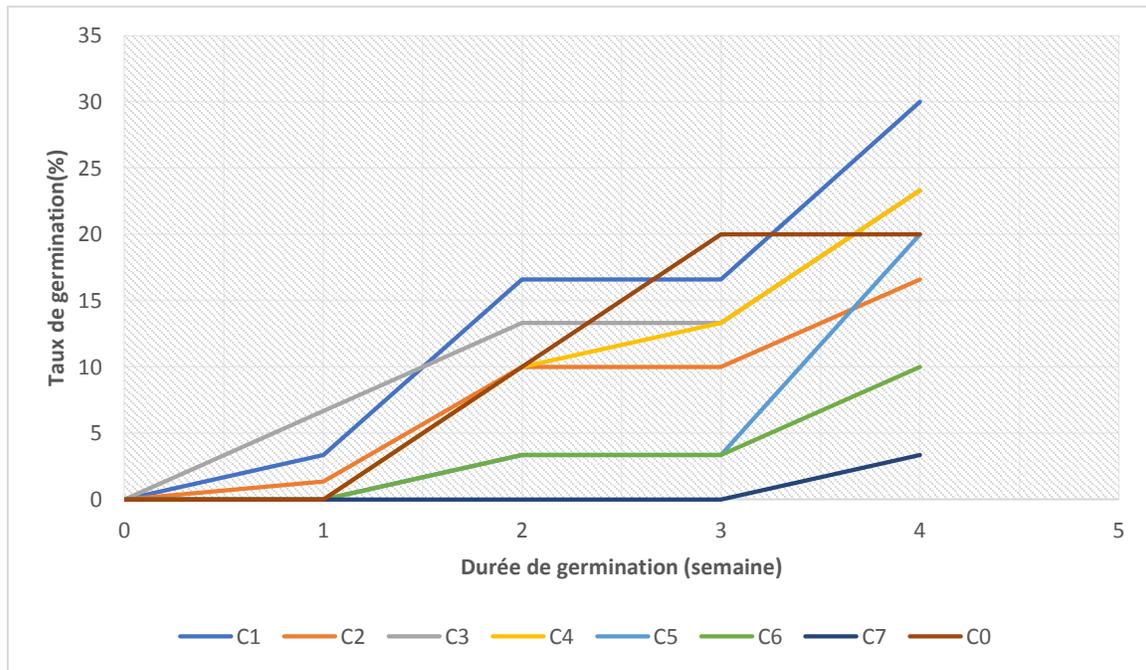
Là aussi le traitement témoin (eau distillée) est très favorable à la germination, il est même supérieur aux autres traitements de la troisième à la dernière semaine (0 % à 30 %). Cette situation est évidente, car l'eau dépourvue de sels permet une germination sans difficulté (Figure 25). Les concentrations croissantes de  $K_2SO_4$  agissent favorablement sur le taux de germination pendant les dernières semaines (3ème et 4ème semaines), nous relevons dans ce cas-là une action identique à celle observée avec le  $NaCl$ .



**Figure 16 :** Photo de la germination des graines de *Pisum sativum* dans différentes concentrations de **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** à température **5°C** après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

II.5.2.Résultats et interprétations de *Lens esculenta***Tableau 9 :** Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de NaCl à température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

Temps		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
Concentration		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
C <sub>1</sub> [1g/l]	Nombre	0	1	0	<b>0.33</b>	0	4	1	<b>1.66</b>	0	4	1	<b>1.66</b>	2	4	3	<b>3</b>
	%	00	10	00	<b>3.33</b>	00	40	10	<b>16.6</b>	00	40	10	<b>16.6</b>	20	40	30	<b>30</b>
C <sub>2</sub> [2g/l]	Nombre	0	0	1	<b>0.33</b>	0	1	2	<b>1</b>	0	1	2	<b>1</b>	0	3	2	<b>1.66</b>
	%	00	00	10	<b>1.33</b>	00	10	20	<b>10</b>	00	10	20	<b>10</b>	00	30	20	<b>16.6</b>
C <sub>3</sub> [3g/l]	Nombre	2	0	0	<b>0.66</b>	3	1	0	<b>1.33</b>	3	1	0	<b>1.33</b>	4	2	1	<b>2.33</b>
	%	20	00	00	<b>6.66</b>	30	10	00	<b>13.3</b>	30	10	00	<b>13.3</b>	40	20	10	<b>23.3</b>
C <sub>4</sub> [4g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	1	1	1	<b>1</b>	2	1	1	<b>1.33</b>	3	2	2	<b>2.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	10	10	10	<b>10</b>	20	10	10	<b>13.3</b>	30	20	20	<b>23.3</b>
C <sub>5</sub> [5g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	1	0	0	<b>0.33</b>	1	0	0	<b>0.33</b>	2	2	2	<b>2</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	10	00	00	<b>3.33</b>	10	00	00	<b>3.33</b>	20	20	20	<b>20</b>
C <sub>6</sub> [6g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	1	<b>0.33</b>	0	0	1	<b>0.33</b>	0	1	2	<b>1</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	10	<b>3.33</b>	00	00	10	<b>3.33</b>	00	10	20	<b>10</b>
C <sub>7</sub> [10g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	1	<b>0.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	00	00	10	<b>3.33</b>
C <sub>0</sub> Eau distillée	Nombre	0			<b>00</b>	1			<b>1</b>	2			<b>2</b>	2			<b>2</b>
	%	0			<b>00</b>	10			<b>10</b>	20			<b>20</b>	20			<b>20</b>



**Figure 17 :** Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de **NaCl** à température ambiante **20°C** en fonction du temps

En milieu ambiant (**20°C**) nous assistons à augmentation relativement faible car les pourcentages n'excèdent pas ici les 30%. Elle s'élève à des valeurs qui vont chercher des pourcentages ne dépassant pas les 30% pour *Lens esculenta*. Le départ de la germination traité avec les concentrations de **NaCl** freine pour ne pas dire ralentit le départ de cette phase juvénile de graines. Au cours de la deuxième semaine les valeurs s'élèvent et atteignent 10 à 15%. De la troisième à la quatrième semaine les chiffres oscillent et se stabilisent pour la plupart entre 5 et 20% (Figures 17 et 18, Tableau 9).

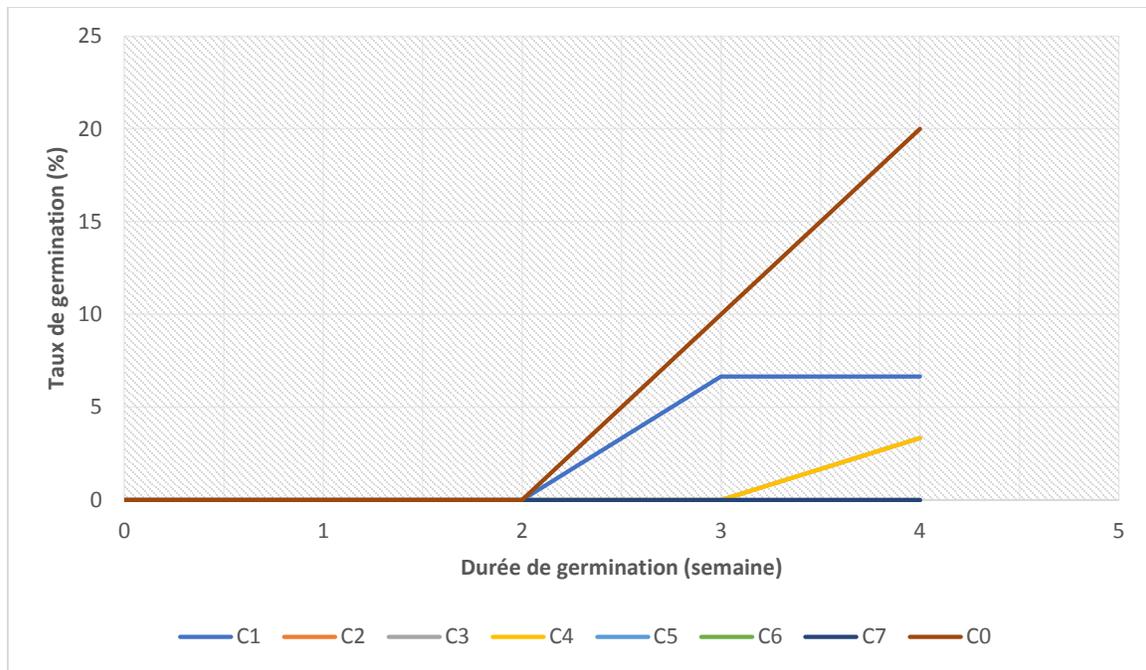
Le témoin (eau distillée) semble agir différemment dans cette expérience. La germination est annoncée tardivement à partir de la deuxième semaine pour augmenter sensiblement et se stabiliser à 20%, une valeur inférieure au traitement de 1g/l de **NaCl** (Figure 25). La concentration 10g/l semble arrêter carrément la germination, où il est enregistré un pourcentage très bas à la quatrième semaine (moins de 5%).



**Figure 18** : Photos de la germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de Na Cl à température ambiante 20°C après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Tableau 10 :** Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de Na Cl à température 5°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

Temps		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
Concentration		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
C <sub>1</sub> [1g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	1	1	<b>0.66</b>	0	1	1	<b>0.66</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	10	10	<b>6.66</b>	00	10	10	<b>6.66</b>
C <sub>2</sub> [2g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>
C <sub>3</sub> [3g/l]	Nombre	00	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	1	0	<b>0.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	10	00	<b>3.33</b>
C <sub>4</sub> [4g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	1	0	<b>0.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	10	00	<b>3.33</b>
C <sub>5</sub> [5g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>
C <sub>6</sub> [6g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>
C <sub>7</sub> [10g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>
C <sub>0</sub> Eau distillée	Nombre	0			<b>00</b>	0			<b>00</b>	1		<b>1</b>	2			<b>2</b>	
	%	0			<b>00</b>	0			<b>00</b>	10		<b>10</b>	20			<b>20</b>	



**Figure 19 :** Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de **Na Cl** à température **5°C** en fonction du temps

En présence du froid **5°C** la germination est retardée. Elle s'effectue à partir de la deuxième semaine mais uniquement pour les traitements à l'eau distillée, et les concentrations : 1g/l 3g/l et 4g/l. L'augmentation très faible ne va pas dépasser les 20%. Elle s'élève à des valeurs qui vont chercher des pourcentages ne dépassant pas les 20% pour *Lens esculenta*. Le départ de la germination traité avec les concentrations de **NaCl** inhibe là également pour ne pas dire stabilise le départ de cette germination des lentilles. Au cours de la deuxième semaine les valeurs s'élèvent et atteignent 10 à 15%. De la troisième à la quatrième semaine les chiffres varient et montrent des seuils où les pourcentages affichent 5 et 20% (Figures 19 et 20, Tableau 10).

La germination en présence du témoin (eau distillée) augmente d'une manière linéaire dans cette expérience à partir de la deuxième semaine, celle-ci va s'arrêter à la quatrième semaine pour atteindre 20% (Figure 25).

Nous relevons une absence de germination chez les lentilles traitées par les concentrations (2g/l, 5g/l, 6g/l et 10g/l), à quoi cela est du ? A notre avis on soupçonnera

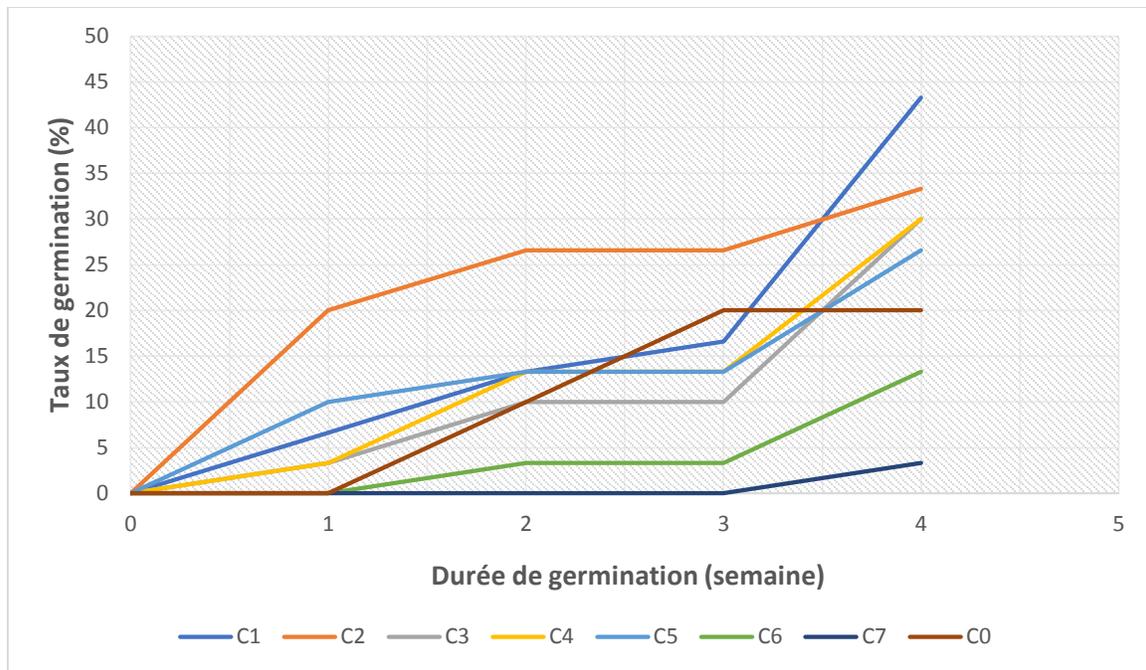
de toutes les façons la température de frigidaire froide accompagnée et du sel (NaCl) qu'elles semblent posséder une action réductrice.



