

**UNIVERSITE KASDI MERBAH
OUARGLA**
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques



**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE**

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie végétale

Présenté par : BENLARIBI Hibet Allah et BOUZEGAG Hadjer

Thème :

**Effets de différentes proportions de graines de luzerne
sur la germination et post-germination des graines de
quinoa : cas de la mise en germination du quinoa après
4 jours de la luzerne**

Soutenu le : 20 / 06/ 2022

Devant le jury :

Président : TRABELSI H.

M.C.A

UKMO

Examineur : HADJADJ S.

M.C.A

UKMO

Encadreur : CHAABENA A.

M.A.A

UKMO

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Allah, l'omnipotent, pour nos avoir donné la force, la patience et le courage pour mener ce travail à son terme.

A notre encadreur de mémoire, Mr chaabena Ahmed pour avoir accepté de nos encadrer pour son dynamisme, son aide et ses précieux conseils, nos ont permis d'avancer plus loin dans cette recherche

A' notre présidente de mémoire, Mme Trabelsi Hafida, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider cette soutenance.

A notre examinateur de mémoire Mme Hadjadj Soumia, qui nous ont a fait l'honneur de juger ce travail.

Que ce travail soit témoignage de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A la fin nous remercions toute personne qui nous a aidés de près ou de loin.

BOUZEGAG et BENLARIBI

Dédicace

Je dédie ce travail a :

*La mémoire de ma famille qu'ils reposent en paix (ma grande mère **Fatma**, mon grand-père **Moustapha**), qu'ALLAH l'acceptent dans ces vastes paradis.*

*A Mes chersparents, qui ont toujours été la a mes coté, ils m'ont donné de la force, la fierté et l'amour. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie
« je vous aime tellement ».*

*A mes très chers frères «**Khaled** » et «**Amine** ».*

*A ma chère sœur «**Lina** », je prie dieu de t'aider à atteindre le jour où je te voie à la hauteur.*

*A tous les membres de ma famille et toutes personnes qui porte le nom « **BOUZEGAG** » et « **BOUHAFS** », et spécialement à mon grand-père « **Lhacen** » et ma grande mère « **Saliha** » Que dieu leur procure une longue vie.*

*A mes amis, mes proches, tout particulièrement « **Chayma** » et « **Ghouz** » qui m'ont donné de l'amour et qui m'ont toujours encouragé.*

*A tout la promotion de 2éme années Master en Biotechnologie Végétale. A mon chère amie avant d'être binôme «**Hiba** ».*

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour ce projet soit possible.

Je vous dis Merci ♥.

Hadjer.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père « **Yahia** »*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, à celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espairs, à la source d'amour incessible : ma chère mère « **Arbia** ».*

A ma moitié Imane qui ma soutenir et me conseiller, encourager tout au long de mes études

*A mes sœurs « **Razika** » et « **Souad** », ma nièce « **Nourane** » et mes frères : « **Adel** », « **Mohamed** », « **Brahim** » et mon bras « **Rafik** »*

*A tous mes amis que j'ai connu jusqu'à maintenant et ma meilleur copine « **Abir** » pour ses soutiens moral qui m'a aidée et supportée dans les moments difficiles*

*Sans oublier mon binôme « **Hadjer** » (**H38**) pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet*

Je vous aime énormément ♥.

Hiba Allah.

Liste des abréviations :

TGM : temps moyen de germination

TGF : taux germination final

TM : temps moyen

CV : coefficient de vélocité

HSD : Honestly Significant Difference

Liste des figures :

N°	Titre	Page
01	Les graines de luzerne.	3
02	Les graines du quinoa variété Q102	3
03	Disposition des deux espèces au niveau de la boîte de Petri	4
04	Les boîtes de Petri pour les tests de germination.	5
05	La mesure des longueurs avec le pied à coulisse	8
06	Taux de germination final du quinoa pour les différents traitements	10
07	Evolution du taux de germination du quinoa en fonction du temps selon les différents traitements	11
08	Evolution de la vitesse de germination du quinoa en fonction du temps selon les différents traitements	12
09	Temps pour 50 % germination ($t_{1/2}$) du quinoa pour les différents traitements	13
10	Coefficient de vélocité du quinoa pour les différents traitements	14
11	Temps moyen de germination (t) du quinoa pour les différents traitements	16
12	Longueur maximale de la radicule du quinoa pour les différents traitements	17
13	Longueur maximale de la tigelle du quinoa pour les différents traitements	18

Liste des tableaux :

N°	Titre	Page
01	Proportions des graines de chaque espèce au niveau des boîtes de Petri pour les différents traitements.	5
02	Analyse de la variance (Variable Taux de germination final (%))	10
03	Test de Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le taux de germination final.	11
04	Analyse de la variance du Temps pour 50 % germination (t1/2).	13
05	Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le temps pour 50% germination (t1/2).	13
06	Analyse de la variance du Coefficient de vélocité	15
07	Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le Coefficient de vélocité.	15
08	Analyse de la variance (Variable Temps moyen de germination (t) en jours)	16
09	Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le temps moyen de germination (t).	16
10	Analyse de la variance de la Longueur maximale de la radicule (mm).	17
11	Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour la Longueur maximale de la radicule (mm).	18
12	Analyse de la variance de la Longueur maximale de la tigelle (mm).	19
13	Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour la Longueur maximale de la tigelle (mm).	19

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
Chapitre I- Matériels et méthodes	3
Objectif.....	3
I.1- Matériels utilisés.....	3
I.1.1-Matériel végétal	3
I.1.2-Matériel utilisée dans l'expérience	3
I.2. Méthodologie	4
I.2.1-Préparation des graines et mise en germination	4
I.2.2-Paramètres étudiés	6
I.2.2.1-Taux de germination finale	6
I.2.2.2-Vitesse de germination.....	7
I.2.2.3-Temps moyen de germination	7
I.2.2.4-Coefficient de vélocité	7
I.2.2.5-Temps pour 50% de germination	7
I.2.2.6-Les longueurs maximales de la radicule et de la tigelle.....	8
I.2.3-Analyses statistiques	8
Chapitre II- Résultats et discussion	10
II.1. Résultats	10
II.1.1. Le taux de germination final	10
II.1.2. Évolution du taux de germination	11
II.1.3. Évolution de la vitesse de germination	12
II.1.4. Temps pour 50% germination ($t_{1/2}$)	13
II.1.5. Coefficient de vélocité	14
II.1.6. Temps moyen de germination (t) du quinoa	15
II.1.7. Longueur maximale de la radicule (mm	17
II.1.8. Longueur maximale de la tigelle (mm	18
II.2 Discussion	19
Conclusion	21
Références bibliographiques	22
Résumés	



Introduction

Introduction :

Les communautés végétales sont en partie régies par les interactions entre espèces. Il existe deux modalités d'interactions entre les plantes : les relations de facilitation représentant l'effet positif d'une espèce sur d'autres espèces, comme la protection contre l'herbivore et les associations symbiotiques et les interférences négatives, ces dernières peuvent être directes, c'est-à-dire, de plante à plante (compétition, allélopathie) ou indirectes (attraction ou entretien d'organismes comme les herbivores affectant les plantes voisines (**Bouton, 2005**)).

L'allélopathie a d'abord été définie par **Molisch en (1937)** comme une interaction directe ou indirecte entre les plantes qui provoque des effets nocifs ou bénéfiques par la libération de produits chimiques (des acides phénoliques ; des flavonoïdes ; des terpénoïdes ; des alcaloïdes et des glucosinolates) (**Rice, 1984 ; Kato-Noguchi, 2009**). Un certain nombre de scientifiques ont reconnu l'importance de l'allélopathie et d'autres mécanismes moléculaires dans la production végétale et fourragère.

L'allélopathie joue un rôle important dans les agro-écosystèmes et a souvent une grande influence sur les interactions des communautés biotiques (**Parves et al. 2003**) telles que la composition de la communauté végétale (**Lawton, 1994**). Ces influences et interactions sont principalement le résultat de la libération d'allélochimiques des plantes donneuses vers les plantes cibles (**Parves et al. 2003**).