**Figure 20 :** Photos de la germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de NaCl à température 5°C après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Tableau 11** : Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

Temps Concentration		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
C <sub>1</sub> [1g/l]	Nombre	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
				1	0	1	<b>0.66</b>	3	0	1	<b>1.33</b>	4	0	1	<b>1.66</b>	8	3
	%	10	00	10	<b>6.66</b>	30	00	10	<b>13.3</b>	40	00	10	<b>16.6</b>	80	30	20	<b>43.3</b>
C <sub>2</sub> [2g/l]	Nombre	2	2	2	<b>2</b>	3	2	3	<b>2.66</b>	3	2	3	<b>2.66</b>	3	3	4	<b>3.33</b>
	%	20	20	20	<b>20</b>	30	20	30	<b>26.6</b>	30	20	30	<b>26.6</b>	30	30	40	<b>33.3</b>
C <sub>3</sub> [3g/l]	Nombre	0	0	1	<b>0.33</b>	0	2	1	<b>1</b>	0	2	1	<b>1</b>	2	3	4	<b>3</b>
	%	00	00	10	<b>3.33</b>	00	20	10	<b>10</b>	00	20	10	<b>10</b>	20	30	40	<b>30</b>
C <sub>4</sub> [4g/l]	Nombre	1	0	0	<b>0.33</b>	2	1	1	<b>1.33</b>	2	1	1	<b>1.33</b>	3	2	4	<b>3</b>
	%	10	00	00	<b>3.33</b>	20	10	10	<b>13.3</b>	20	10	10	<b>13.3</b>	30	20	40	<b>30</b>
C <sub>5</sub> [5g/l]	Nombre	1	1	1	<b>1</b>	1	2	1	<b>1.33</b>	1	2	1	<b>1.33</b>	3	3	2	<b>2.66</b>
	%	10	10	10	<b>10</b>	10	20	10	<b>13.3</b>	10	20	10	<b>13.3</b>	30	30	20	<b>26.6</b>
C <sub>6</sub> [6g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	1	0	<b>0.33</b>	0	1	0	<b>0.33</b>	2	1	1	<b>1.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	10	00	<b>3.33</b>	00	10	00	<b>3.33</b>	20	10	10	<b>13.3</b>
C <sub>7</sub> [10g/l]	Nombre	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	0	<b>00</b>	0	0	1	<b>0.33</b>
	%	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	00	<b>00</b>	00	00	10	<b>3.33</b>
C <sub>0</sub> Eau distillée	Nombre	0			<b>00</b>	1			<b>1</b>	2			<b>2</b>	2			<b>2</b>
	%	00			<b>00</b>	10			<b>10</b>	20			<b>20</b>	20			<b>20</b>

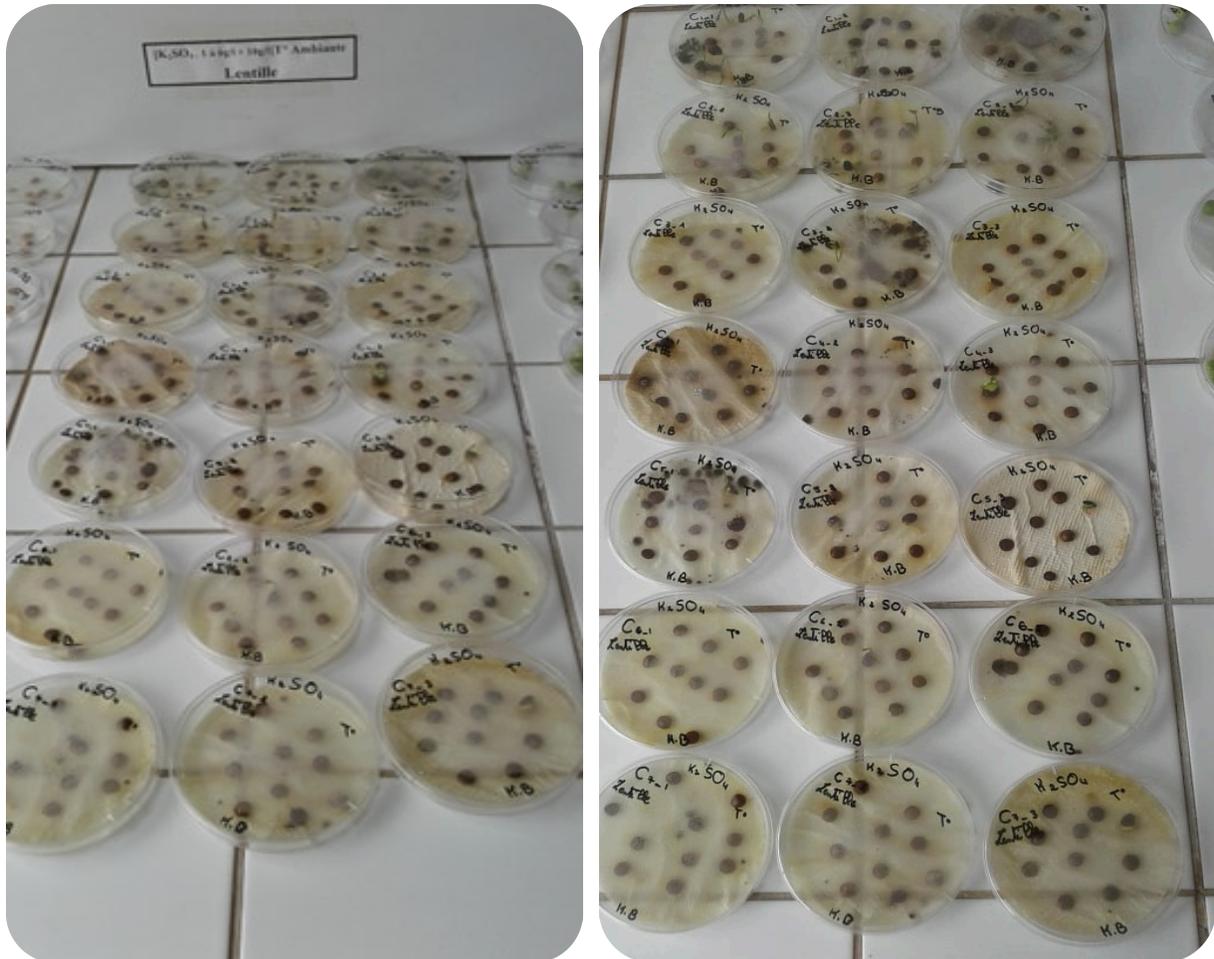


**Figure 21 :** Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température ambiante  $20^\circ C$  en fonction du temps

Dans un milieu ambiant de  $20^\circ C$ , la germination est relativement lente. Elle se déclenche à partir de la première semaine pour les différents traitements à l'eau distillée, et les concentrations : 1g/l 3g/l et 4g/l. L'augmentation relativement soutenue ne va pas dépasser les 40%. Elle s'élève à des valeurs qui vont chercher des pourcentages ne dépassant pas les 40% pour *Lens esculenta*. Le départ de la germination traité avec les concentrations de  $K_2SO_4$  agit favorablement pour les concentrations faibles. Alors qu'à très fortes concentrations (6g/l et 10g/l) les germinations ne semblent pas réagir d'une manière positive (ne dépassant pas les 15% à la quatrième semaine) (Figures 21 et 22, Tableau 11).

L'arrosage avec l'eau distillée ne permet pas une bonne germination. Celle-ci commence à partir de la seconde semaine pour enfin se stabiliser à un niveau faible de 20%. Une situation un peu inattendue avec ce traitement qui aurait pu en principe favoriser normalement le processus germinatif des graines de lentille et non l'inhiber. Ces résultats avec le  $K_2SO_4$  nous amènent à remarquer contrairement aux précédents traitements

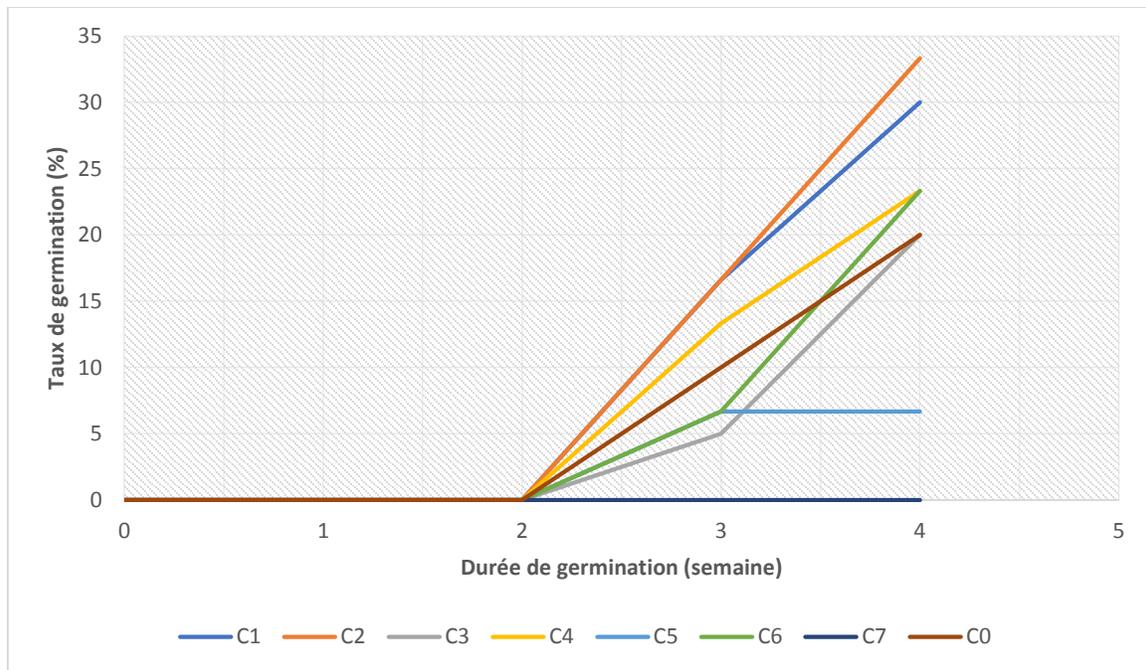
avec le  $\text{NaCl}$  une meilleure réponse germinative chez les lentilles traitées par les concentrations (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4/l, et 5g/l) (Figure 25).



**Figure 22 :** Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  à température ambiante  $20^\circ\text{C}$  après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Tableau 12 :** germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température  $5^\circ C$  (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

Temps Concentration		1 <sup>ère</sup> semaine				2 <sup>ème</sup> semaine				3 <sup>ème</sup> semaine				4 <sup>ème</sup> semaine			
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Moy
C <sub>1</sub> [1g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	0	0	00	0	4	1	1.66	2	5	2	3
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	00	40	10	16.6	20	50	20	30
C <sub>2</sub> [2g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	0	0	00	4	1	0	1.66	4	3	3	3.33
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	40	10	00	16.6	40	30	30	33.3
C <sub>3</sub> [3g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	0	0	00	1	2	1	1.33	1	2	3	2
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	10	20	10	13.3	10	20	30	20
C <sub>4</sub> [4g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	0	0	00	1	1	2	1.33	3	1	3	2.33
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	10	10	20	13.3	30	10	30	23.3
C <sub>5</sub> [5g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	0	0	00	1	1	0	0.66	1	1	0	0.66
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	10	10	00	6.66	10	10	00	6.66
C <sub>6</sub> [6g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	0	0	00	1	1	0	0.66	2	3	2	2.33
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	10	10	00	6.66	20	30	20	23.3
C <sub>7</sub> [10g/l]	Nombre	0	0	0	00	0	0	0	00	0	0	0	00	0	0	0	00
	%	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
C <sub>0</sub> Eau distillée	Nombre	0			00	0			00	1			1	2			2
	%	00			00	00			00	10			10	20			20