Les allélochimiques sont généralement des métabolites végétaux secondaires, qui font partie d'un large éventail de produits chimiques synthétisés par les plantes, qui ne sont pas directement impliqués dans la croissance et le développement des plantes (**Baziar, 2014 ; Sitthinoi, 2017**). De nos jours, les plantes allélopathiques sont utilisées pour le contrôle des mauvaises herbes et le développement d'herbicides naturels (**Baziar, 2014 ; Sitthinoi, 2017**). La nature respectueuse de l'environnement et de la biodiversité du contrôle allélopathique des mauvaises herbes l'a rendu plus populaire que les méthodes mécaniques et les herbicides chimiques (**Baziar, 2014 ; Sitthinoi, 2017**). Certaines espèces végétales dégagent des substances biochimiques utiles (également appelées substances allélochimiques ou phytochimiques) qui inhibent/suppriment la germination des graines et la croissance des mauvaises herbes (**Baziar, 2014 ; Sitthinoi, 2017**). Ces composés phytochimiques sont généralement des composés phénoliques (tels que les tanins), des alcaloïdes, des stéroïdes, des terpènes, des saponines et des quinones qui affectent la croissance et le développement de

certaines espèces végétales (**Dayan et al. 2010**). Le mécanisme d'action de certains produits allélochimiques est similaire à celui des herbicides chimiques, ce qui les rend idéaux pour la gestion des mauvaises herbes. Ainsi, la sécrétion d'allélochimiques joue un rôle majeur dans le succès des plantes et dans le maintien de l'équilibre écologique.

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), plante herbacée annuelle de la famille des Chénopodiacées (actuellement Amaranthacées), En 1996, la FAO a classé le quinoa parmi les cultures prometteuses pour l'humanité, en raison non seulement de ses importantes propriétés bénéfiques et de ses nombreuses utilisations, mais aussi du potentiel qu'elle offre pour résoudre les graves problèmes de malnutrition humaine. La NASA a également intégré cet aliment dans le système CELLS (en français : Système de survie écologique contrôlé) pour équiper ses missions de longue durée, en raison de son excellente composition nutritionnelle, ce qui montre que cette culture peut représenter une solution possible pour résoudre les problèmes de malnutrition dus à un apport protéique insuffisant (**FAO, 2013**)

La luzerne (*Medicago sativa* L.) est la légumineuse (ou fabacée) fourragère vivace la plus largement cultivée dans de nombreux pays.

La luzerne est connue pour être à la fois auto toxique et allélopathique (**Ramesh et al., 1989**). Elle est largement cultivée dans l'oasis algérienne et dans des nombreuses régions du monde, et elle est la principale culture pour l'alimentation du bétail, Il s'agit d'une culture très bien adaptée aux conditions édaphoclimatiquex saharienne. La plante a une grande importance dans la rotation des cultures, car elle est connue depuis longtemps comme légumineuse de grande valeur comme culture améliorant le sol.

Le présent travail se propose d'étudier l'effet allélopathique de différentes proportions de graines de luzerne mise en germination depuis 4 jours sur la germination et post germination des graines de quinoa.



Chapitre I
Matériels et Méthodes

Objectif

Notre objectif est d'approcher et de comparer les interactions des graines de la luzerne (*Medicago sativa* L.) sur les graines du quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) et savoir à partir de quel pourcentage cette interaction est significative. Ceci dans le but de savoir s'il y a interaction (positive ou négative) quand les graines des deux espèces sont présentes dans le sol en même temps ou avec un décalage dans le temps. Ceci, soit qu'on les a semés volontairement, soit qu'il s'agit d'un précédent cultural involontaire.