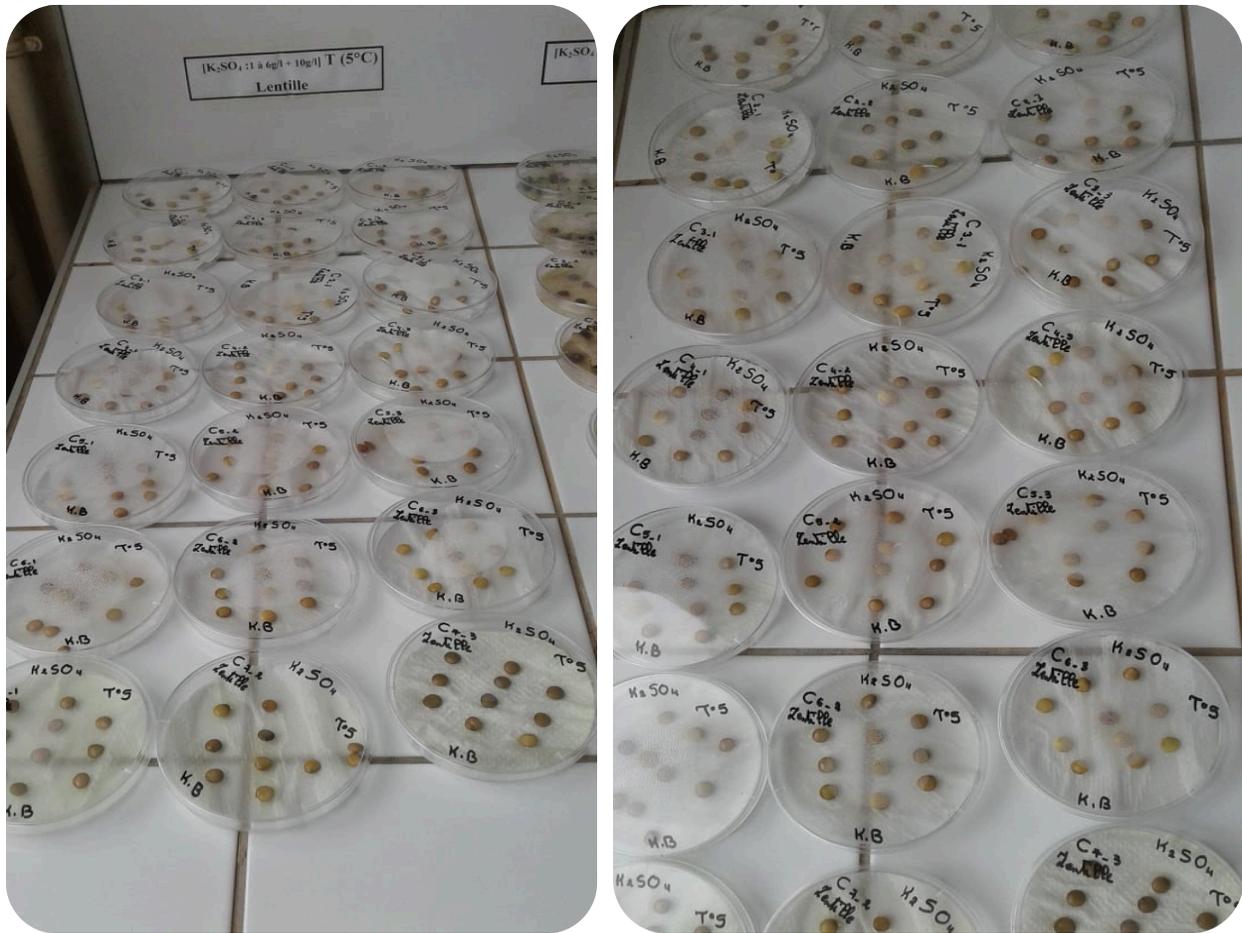


**Figure 23 :** Germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température  $5^\circ C$  en fonction du temps

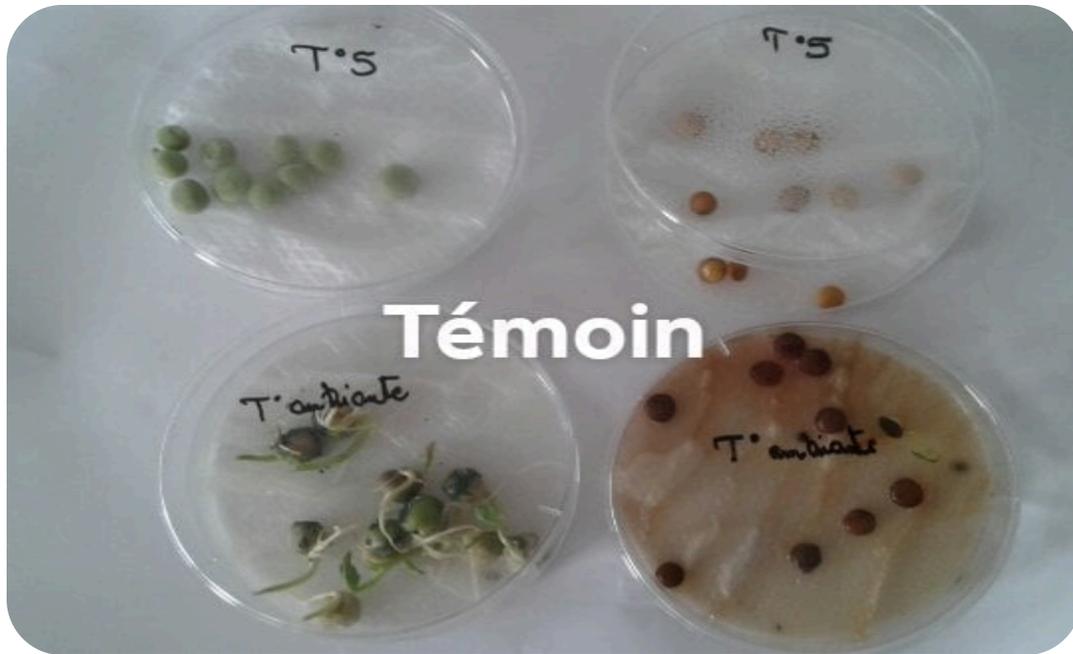
Le froid à  $5^\circ C$  n'est guère favorable au démarrage de la germination. Dans l'ensemble des traitements la germination débute à partir de la deuxième semaine. Les différents traitements montrent à travers les résultats une élévation linéaire. Les pourcentages de germination s'élèvent de 20% à 33%, excepté pour le traitement à 10g/l, où aucune graine n'a germé (Figures 23 et 24, Tableau 12).

L'eau distillée agit, on dire d'une manière favorable. L'augmentation relativement soutenue ne va pas dépasser les 20%. L'arrosage avec l'eau distillée ne permet pas une bonne germination en présence du froid. Celui-ci commence à partir de la seconde semaine pour enfin se stabiliser à un niveau de 20%. Là aussi nous assistons au même phénomène observé précédemment (Figure 25).

Le froid à  $5^\circ C$  n'agit pas en faveur de ce stade de végétation (germination), il gêne pour ne pas dire carrément le freiner. Il est à remarquer aussi le temps de latence observé à chaque fois quand la température est froide.



**Figure 24 :** Photos de la germination des graines de *Lens esculenta* dans différentes concentrations de  $K_2SO_4$  à température 5°C après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).



**Figure 25 :** Photo de la germination des graines du témoin à température 5°C et 20°C après 4 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

## II.6. Conclusion :

L'effet des variantes températures ( $5^{\circ}\text{C}$  et  $20^{\circ}\text{C}$ ) a provoqué chez les graines de petit pois et la lentille, un allongement de la période de germination allant de 1 semaine pour la température  $20^{\circ}\text{C}$  jusqu'à 3 semaines pour la température  $5^{\circ}\text{C}$ . Ce retard lié au démarrage du processus germinatif pourrait éventuellement à notre avis s'expliquer par les retards métaboliques chez les plantes.

Selon les résultats obtenus, in vitro, les graines du *Pisum sativum* et *Lens esculenta* sont capables de germer en présence de la plus forte concentration (10g/l) où le taux de germination atteint 73% ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) chez la lentille. Il est connu que les fortes concentrations agissent sur le stress salin en l'augmentant. Les perturbations observées pourraient être expliquées d'autre part par une diminution du potentiel osmotique du milieu suite à l'ajout du sel.

# Chapitre III

## 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.

La germination nous a fourni un certain nombre de résultats où les variations entre les résultats ont été importantes. Existe-il des relations linéaires entre les pourcentages de graines germées et le traitement administré (arrosage avec des concentrations salées  $K_2SO_4$  et  $NaCl$ ) ? Il nous a semblé utile d'y répondre à cette question.

### III. 2. Méthodologie

L'utilisation de l'analyse statistique, reste en biométrie une méthode relativement efficace pour mettre en évidence le degré de corrélation / relation, qui existe entre les différents paramètres mesurés ( $Y_i$  et  $X_i$ ). A ce propos, on a déterminé des corrélations entre les couples de données des pourcentages de germination des 02 types d'espèces végétales (petit pois et lentille) en fonction des différents concentrations croissantes de  $NaCl$  (chlorure de sodium) d'une part et de  $K_2SO_4$  (sulfate de potassium) d'autre part. On a pu calculer le **coefficient de corrélation (R)** et de faire 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 chacune 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

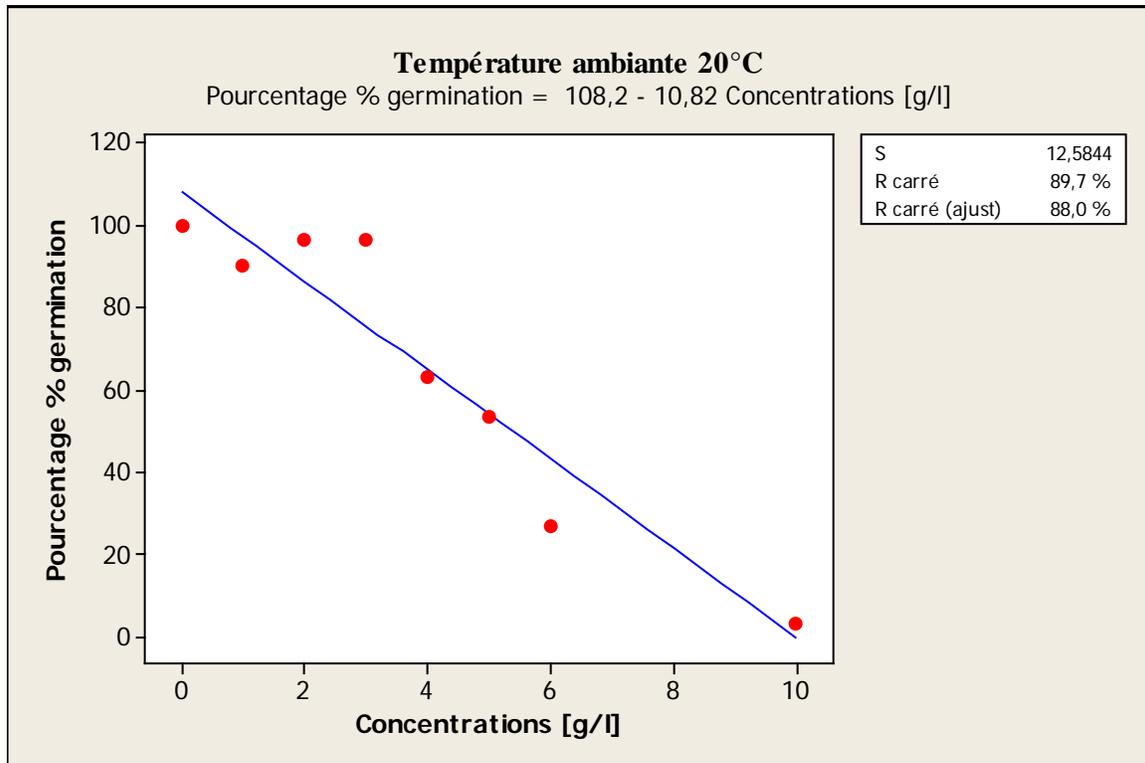
#### III. 3.1. Petit pois (*Pisum arvense*)

- Corrélations [NaCl] et % germination petit pois à 20°C

**Tableau 13** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	100	90	96.6	96.6	63.3	53.3	26.6	3.33

$$R = -0,947 ; Y = -10,82X + 108,2$$



**Figure 26** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une **température ambiante 20°C**

Nous relevons une très forte corrélation négative ( $r = -0,947$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de **NaCl** sous une température ambiante de **20°C** (Tableau 13 et Figure 26). Les valeurs des variables sont :

$a = -10,82$  (pente de la droite) et  $b = 108,2$  (ordonnée à l'origine)

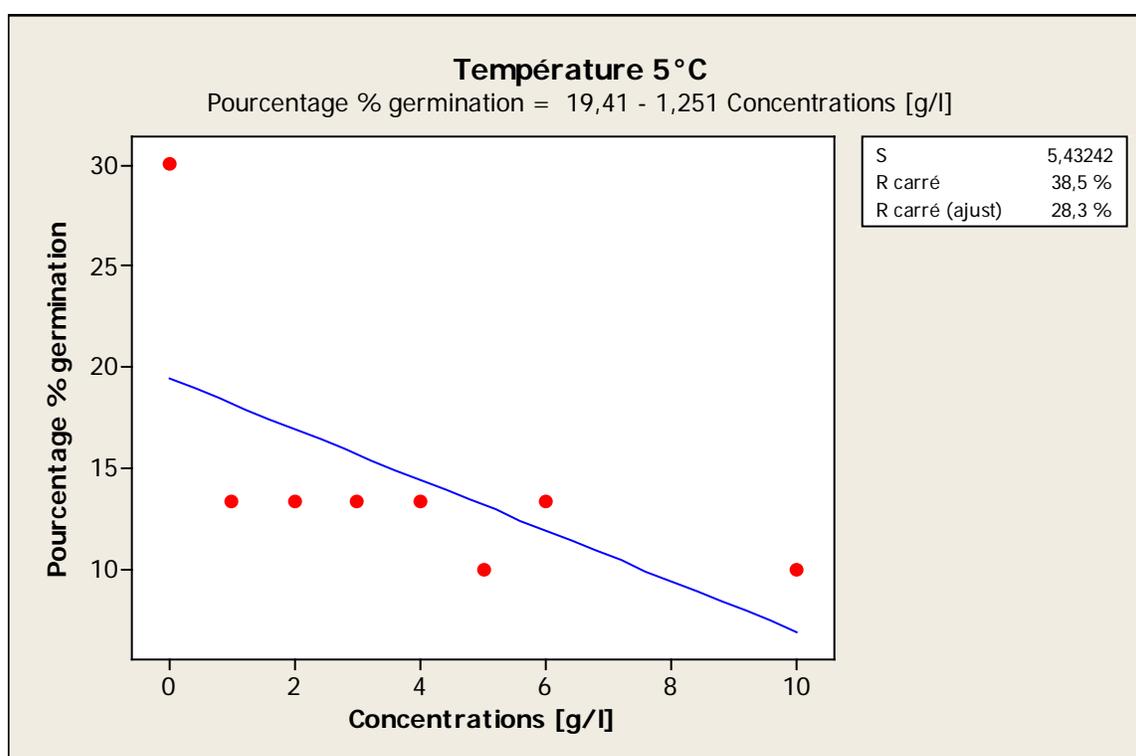
Ce qui prouve que les germinations répondent significativement aux traitements salés du **NaCl**.

- Corrélations [NaCl] et % germination petit pois à 5°C

**Tableau 14** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une température 5°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	30	13.3	13.3	13.3	13.3	10	13.3	10

$$R = - 0,620 ; Y = - 1,251X + 19,41$$



**Figure 27** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une température 5°C

La corrélation négative est relativement faible ( $r = - 0.620$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de NaCl (chlorure de sodium) sous une température ambiante de 5°C (Tableau 14 et Figure 27). Les valeurs des variables sont :

$a = - 0.620$  (pente de la droite) et  $b = 19.41$  (ordonnée à l'origine)

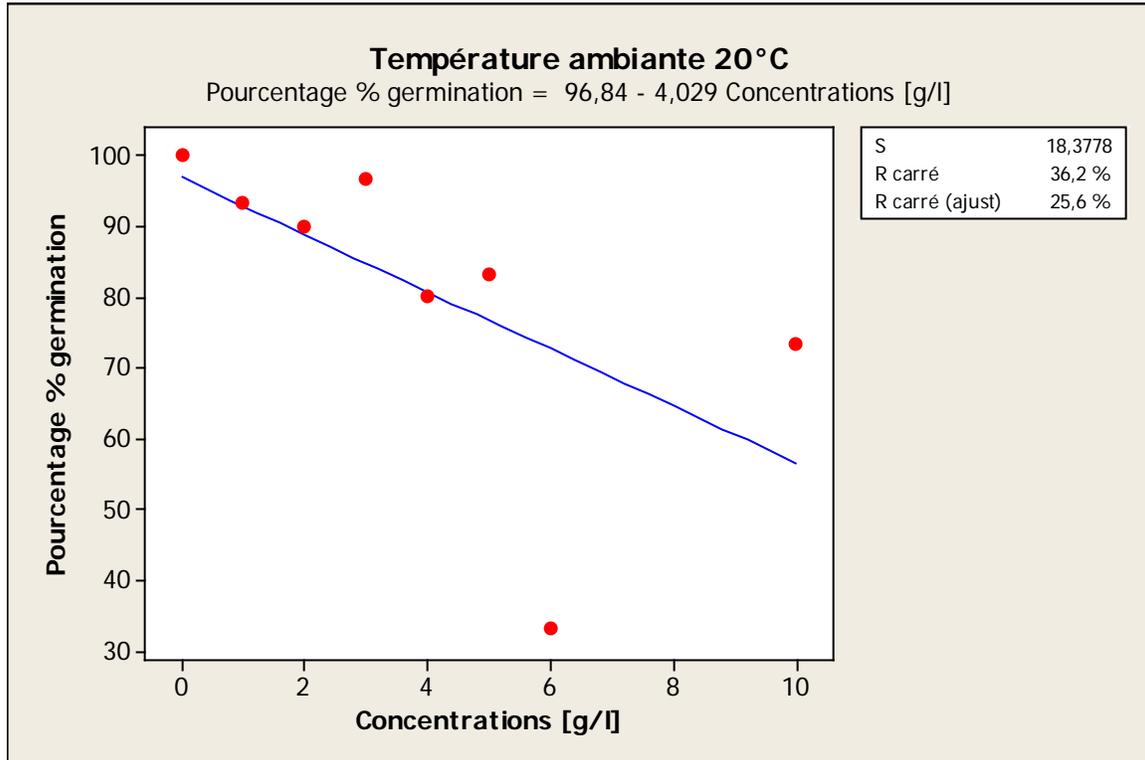
Ce qui prouve que les germinations répondent un peu moins aux traitements salés du **NaCl** dans un milieu à la température est froide. Le facteur température semble réduire l'effet du **NaCl**.