I.1- Matériels utilisés

I.1.1-Matériel végétal

Le matériel végétal retenu dans le cadre de cet essai, comprend :

- Les graines de *Medicago sativa* L. (Luzerne) ont **3 ans** appartiennent à une population locale saharienne récoltée dans la zone de Hassi Ben Abdallah en (2018) (fig 01).
- Les graines de *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa) ont **3 ans** proviennent d'une culture précédente (2018) de la variété **Q102** (variété ayant donné de bons résultats dans plusieurs études), au niveau de l'institut technique de développement de l'agronomie saharienne (ITDAS) à Hassi Ben Abdallah (wilaya de Ouargla) (fig02).



Figure 01 : Les graines de luzerne.



Figure 02 : Les graines du quinoa variété Q102.

I.2. Méthodologie

I.2.1-Préparation des graines et mise en germination

Avant la mise en germination, les graines sont désinfectées à l'eau de javel 12° diluée à 1/10 pendant quelques secondes (élimination d'éventuels champignons), puis rincées avec l'eau distillée plusieurs fois et laissées à sécher sur papier hygiénique.

Ensuite, elles sont mises à germer dans des boîtes de Petri stériles (en plastique) de 9 cm de diamètre tapissées de disques en papier selon le diamètre de la partie basale de la boîte.

Former un obstacle en papier au milieu de la boîte pour séparer les graines des deux espèces (**fig. 03**).

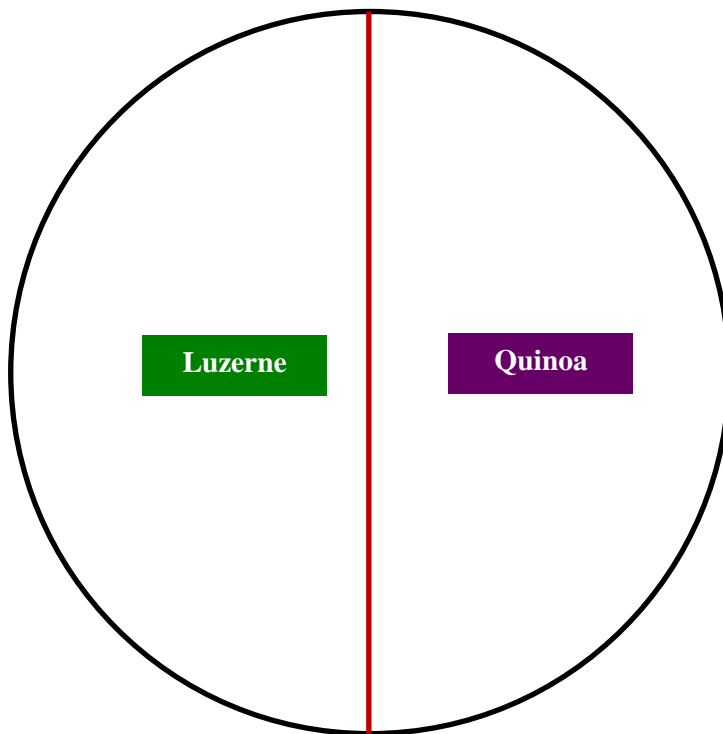


Figure 03 : Disposition des deux espèces au niveau de la boîte de Petri

Mettre les graines (chaque espèce du côté mentionné au fond) selon les proportions retenues. Pour chaque traitement, répéter 3 fois dans des conditions naturelles (**fig. 04**).

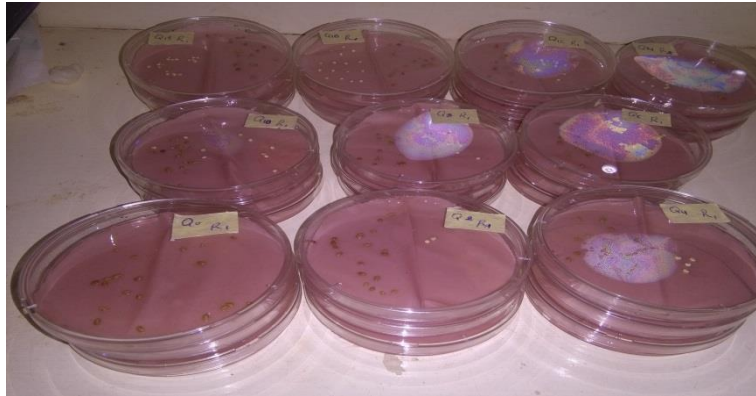


Figure 04 : Boîtes de pétri pour les tests de germination.