- **Corrélations [K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] et % germination petit pois à 20°C**

**Tableau 15** : Corrélations entre les concentrations salées [K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	100	93.3	90	96.6	80	83.3	33.3	73.3

$$R = - 0,602 ; Y = - 4,029 X + 96,84$$



**Figure 28** : Corrélations entre les concentrations salées [ $\text{K}_2\text{SO}_4$ ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une température ambiante 20°C

Nous relevons une corrélation négative peu significative ( $r = -0.602$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  sous une température ambiante de 20°C (Tableau 15 et Figure 28). Les valeurs des variables sont :

$a = -4.029$  (pente de la droite) et  $b = 96.84$  (ordonnée à l'origine)

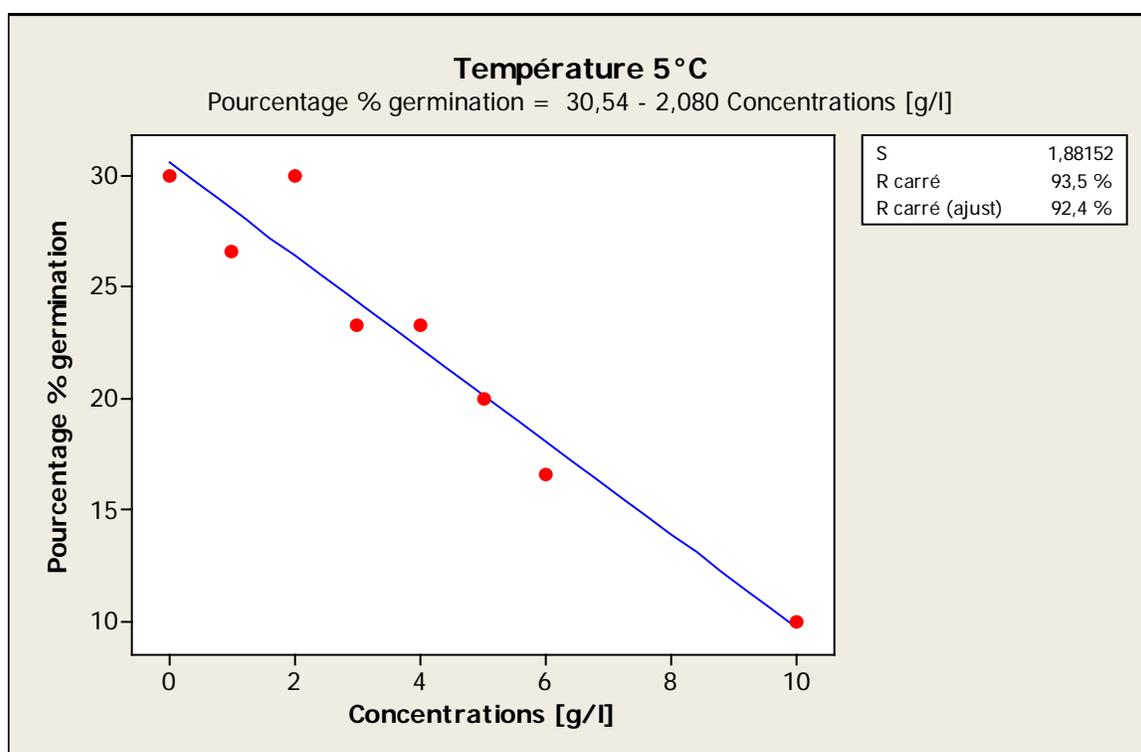
L'effet sel ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) agit sensiblement sur les germinations des graines de petit pois en présence d'une température ambiante de 20°C.

- Corrélations [ $\text{K}_2\text{SO}_4$ ] et % germination petit pois à 5°C

**Tableau 16** : Corrélations entre les concentrations salées [ $K_2SO_4$ ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une température 5°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	30	26.6	30	23.3	23.3	20	16.6	10

**$R = -0,967$  ;  $Y = -2,080X + 30,54$**



**Figure 29** ; Corrélations entre les concentrations salées [ $K_2SO_4$ ] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Petit Pois (*Pisum arvense*) sous une température 5°C

Nous obtenons une très forte corrélation négative ( $r = -0.967$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de  $K_2SO_4$  sous une température ambiante de 5°C (Tableau 16 et Figure 29). Les valeurs des variables sont :  $a = -2,08$  (pente de la droite) et  $b = 30,54$  (ordonnée à l'origine)

Ce qui prouve que les germinations répondent significativement aux traitements salés du  $K_2SO_4$  (sulfate de potassium) dans un milieu où la température est froide ( $5^{\circ}C$ ).

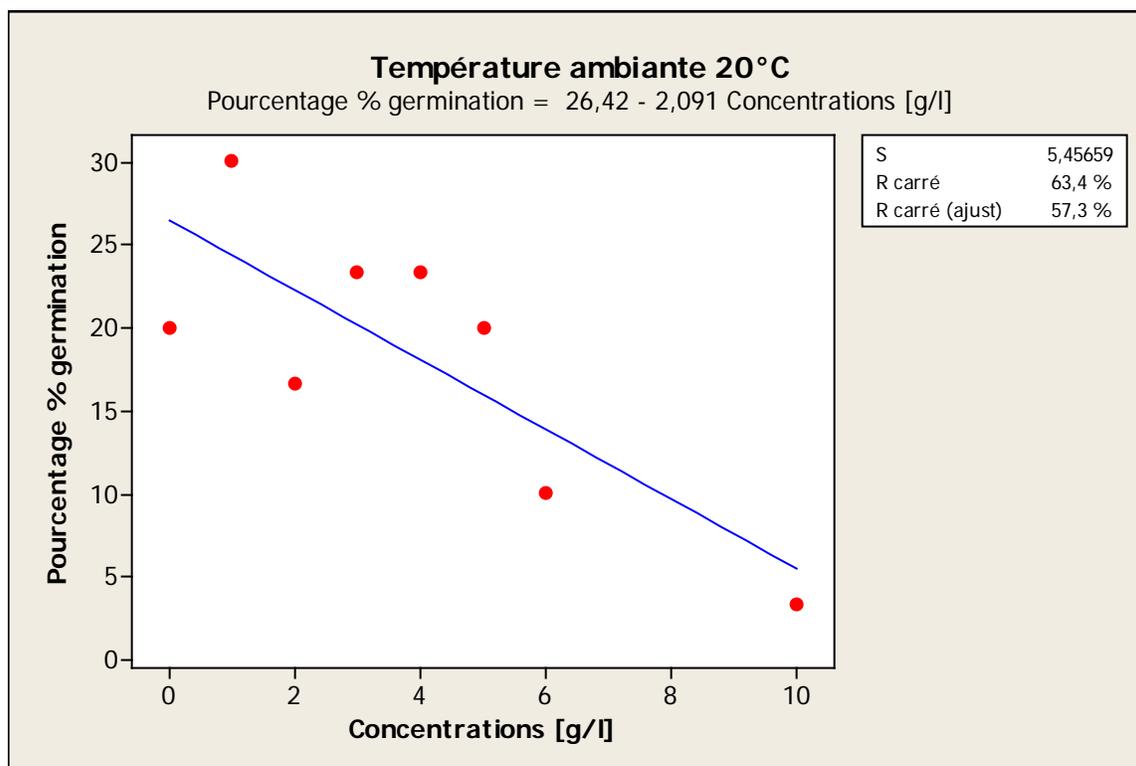
**III. 3. 2. Lentille (*Lens culmaris* subsp : *esculenta* Moench)**

- **Corrélations [NaCl] et % germination lentille à 20°C**

**Tableau 17** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris* ) sous une **température** ambiante  $20^{\circ}C$  (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	20	30	16.6	23.3	23.3	20	10	3.33

**$R = - 0,796. Y = - 2,091X + 26,42$**



**Figure 30** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris* ) sous une **température** ambiante  $20^{\circ}C$

Nous relevons une forte corrélation négative ( $r = - 0.796$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de NaCl sous une température ambiante de 20°C (Tableau 17 et Figure 30). Les valeurs des variables sont :

$a = -2.09$  (pente de la droite) et  $b = 26.42$  (ordonnée à l'origine)

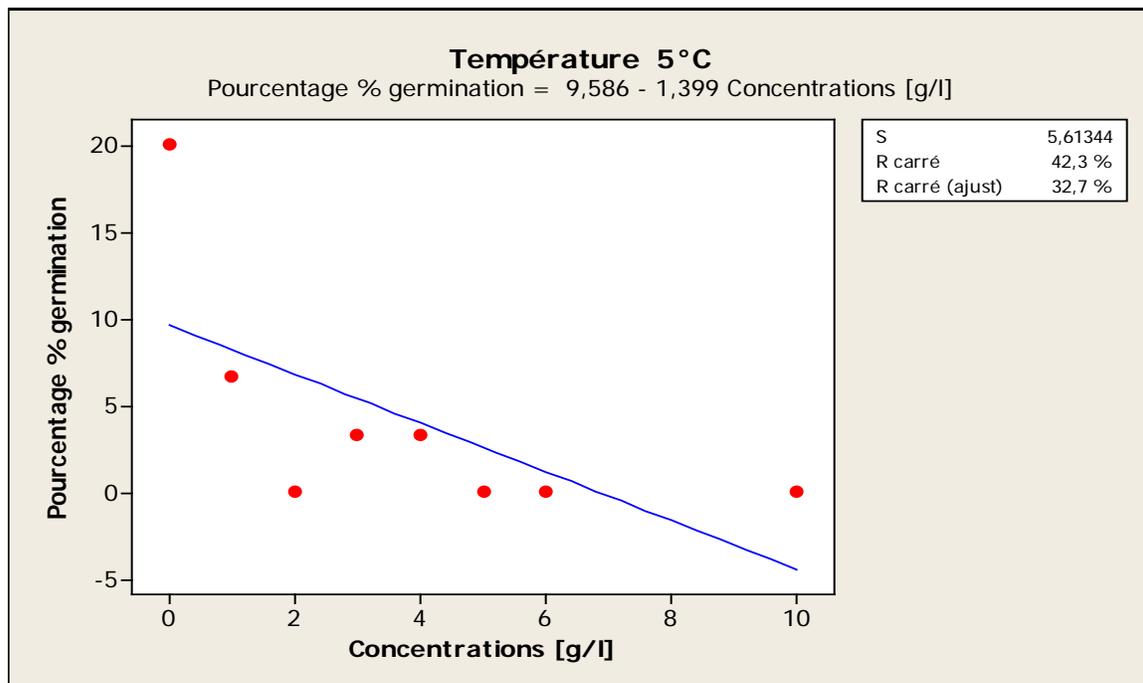
Les graines de petit pois à germer semblent toutefois dans ce cas répondre aux traitements salés du NaCl en milieu ambiant (20°C).

• **Corrélations [NaCl] et % germination lentille à 5°C**

**Tableau 18** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris*) sous une température 5°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	20	6.66	00	3.33	3.33	00	00	00

$R = - 0,651 ; Y = -1,399x + 9,586$



**Figure 31** : Corrélations entre les concentrations salées [NaCl] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris*) sous une température 5°C

Nous relevons une très forte corrélation négative ( $r = -0.651$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de **NaCl** sous une température froide de **5°C** (Tableau 18 et Figure 31). Les valeurs des variables sont :

$a = -1.399$  (pente de la droite) et  $b = 9.586$  (ordonnée à l'origine)

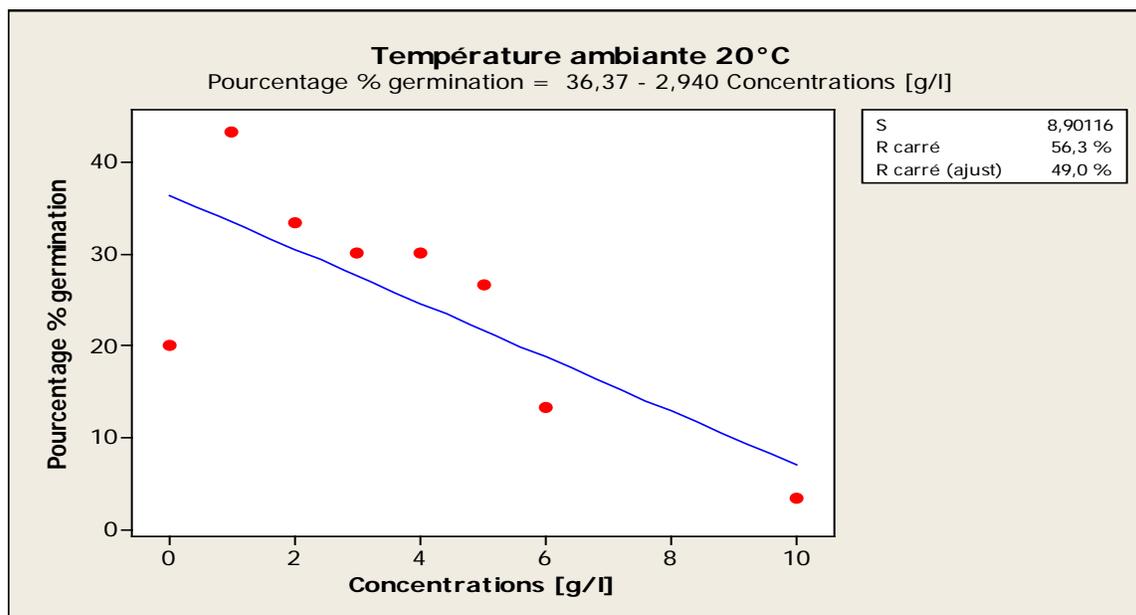
Ce qui prouve que les germinations des graines de lentille répondent beaucoup moins aux traitements salés du **NaCl**.

• **Corrélations [K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] et % germination lentille à 20°C**

**Tableau 19** : Corrélations entre les concentrations salées [K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris*) sous une température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	20	43.3	33.3	30	30	26.6	13.3	3.33

$R = -0,750 ; Y = -2,94x + 36.37$



**Figure 32** : Corrélations entre les concentrations salées [K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris*) sous une température ambiante 20°C

Nous relevons une très forte corrélation négative ( $r = -0.750$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de  $K_2SO_4$  sous une température ambiante de  $20^\circ C$  (Tableau 19 et Figure 32). Les valeurs des variables sont :

$a = -2.94$  (pente de la droite) et  $b = 36.37$  (ordonnée à l'origine)

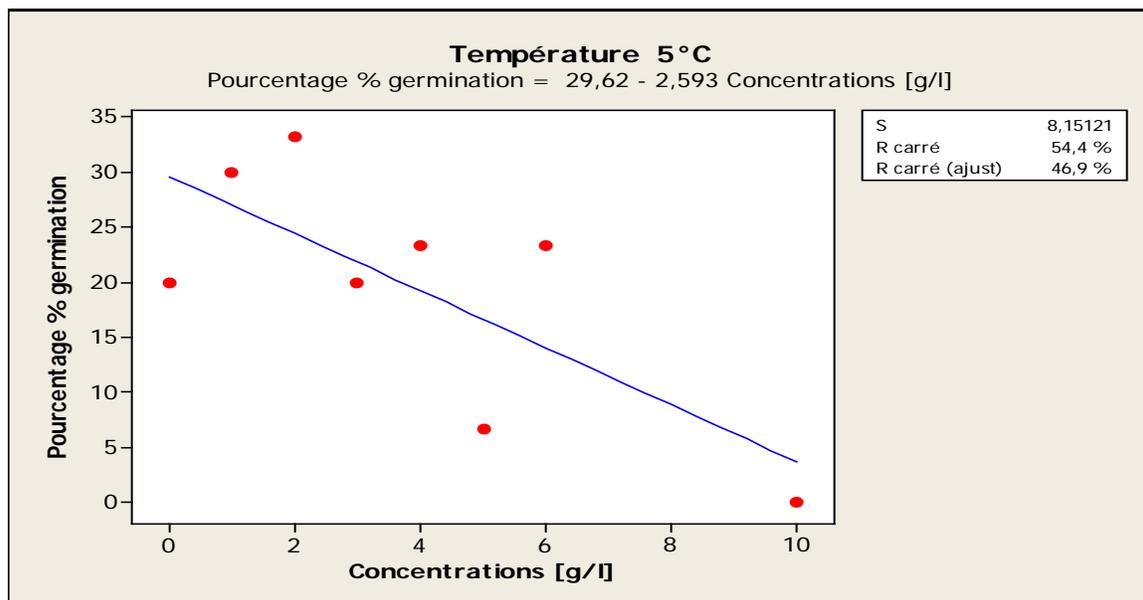
Les germinations des graines de lentille répondent d'une façon peu significative aux traitements salés du  $K_2SO_4$  (sulfate de potassium) sous une température ambiante de laboratoire de  $20^\circ C$ .

• **Corrélations  $[K_2SO_4]$  et % germination lentille à  $5^\circ C$**

**Tableau 20** : Corrélations entre les concentrations salées  $[K_2SO_4]$  et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris*) sous une température  $5^\circ C$  (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

	Concentrations [g/l]							
	[0g/l]	[1g/l]	[2g/l]	[3g/l]	[4g/l]	[5g/l]	[6g/l]	[10g/l]
<b>Pourcentage % germination</b>	20	30	33.3	20	23.3	6.66	23.3	00

$R = -0,738 ; Y = -2,593X + 29,62$



**Figure 33** : Corrélations entre les concentrations salées  $[K_2SO_4]$  et les pourcentages de germination (quatrième semaine) des graines de Lentille (*Lens culmaris*) sous une température  $5^\circ C$

Nous relevons une corrélation négative analogue à la précédente ( $r = -0.738$ ) entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes de  $K_2SO_4$  sous une température de  $5^\circ C$  (Tableau 20 et Figure 33). Les valeurs des variables sont :

$a = -2.593$  (pente de la droite) et  $b = 29.62$  (ordonnée à l'origine)

Les germinations des graines de lentille répondent d'une façon assez significativement aux traitements salés du  $K_2SO_4$  (**sulfate de potassium**) sous une température ambiante de laboratoire de  $20^\circ C$ .

### III. 4. Conclusion

En conclusion nous obtenons des relations avec des corrélations où R dépasse les **0.7** même si elles ne sont pas trop significatives, les valeurs de R possèdent toutes une corrélation négative entre les pourcentages de germination et les concentrations croissantes dans l'ensemble des traitements avec les deux sels **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sulfate de potassium)** et **NaCl (chlorure de sodium)** et dans les deux milieux (**5°C et 20°C**) et aussi pour les deux espèces cultivées (petit pois et lentille). Les valeurs de R varient entre 0.602 (germination en fonction du **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**) et 0.947 (germination en fonction du **NaCl**) à **20°C** pour les deux traitements. Il est à remarquer qu'en présence d'une température ambiante (**20°C**) surtout, le **NaCl** agit un peu plus sur ce stade de végétation en réduisant la germination de ces fabacées où le coefficient de corrélation (R) peut atteindre **0.9 (très forte corrélation)**.

# Chapitre IV

## Chapitre IV : Germination dans les pots

### IV.1.Introduction :

Nous avons jugé utile d'effectuer des essais de germination en pots. Ces derniers contiennent de la terre de culture (ramené des champs limitrophes, commune de Mansourah). Il nous a semblé utile de combiner et le sel et les conditions de culture (substrat sol pris en considération) pour suivre les germinations. Ce choix n'est pas en effet le meilleur, il en existe d'autres. Cette façon de faire peut mettre les chercheurs dans une situation un peu délicate, 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 ne sont pas suffisamment répétés (10 graines par pot de végétation). Les détails de ce dispositif sont décrits dans la partie dédiée à la méthodologie (Figure 37).

Afin de déterminer la tolérance à  $\text{NaCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$  de deux espèces de fabacées *Lens esculenta* et *Pisum sativum* au stade germination et au stade levée ainsi qu'au stade montaison, l'essai a été conduit pendant 60 jours dans le laboratoire de recherche dans des conditions contrôlées (photopériode : 12 heures, rayonnement efficace; température constante de  $20^\circ\text{C}$ ). Les germinations soumises aux traitements à base de  $\text{NaCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$  à concentrations croissantes, peuvent-ils être informatifs ? Les sels utilisés vont-ils exercer une certaine pression négative sur ces stades de végétation juvéniles ? Comment vont réagir les deux types d'espèces végétales devant les sels retenus ( $\text{NaCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). Pour tenter de répondre à ces questions nous traiterons les sous chapitres ci-dessous :

## IV.2.Méthodologie

### IV.2.1. Matériel végétal

Les graines de lentille (*Lens culmaris*) et de Petit pois (*Pisum arvense*) utilisées dans notre expérience proviennent des denrées stockées disponibles dans les commerces.

### IV.2.2. Substrat, préparation des semis

Il s'agit d'un sol provenant des champs de cultures prélevé dans la commune de Mansourah (wilaya de Tlemcen) ayant les caractéristiques suivantes (**Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020**) :

Types d'analyses	Résultats	Interprétations	Méthodes d'analyses
<b>Granulométrie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• % Argiles</li> <li>• % Limons</li> <li>• % Sables</li> </ul>	17 25 59	Limono-argilo-sableux	<b>Sédimentométrique</b>
<b>pH (eau)</b>	0.8	Faiblement alcalin	<b>Electrométrique</b>
<b>CaCO<sub>3</sub> (%)</b>	30	Forte charge en calcaire	<b>Calcimètre de Bernard</b>
<b>Couleur selon Munsell</b>	10YR 3/3		<b>Soil color Chart</b>
<b>Conductivité électrique (mS / cm)</b>	0.80	Peu salé	<b>Extrait 1/5</b>
<b>Matière organique (%)</b>	2.4	Moyenne	<b>Méthode d'Anne</b>



**Figure 34 :** Photo de matériel utilisé pour l'analyse de sol (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).



**Figure 35 :** Photo de préparation du sol (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

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 sont cultivées, notamment les lentilles et les petits pois. Il s'agit d'un sol de texture limoneuse-argilo-sableuses, faiblement alcalin peu salé. Il contient une charge assez forte en  $\text{CaCO}_3$  (30%) et un taux de matière organique moyen (2.4%).

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 d'arrosage en excédent (22 cm de hauteur et 25cm de diamètre du haut et 13.5 cm de diamètre à la base).

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

Les graines de lentille et petit pois à raison de 10 pot ont été semées dans ces pots au nombre de 07 (arrosés avec des concentrations salées de  $\text{NaCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0g/l, 1g/l, 3g/ et 10g/l). Au total nous avons 14 pots traités (07 par type de sel) dans un milieu ambiant  $20^\circ\text{C}$ . Nous avons suivi cette expérience durant plus de 02 mois (soixante jours) pour comptabiliser la germination et mesurer la taille des plantules au stade juvénile.



**Figure 36 :** Photo de la germination des graines de *Pisum sativum* et *Lens esculenta* après 8 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

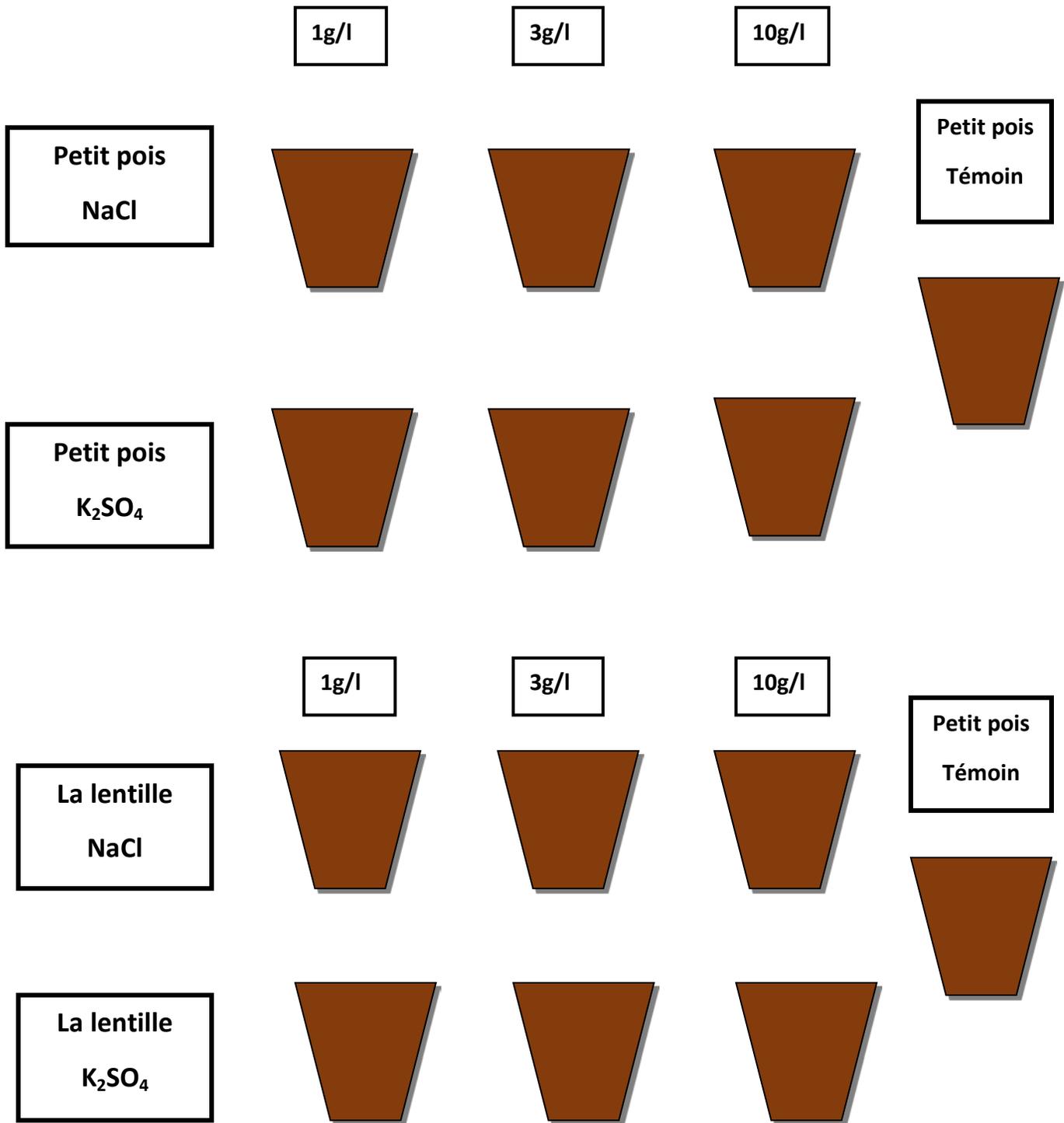
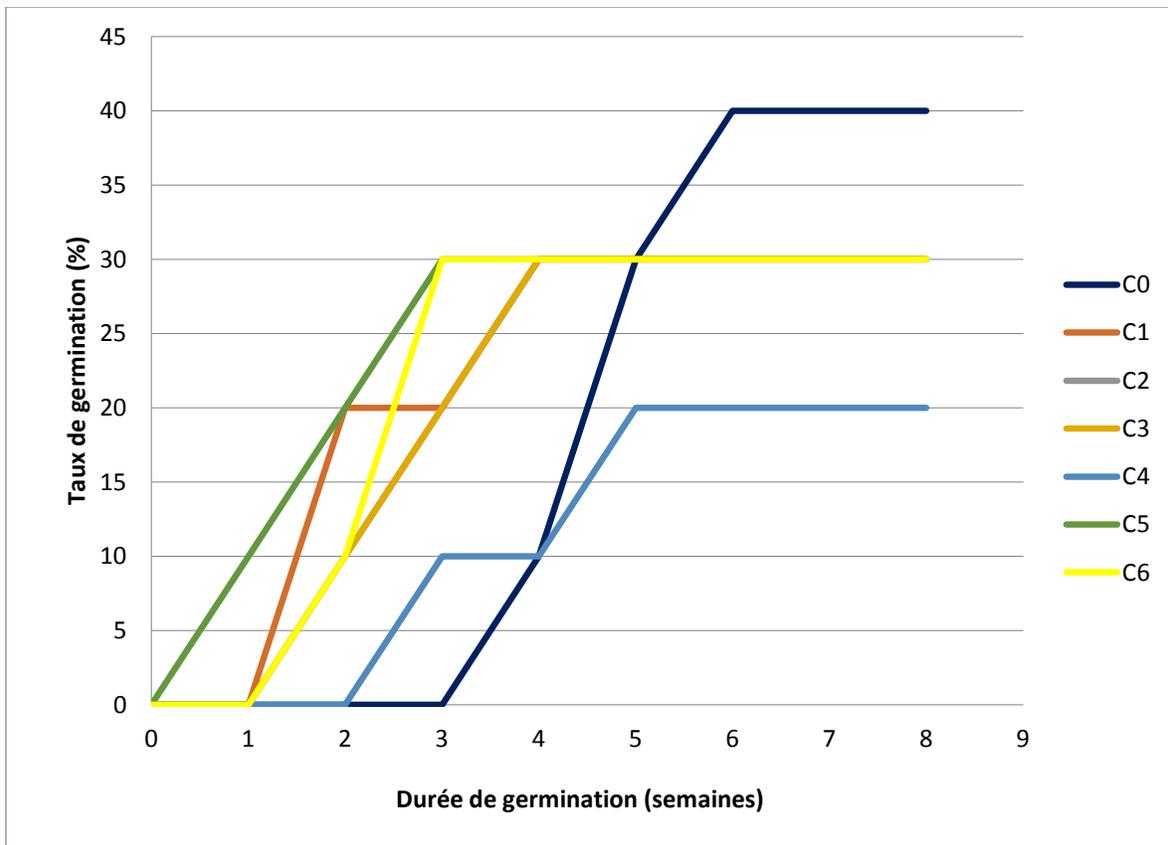


Figure 37 : Dispositif expérimental des graines des deux espèces cultivées lentille *Lens esculenta* et Petit pois *Pisum sativum* dans les pots à 20 °C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

IV.3. Résultats et interprétations de *Pisum sativum* et de *Lens esculenta*Tableau 21 : Germination des graines de *Pisum sativum* avec différents traitements à température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

		1°Semaine		2°Semaine		3°Semaine		4°Semaine		5°Semaine		6°Semaine		7°Semaine		8°Semaine	
Types de traitement		Nbr	%														
Eau Distillé Témoin	C0	0	00	0	00	0	00	1	10	3	30	4	40	4	40	4	40
Na Cl	C1 [1g/l]	0	00	2	20	2	20	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30
	C2 [3g/l]	0	00	1	10	2	20	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30
	C3 [10g/l]	0	00	1	10	2	20	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C4 [1g/l]	0	00	0	00	1	10	1	10	2	20	2	20	2	20	2	20
	C5 [3g/l]	1	10	2	20	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30
	C6 [10g/l]	0	00	1	10	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30	3	30

Nbr: Nombre



**Figure 38** : Germination des graines de *Pisum sativum* avec différents traitements ( $\text{NaCl}$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) à température ambiante  $20^\circ\text{C}$  en fonction du temps

La germination connaît une ascension moyenne pour les différents traitements. Durant les trois premières semaines, la germination ne dépasse pas les 30%. Ce taux va s'élever pour s'arrêter à 40% à la 6<sup>ème</sup> semaine. A 1g/l ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) la germination n'a pas eu l'écho favorable. Disons qu'à partir de la 4<sup>ème</sup> semaine la germination a commencé à réellement s'amorcer et cela pour l'ensemble des traitements et ensuite finir avec des taux n'excédant les 40% (Figures 38,39, 40 et 41, Tableau 21).



**Figure 39** : Photo de la germination des graines de *Pisum sativum* avec différentes concentrations de NaCl après 8 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).



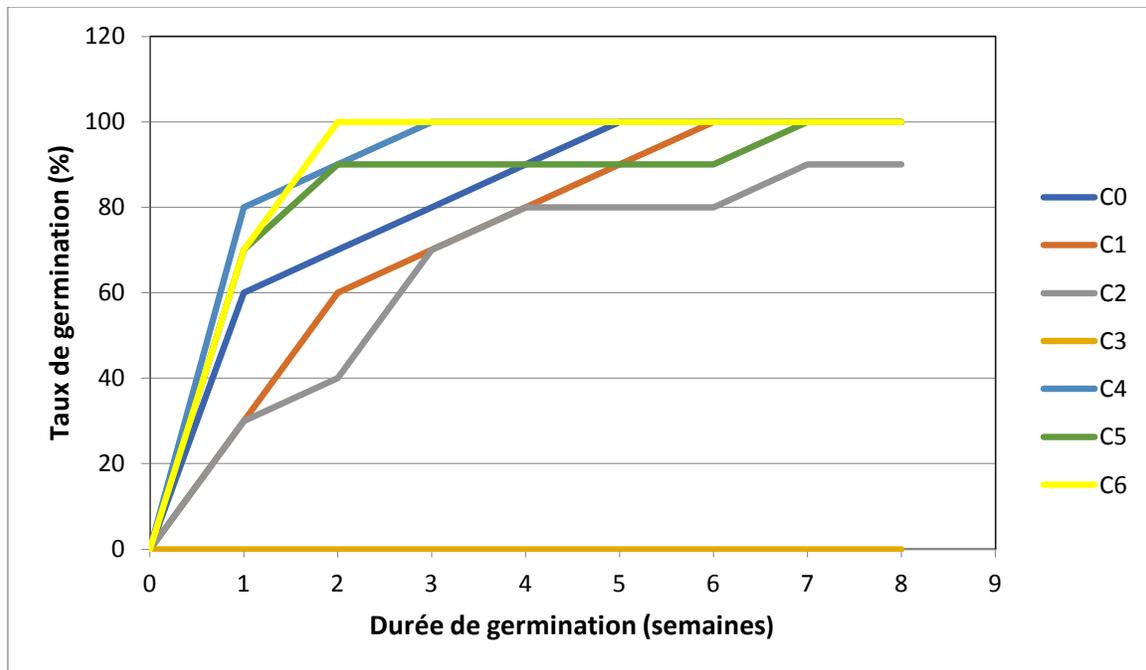
**Figure 40** : Photo de la germination des graines de *Pisum sativum* avec différentes concentrations de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> après 8 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).



**Figure 41** : Photo de la germination des graines de *Pisum sativum* dans l'eau distillée après 8 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Tableau 22** : Germination des graines de *Lens esculenta* avec différents traitements de NaCl à température ambiante 20°C (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

		1°Semaine		2°Semaine		3°Semaine		4°Semaine		5°Semaine		6°Semaine		7°Semaine		8°Semaine	
Types de traitement		Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%
Eau Distillé Témoin	C0	6	60	7	70	8	80	9	90	10	100	10	100	10	100	10	100
Na Cl	C1 [1g/l]	3	30	6	60	7	70	8	80	9	90	10	100	10	100	10	100
	C2 [3g/l]	3	30	4	40	7	70	8	80	8	80	8	80	9	90	90	90
	C3 [10g/l]	0	00	0	00	0	00	0	00	0	00	0	00	0	00	0	00
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C4 [1g/l]	8	80	9	90	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
	C5 [3g/l]	7	70	9	90	9	90	9	90	9	90	9	90	10	100	10	100
	C6 [10g/l]	7	70	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100



**Figure 42** : Germination des graines de *Lens esculenta* avec différents traitements à température ambiante 20°C

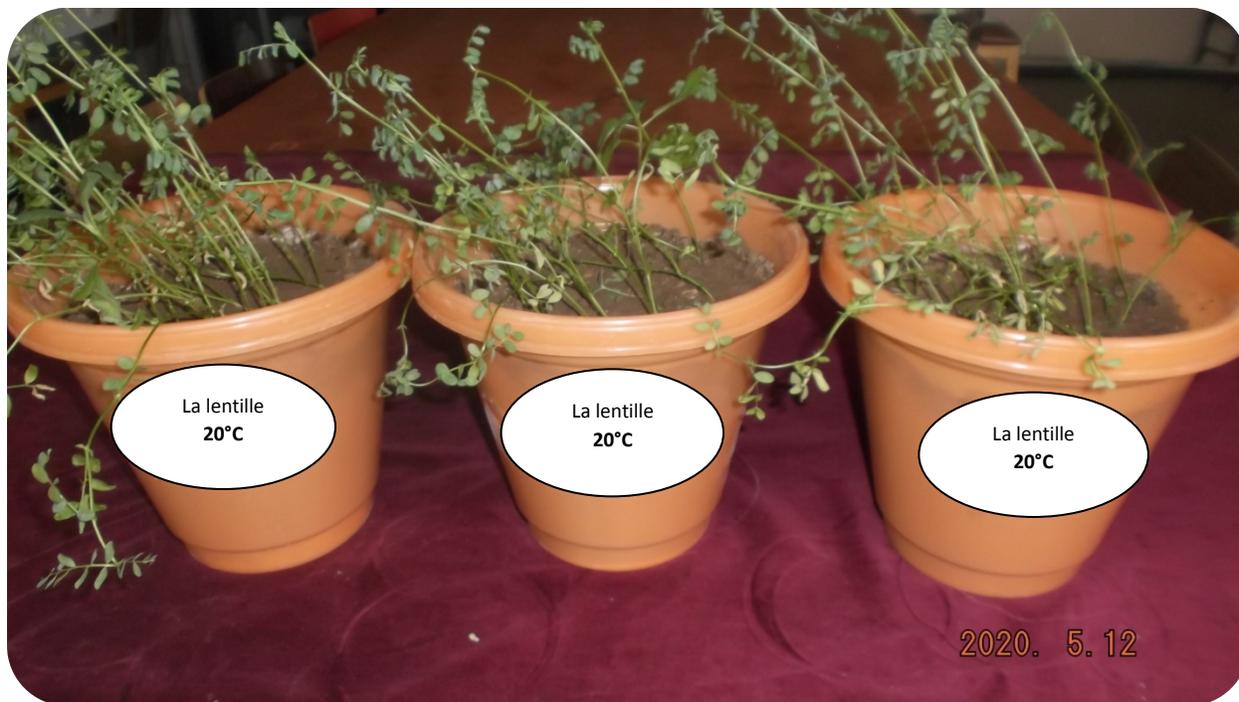
La germination semble répondre, elle s'annonce dès la première semaine pour les différents traitements, on enregistre 30% pour [3g/l] de NaCl et 80% pour [1g/l] de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Après la deuxième semaine le taux de germination connaît une forte ascension (de 40 à 100%) en particulier pour 3g/l, 1g/l de NaCl, 3g/l de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, celui-ci va s'élever au cours des autres semaines de 90 à 100 % pour pratiquement les différentes concentrations (Figures 42, 43, 44 et 45, Tableau 22).

Un traitement n'a pas réagi ou répondu du tout, où on a n'a pas observé de germination tout au long de l'expérience il s'agit de 10g/l de NaCl.

La germination en présence du témoin eau distillée augmente d'une manière linéaire à partir de la première semaine jusqu'à la 8<sup>ème</sup> semaine.



**Figure 43 :** Photo de la germination des graines de de *Lens esculenta* avec différentes concentrations de  $\text{NaCl}$  après 8 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).



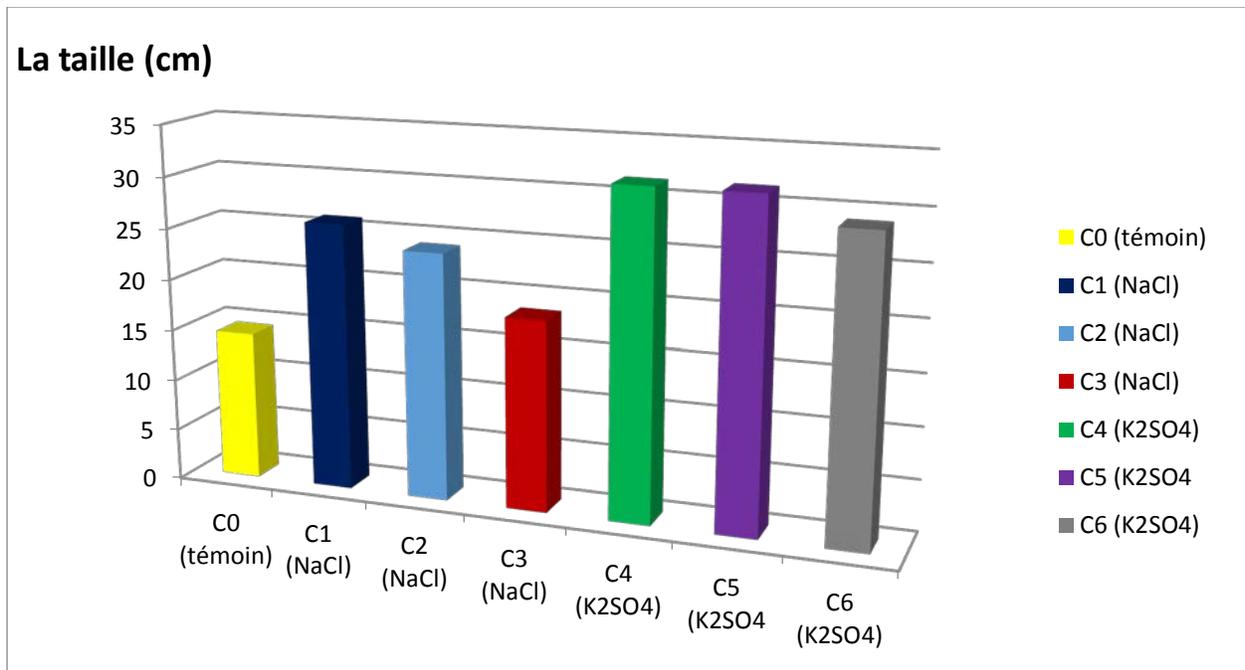
**Figure 44 :** Photo de la germination des graines de *Lens esculenta* avec différentes concentrations de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  après 8 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).



**Figure 45** : Photo de la germination des graines de *Lens esculenta* dans l'eau distillée après 8 semaines (Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).

**Tableau 23** : Taille des plantules (cm) de *Pisum sativum* après 8 semaines

Type De traitement		Taille des plantules (cm) après 8 semaines		
		Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne
Eau Distillé Témoin	C0	5	24	14.5
Na Cl	C1 [1g/l]	25	27	26
	C2 [3g/l]	22	26	24
	C3 [10g/l]	18	19	18.5
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C4 [1g/l]	30	33	31.5
	C5 [3g/l]	30	33	31.5
	C6 [10g/l]	28	30	29



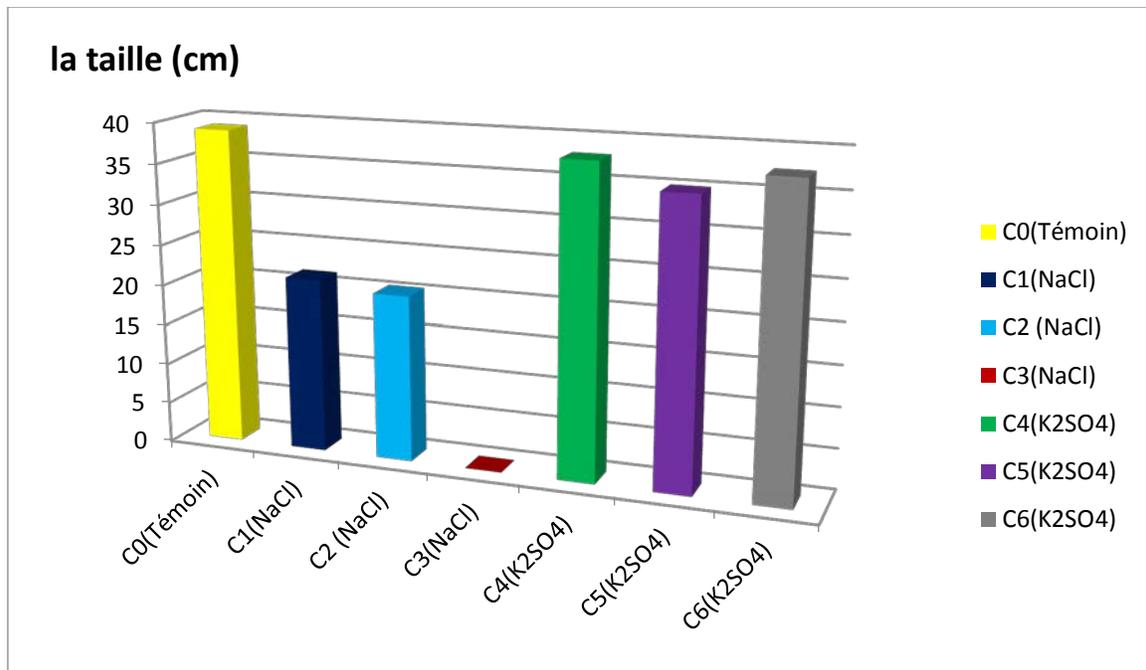
**Figure 46 :** Taille des plantules (cm) de *Pisum sativum* après 8 semaines

Les tailles les plus élevées (31.5 cm) sont obtenus pour les traitements (1g/l et 3g/l de  $K_2SO_4$ ) des plantules du petit pois *Pisum sativum*. Les autres (1, 3, 10g/l de  $NaCl$ ) ne vont pas s'allonger de la même manière au contraire elles atteignent des seuils moins élevés que les précédents (18.5, 24 et 26 cm) (Figure 46, Tableau 23 ).

La croissance traitée par l'eau distillée (témoin 0g/l) ne semble pas s'exprimer (14.5cm). Cette situation est étonnante, les plantules auraient pu se manifester beaucoup mieux et croître normalement pour rejoindre les traitements ci-dessus.

**Tableau 24 :** Taille des plantules de *Lens esculenta* en centimètres/cm après 8 semaines

Type De traitement		Taille des plantules (cm) après 8 semaines		
		Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne
Eau Distillé Témoin	C0	38	40	39
Na Cl	C1 [1g/l]	20	23	21.5
	C2 [3g/l]	19	22	20.5
	C3 [10g/l]	0	0	0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C4 [1g/l]	36	40	38
	C5 [3g/l]	34	36	35
	C6 [10g/l]	37	38	37.5



**Figure 47 :** Taille des plantules de *Lens esculenta* en centimètre/cm après 8 semaines

Les tailles les plus élevées sont obtenus pour les traitements (1g/l et 3g/l 10g/l) de  $K_2SO_4$  variant comme suit : 35, 37.5, 38cm. Les plantules de *Lens esculenta* traitées par l'eau distillée [0g/l] traitement témoin ont connu une élévation relativement élevée (39cm). Les autres au contraire connaissent des seuils moins élevés que les précédents (20.5 et 21.5 cm) traitées par 1 et 3g/l de Na Cl (Figure 47, Tableau 24 ).

La concentration de 10g/l a eu un effet négatif sur la germination d'abord et la croissance des plantules ensuite. Il est tout à fait normal d'obtenir ce genre de résultats, car plus la concentration s'élève plus elle inhibe les stades de végétation chez cette fabacée.

Tableau 25 : Nombre de feuilles de *Pisum sativum* après 8 semaines

Type De traitement		Nombre de feuilles après 8 semaines		
		Nombre minimal	Nombre maximal	La moyenne
Eau Distillé Témoin	C0	5	12	9
Na Cl	C1 [1g/l]	13	15	14
	C2 [3g/l]	11	13	12
	C3 [10g/l]	5	7	6
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C4 [1g/l]	12	14	13
	C5 [3g/l]	12	14	13
	C6 [10g/l]	11	12	12

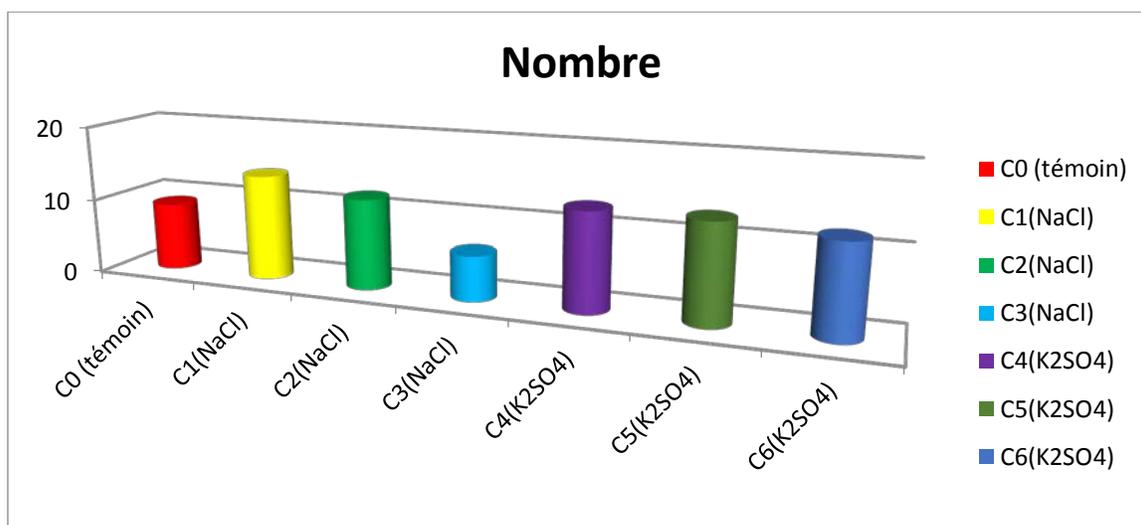


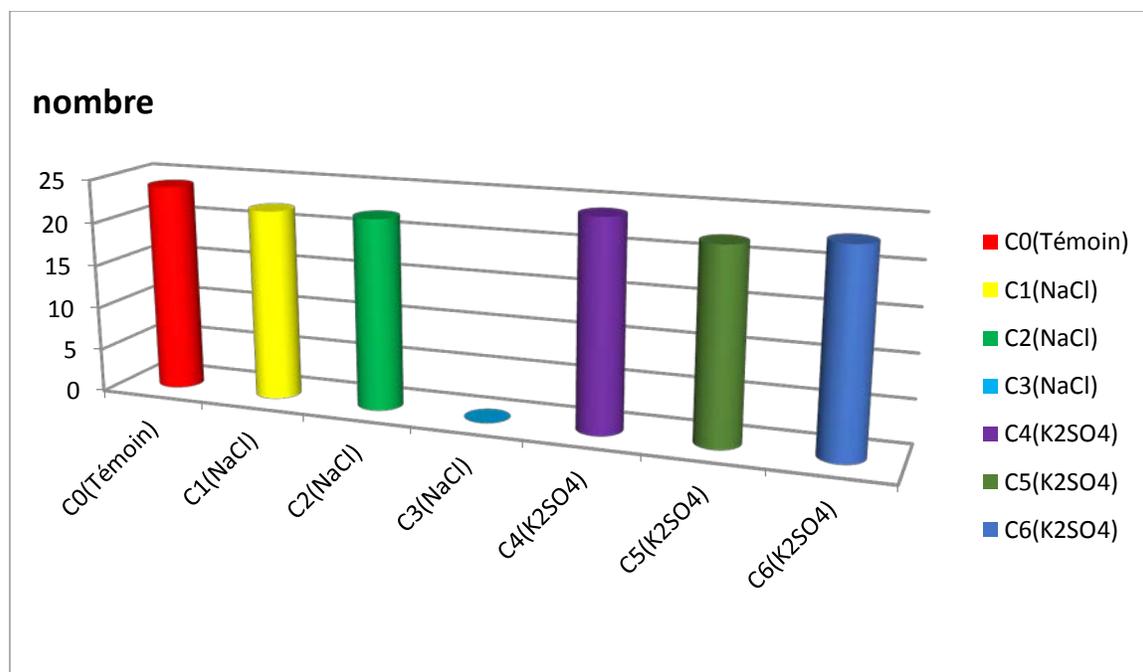
Figure 48 : Nombre de feuilles de *Pisum sativum* après 8 semaines

Le nombre de feuilles du petit pois *Pisum sativum* les plus élevées atteignent 14 feuilles sont obtenus pour les traitements (1g/l NaCl), 13 feuilles pour (1g/l, 3g/l K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Les autres concentrations (3, 10g/l de NaCl) et (10g/l K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ne donnent pas le même résultat ce nombre de feuilles diminue et atteint respectivement 12 et 6 feuilles (Figure 48, Tableau 25 ).

Le petit pois traité par l'eau distillée (témoin 0g/l) permet d'obtenir 9 feuilles, un chiffre relativement bas.

**Tableau 26 : Nombre de feuilles de *Lens esculenta* après 8 semaines(Kahouadji et Boudghene Stambouli., 2020).**

Type De traitement		Nombre de feuilles après 8 semaines		
		Nombre minimal	Nombre maximal	La moyenne
Eau Distillé Témoin	C0	23	25	24
Na Cl	C1 [1g/l]	20	23	22
	C2 [3g/l]	20	24	22
	C3 [10g/l]	0	0	00
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C4 [1g/l]	23	25	24
	C5 [3g/l]	20	24	22
	C6 [10g/l]	21	25	23



**Figure 49** : Nombre de feuilles de *Lens esculenta* après 8 semaines

Chez la lentille *Lens esculenta* le nombre de feuilles atteint 24, il s'agit du nombre le plus élevé qui sont obtenus pour les traitements 1g/l de  $K_2SO_4$  et 0g/l (témoin, eau distillée).

Les traitements de 1 et 3g/l de NaCl puis de 3 et 10g/l de  $K_2SO_4$  développent chez les plantules un nombre de feuilles moins élevés que les précédents 22, 23 feuilles (Figure 49, Tableau 26).

La concentration de 10g/l de NaCl a cependant eu un effet négatif d'une part sur la germination et d'autre part sur la croissance des plantules. Ces 02 stades n'ont enregistré en outre aucune graine germée et aucun développement foliaire.

**IV.4. Conclusion :**

Le sel ne change pas le schéma morphogénétique des plantes puisque le nombre de feuilles des plantes traitées est voisin de celui des témoins.

L'arrêt de la croissance est directement relié à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol (**Greenway et Munns, 1980 in Parida et Das, 2005**). La salinité est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (**Allakhverdiev et al., 2000b in Parida et Das, 2005**) ce qui d'ailleurs fut notre cas. Durant le début et le développement du stress salin à l'intérieur de la plante, tous les processus majeurs tels que : la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétiques... sont affectés. La première réponse est 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 est signalé par des chercheurs comme **Parida et Das (2005)**.

# Conclusion générale

### Conclusion générale

Au terme de ce travail étalé sur plus de deux mois au cours desquelles nous avons pu effectuer deux expériences successives, l'une sur le petit pois et l'autre sur la lentille. Ce sont deux espèces végétales appartenant à la famille des Fabacées. Elles ont subi les traitements que nous leur avons administré avec deux sels différents **NaCl** (chlorure de sodium) et **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** (sulfate de potassium).

Effectuées en conditions de températures différentes (**20°C** température ambiante et **5°C** température froide du frigidaire), ces deux expériences nous ont permis d'obtenir les résultats suivants :

Le taux de germination chez le **petit pois** traité par le **NaCl** atteint 96% à **20°C** et 13 % à **5°C** pour les faibles concentrations, par contre le taux de germination pour les concentrations élevées atteint 3.33% à **20°C** et 10% à **5°C** . Pour l'autre traitement le **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** la germination des graines enregistre un pourcentage élevé de 96% à **20°C** et 30 % à **5°C** pour les faibles concentrations . Dans les fortes concentrations nous obtenons 73.3% à **20°C** et 10% à **5°C** , alors que le traitement témoin donne un résultat de 100% à **20°C** et 30% à **5°C**.

Concernant la lentille traitée par le **NaCl**, les graines ont germées à 23.3% en présence d'une température ambiante de **20°C** et à 6.66 % à température de **5°C**, celles-ci pour les faibles concentrations (de 1g/l à 3g/l) , cependant les fortes concentrations (de 4 à 10g/l) montrent des taux de germination très faibles 3.33% à **20°C** et 00% à **5°C** . En comparaison avec le deuxième traitement **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** celui-ci enregistre un taux de 43.3% à **20°C** et 3.33% à **5°C** pour les faibles concentrations (de 1g/l à 3g/l) et pour les fortes concentrations (de 4 à 10g/l) 3.33% à **20°C** et 00% à **5°C**. Par contre le traitement témoin donne le même résultat de 20% dans les deux milieux **20°C** et **5°C**.

Après la deuxième semaine le taux de germination accuse une forte ascension (de 40 à 100%) en particulier pour 3g/l, 1g/l de **NaCl**, 3g/l de **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**, celui-ci va encore croître

s'élever au cours des autres semaines de 90 à 100 % pour pratiquement les différentes concentrations.

Les graines ayant évolué dans pots ont vu leur germination varier comme suit 31.5 cm sont obtenus pour les traitements (1g/l et 3g/l de  $K_2SO_4$ ) des plantules du petit pois *Pisum sativum*. Les autres traités par le **Na Cl** (1, 3, 10g/l de) ne vont pas s'allonger de la même manière au contraire elles s'élèvent à respectivement à 18.5, 24 et 26 cm).

La germination en présence du témoin eau distillée augmente d'une manière linéaire à partir de la première semaine jusqu'à la 8<sup>ème</sup> semaine.

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**). Ces résultats viennent confirmer les effets relevés, à travers des études antérieures, exercés par la salinité sur le processus de germination chez plusieurs espèces de légumineuses. **Okçu et al., (2005)** ont démontré que l'application de différents niveaux de **NaCl** induit une réduction significative du taux de germination final chez les cultivars de petit pois. Des résultats comparables ont été observés chez différentes variétés de haricot, de pois chiche (**Hajlaoui et al., 2007**), de lentille et d'autres légumineuses fourragères.

L'effet de **NaCl** sur le comportement germinatif des graines se traduit par une augmentation du temps de latence et une diminution de la vitesse et du taux de germination.

Il a été montré que les traitements statistiquement parlant (différents de sels) sont en étroites relations avec les pourcentages de germination, ce qui veut dire que l'effet sel s'est exprimé.

Les résultats cependant ont montré que les conditions optimales de la germination ont été relevé en milieu non salé. D'autre part le stress salin semble être la clé de voute où les effets sur la germination et la montaison (avec la taille des plantules et le nombre de feuilles) ont été bien soulignés. Les concentrations de **NaCl** faibles retardent la germination sans réduction de la faculté germinative, Les concentrations de **NaCl**

élevées retardent la germination et par voie de conséquence la faculté germinative, concentrations fortes inhibent totalement la germination.

Il serait à notre avis à la lumière des résultats recueillis de poursuivre ce genre de travail en variant les conditions du milieu ( avec d'autres températures), en variant ou en associant d'autres sels **KCl**, **MgCl<sub>2</sub>** , **CaSO<sub>4</sub>** , etc... cela afin de confirmer ou infirmer les effets produits par le **NaCl** et le **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** sur ces stades de végétation juvéniles (germination et montaison).

# Références bibliographiques

- ABEL G, MACKENZIE A., 1964-** Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* L) during germination and later growth. *Crop Sci* 4, 157-161
- ALMI H.,2016-** . Etude des myco-pathogènes de *Lens culinaris* et évaluation de l'effet de deux souches de *Trichoderma harzianum* : cas de la Fusariose et de la Cylandrosporiose. Thèse de Doctorat en Biologie . Univ. des Frères Mentouri. 116p.
- CHAPMAN H., 1968-** .The mineral nutrition of Citrus. In : *The Citrus Industry. II.* (W Reuther, LD Batchelor, HD Webber, eds), Univ California Press, Berkeley, 127-289
- ANONYME 1. 2012-** Taxonomical database. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Retrieved from.
- 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.
- BAILLIER B.J., et Fils, 1984-** Les pois potagers.19<sup>ème</sup> édition, libraires, Paris, 2-3p.
- BAIZE D., 2000-** Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206-207.
- BEDDI M.,2017-** Comparaison germinative de deux espèces de la famille des Fabacées (In vitro). Mém. Master. Univ. Tlemcen. 80p.
- BEN NACEUR M, RAHMOUNE C, SDIRI H, MADDAH M, SELMI M.,2001-** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Sécheresse* ;12: 167-174.
- BENABADJI N., 1977-**Etude expérimentale de la croissance et de la production de tomate sous l'action des concentrations différentes de NaCl et d'apports d'amendements. Thèse d'Ingénieur en Agronomie. INA. Institut National Agronomique. 69 pages + annexes
- 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.
- BOUALLA N , BENZIANE A, ET DERRICH Z., 2012-**Origine de la salinisation des sols de la plaine de M'leta, Oran Algérie *Journal of applied Biosciences* 53 :3787-3796. ISSN 1997-5902

- BOUZID 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 : 6 -9-4.
- BRINK M. ET BELAY G., 2006-** Céréales et légumes secs, ressources végétales de l'Afrique tropicale. Fondation Prota, Wageningen, Pays-Bas :102p.
- CAMARA B., SANOGO S., CHERIF M.et KONE D., 2018-** Effet du stress salin sur la germination des graines de trois légumineuses (*Phaseolus vulgaris*, *Glycine max* et *Vigna unguiculata*). Jour. UFR Biosciences. ISSN 1997-5902 , Abidjan Côte Ivoire. 124 : 24-32
- DOUAOUI A, HARTANI T., 2007-**Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation du Bas-Chélif.Actes de l'atelier régional SIRMA . Tunis.
- COKKIZGIN ALIHAN ET MUNQEZ J. AND Y. SHTAYA. 2013-** Lentil: Origin, Cultivation Techniques, Utilization and Advances in Transformation. Agricultural Science Volume 1, Issue 1: 55-62
- COSTA G, QUEIROZ-MONICI K, REIS S, ET OLIVEIRA C., 2006-** Chemical composition, dietary fiber and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. Food chemistry.94: 327-330.
- COUSIN R. et BANNEROT H., 1992-** Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA Editions. Paris, France. Pp173-188
- COUSIN R., 1996-** Le pois variabilité objectifs des sélections, station génétique et amélioration des plantes, INRA, Paris, 1-4p.
- EL GIBALY H, GOUMAH H., (1969)** .The effect of salinization on the growth and yield of sugar cane. Beitr Trop Subtrop Laudwirt Tropenveterinaarmed 7, 27- 39
- FLOWERS T., 2004-**Improving crop salt tolerance. Exp. Bot., 55 (396), pp. 307-319
- GREENWAY H.,1965-** Plant responses to saline substrates. VII. Growth and ion uptake throughout plant development in two varieties of *Hordeum vulgare* L. Aust J Biol Sci 18, 763-779

**HAJLAOUI, H. DENDEN, M. BOUSLAMA, M. 2007-**Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. *Tropicultura*, (25): 168-173.

**HAOUALA F, FERJANI H, et BEN EL-HADJ S., 2004-** Effet de la salinité sur la répartition des cations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$ ) et du chlore ( $\text{Cl}^-$ ) dans les parties aériennes et les racines du Ray-grass anglais et du chiendent. *Rev. Biot. Agron. Soc. Env.*, 11(3): 235-244.

**HOLWACH LP., (1982).** Dissertation abstracts international (42) cornell uni. Uthaca, NV, USA.

**LALUMIERE M., LEVESQUE R., ROULEAU M., et TOGOLA M., 1996-** L'encyclopédie visuelle des aliments, Ed. Padie, Québec, Canada : 156-158

**LAREDJ Z. R., 2013-** Effet de la salinité sur le comportement hydrique et minérale du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Thèse Magistère Biodiversité végétale Méditerranéenne, Univ. Oran Ahmed Benbella: 117p.

**LEVITT J., 1980-** Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York: 365-488.

**MC VICAR R, M CALL P, BRENZIL C, HARTLEY S, PANCHUK K, MOOLEKI P, VANDENBERG A, ET BANNIZA S., 2010-** Lentils in Saskatchewan. Fact Sheet. Saskatchewan Ministry of Agriculture.

**MERZOUG A., 2015-** Importance de la fusariose vasculaire du Pois (*Pisum sativum* L.) dans l'ouest Algérien : pouvoir pathogène, races physiologiques et compatibilité végétative chez *Fusarium oxysporium* sbsp : pisi et essai de lutte biologique. Thèse Doctorat En Sciences Faculté SNV /STU. Univ. Mostaganem 235p.

**MESSIAEN C.M., MESSIAEN P. F., 2009-** Le potager familial Méditerranéen, Ed. Hermann, Paris: 102p.

**MICHEL C, et al ., 2005-** Sols et environnement Dunod, Paris : 620p.

**NAIMI F, MERDJ A.,2018-** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantes d'haricot. Mémoire Master. Biologie. Univ Khemis Miliana.54p.

- NASSIRA R., 2014-** Diversité et structure génétique des populations de *Rhizobium leguminosarum* symbiovar *viciae* isolées du pois (*Pisum sativum*) et de la lentille (*Lens culinaris*) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'Est algérien. Thèse Doctorat en sciences, Option : Biochimie et Microbiologie Appliquée. Univ. Constantine 1 Dp Microbio. Faculté SNV. 153p.
- NDEYE THIORO D., 2000-** Evaluation au champ et en conditions de salinité des performances agromorphologiques et physiologiques de lignées de riz *Oryza sativa* L. cultivar 1 Kong Pao (IKP) sélectionnées in vitro en présence de sel. Thèse Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Cheikh Antadiop, Dakar : 108p.
- NYABYENDA P., 2005-** Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique Dominique verriers, Bruxelles, 63p.
- OKCU, G. KAYA, M.D. ET ATAR, M. 2005-** Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turk J Agric for.*, 29: 237-242.
- PARIDA A., DAS A B., 2005-** Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology Ad Environmental Safety*, 60(3), 324-49
- PART R., 2007-** Expérimentation en biologie et physiologie végétale, Ed. Quae, Hermann, Paris. 265p.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1962 -** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Ed. CNRS, Paris, Tom .1, 523-524p.
- REAM C, FURR J., 1976-.,** Salt tolerance of some Citrus species, relatives and hybrids tested as rootstocks. *J Am Soc Hortic Sci* 101, 265-267
- ROUDANT M., LEFRANCQ E., 2005 -** Alimentation théorique, Ed. WKF, Dion, France, 150p.
- SAID BOUDAA B., HADDIOIB A., 2011-** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *atriplex* **Revue "Nature & technologie"** n° 05/juin 2011
- SASKATCHEWAN., 2002-** Lentil in Saskatchewan. Saskatchewan Agriculture and Food, Regina.

- SCHAWARTZ D. AND LANGHAM. (2012).** Grows stage of lentil. Disponible sur internet : <http://legume.ipmpipe.org>.
- 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 reseach, National Academies Press, Washington, DC, 143 p.
- SOUCI, FACHMANN ET KRAUT, 2008 :** La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives, 7e édition, 2008, MedPharm Scientific Publishers / Taylor & Francis, ISBN 978-3-8047-5038-8.
- TEGGAR N., 2015-** Edude de l'effet du stress salin sur la nodulation et sur quelques paramètre biochimique et morphologique de la lentille ( lens culinaris L).Mém.Magister. Bio. Univ d'Oran.68p.
- TESTER M , et DAVENPORT R., 2003-** Na<sup>+</sup>tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. Ann. Bot. 91,503-527.
- TLEMSANI M., 2010-** Contribution à l'étude du flétrissement vasculaire du pois chiche (Cicer arietinum L.) causé par Fusarium oxysporum Schelcht. Emend. Snyder & Hans caractérisation, lutte biologique et comportement variétal,Mémoire Magistère Univ. Oran. 95p.
- PITRAT M. et FOURY C., 2003-** Histoires de légumes des origines à l'orée du XXI le siècle. Rev. INRA Ed., 410p.
- YAKOUBI M., 2014-** Biologie, physiologie et mise en évidence de l'activité enzymatique chez quelques isolats d'Ascochyta pisi agent de l'antracnose de petit pois. Mém. Magistère Bio. Univ. Oran Ahmed Ben Bella. 103p.
- ZID E., 1989-.** Étude de la nécrose foliaire chez différentes espèces de Citrus cultivées en présence de NaCl. Rev Fac Sci Tunis 4, 145-160

## Résumé

Cette étude comparative sur le plan germinatif et croissance juvénile a été menée sur deux espèces connues dans le monde agronomique appartenant à la famille des fabacées, il s'agit :

- **Lentille** : *Lens culmaris* subsp : *esculenta* Moench ;
- **Petit pois** : *Pisum arvense* L.P.F.).

Les graines ont été soumises à des traitements (Arrosage par des solutions salées) de **NaCl** et de **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** présentant les concentrations croissantes (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 10g/l). Ayant été effectuées dans des boîtes de pétri et dans des pots, ces expériences se sont déroulées dans deux milieux à températures différentes (**5°C** du frigidaire et **20°C**, température ambiante).

Les résultats obtenus montrent que :

Le **NaCl** en fin de compte s'est révélé plus inhibiteur en réduisant significativement le % de la germination et la taille des jeunes plantules que le **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. Remarqués plus chez la lentille que le petit pois.

Les deux espèces ont réagi aux augmentations des concentrations croissantes et on peut dire dans les deux milieux (**5°C** et **20°C**), elles ont aussi affiché des corrélations négatives. La température froide (**5°C**) semble ralentir la germination en particulier pendant les deux premières semaines.

**Mots clés** : **Germination, Taille, Lentille** : *Lens esculenta* **Petit pois** : *Pisum arvense*, **NaCl** (chlorure de sodium), **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** (sulfate de potassium).

## ملخص

تتضمن هذه الدراسة مقارنة بيومرفولوجية على النمو الإنباتي والأحداث على نوعين معروفين في العالم الزراعي ينتمون إلى فصيلة البقوليات:

- العدس: *culmaris* subsp: *esculenta* Moench
- البازلاء: *Pisum arvense*

خضعت البذور إلى عدة معالجات (الري بمحلول ملحي) من كلوريد الصوديوم و **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** حسب تراكيز متزايدة (1 جم / لتر ، 2 جم / لتر ، 3 جم / لتر ، 4 جم / لتر ، 5 جم / لتر ، 6 جم / لتر ، 10 جم / ل). تم إجراء المعالجة ، أجريت هذه التجارب في أطباق بترى في وسطين بدرجات حرارة مختلفة (5 درجة مئوية من الثلاجة و 20 درجة مئوية ، درجة حرارة الغرفة). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها ما يلي:

أثبت **NaCl** أنه أكثر تثبيطاً من خلال تقليل نسبة إنبات وحجم الشتلات الصغيرة بشكل ملحوظ عن **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. يلاحظ في العدس أكثر من البازلاء.

تفاعل كلا النوعين مع الزيادات في التراكيز ،ويمكن القول في كل من الوسائط (5 درجة مئوية و 20 درجة مئوية) انهم أظهروا إرتباطات سلبية. يبدو أن درجة الحرارة الباردة (5 درجات مئوية) تثبط الإنبات خاصة خلال الأسبوعين الأولين.

**الكلمات المفتاحية**: الإنبات ، الطول ، العدس ، البازلاء: *Pisum arvense* ، **NaCl** (كلوريد الصوديوم) ، **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** (كبريتات البوتاسيوم)

## Summary

This comparative study on the germinative and juvenile growth was carried out on two species known in the agronomic world belonging to the family of fabaceae:

- **Lentils** : *Lens culmaris* subsp: *esculenta* Moench;
- **Pea** : *Pisum arvense* L.P.F.).

The seeds were treated with **NaCl** and **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** with increasing concentrations (1g/l, 2g/l, 3g/l, 4g/l, 5g/l, 6g/l, 10g/l). The experiments were carried out in petri dishes and pots and took place in two environments at different temperatures (**5°C** from the refrigerator and **20°C**, ambient temperature).

The results obtained show that:

**NaCl** ultimately proved to be more inhibitory by significantly reducing the % germination and size of seedlings than **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. more noticeable in lentils than peas. Both species responded to increases in increasing concentrations, and in both media (**5°C** and **20°C**), they also exhibited negative correlations. Cold temperatures (**5°C**) appear to slow germination particularly during the first two weeks.

Keywords: Germination, Size, Lentils: *Lens culmaris* Pea: *Pisum arvense*, **NaCl** (sodium chloride), **K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** (potassium sulphate).