Les proportions retenues sont établies au niveau du **Tableau 1**.

Tableau 1 : Proportions des graines de chaque espèce au niveau des boîtes de Petri pour les différents traitements.

Traitement	Nombre de graines de Luzerne	Nombre de graines de Quinoa	Rapport (%)
T0	0	20	0 Luzerne/Quinoa
T1	2	20	10 Luzerne/Quinoa
T2	4	20	20 Luzerne/Quinoa
T3	6	20	30 Luzerne/Quinoa
T4	8	20	40 Luzerne/Quinoa
T5	10	20	50 Luzerne/Quinoa
T6	12	20	60 Luzerne/Quinoa
T7	14	20	70 Luzerne/Quinoa
T8	16	20	80 Luzerne/Quinoa
T9	18	20	90 Luzerne/Quinoa
T10	20	20	100 Luzerne/Quinoa

Il s'agit de mettre les graines de la première espèce (*Medicago sativa* L.) (Dont le nombre varie) à germer et après 4 jours, mettre les graines de la deuxième espèce (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Dont le nombre est fixe et qui sont suivies) dans la boîte et observer.

Un volume de 5ml d'eau distillée pour tous les lots des graines, puis ont été rajoutés 2 ml selon le besoin durant toute l'expérimentation. Les boîtes de Petri sont placées à température ambiante (T moy = 17°C lors de notre expérimentation).

La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins 2 mm. Le comptage de graines germées a été réalisé quotidiennement jusqu'au 10^{ème} jour après la mise en boîtes de Petri des graines de quinoa ; ou presque tous les graines dans les boites de pétri sont germer.

I.2.2-Paramètres étudiés

Pour la présente étude, différents paramètres sont retenus dont : différents paramètres de germination (Taux de germination final, Évolution du taux de germination et de la Vitesse de germination, Temps pour 50% de germination, Coefficient de vélocité, Temps moyen de germination), les longueurs maximales de la radicule et de la tigelle.

I.2.2.1-Taux de germination finale

Après 10 jours de test, l'expérience est arrêtée et le pourcentage de germination des graines dans chaque boîte de Petri est déterminé.

Le taux germination final est exprimé par le rapport du nombre de graines germées sur le nombre total de graines testées (ALAOUI et al., 2013).

$$\text{TGF (\%)} = (\text{Ni/NT}) \times 100$$

Où Ni : Le nombre total des graines germées à la fin du temps d'observation.

NT : Le nombre total des graines mises en germination

I.2.2.2-Vitesse de germination

La vitesse de germination permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. Elle est exprimée de différentes manières.

Dans notre cas, nous avons retenus trois approches (pour pouvoir les comparer avec d'autres études) : le temps moyen de germination et son inverse qui est le coefficient de vélocité (ou coefficient de Kotowski). La troisième approche est une représentation graphique de la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une ou des graines jusqu'à la stabilité de la germination, s'exprimant par le taux de germination obtenu à un moment.

Le temps moyen de germination est déterminé d'après la formule suivante :

$$\text{Temps moyen de germination (en jours)} = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_nT_n}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}$$

Où N1 est le nombre de graines germées au temps T1 ; N2 est le nombre de graines germées au temps T2 etc.

Le temps moyen de germination (TMG) correspond à l'inverse x 100 du coefficient de vélocité (Cv). (**KOTOWSKI**).

Le coefficient de vélocité est proposé par **KOTOWSKI (1926)** avec un temps moyen de germination (Tm).

$$Cv = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}{N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_nT_n} \times 100$$

N1 : Nombre de graines germées au temps T1

N2 : Nombre de graines germées au temps T2

Nn : Nombre de graines germées au temps Tn

I.2.2.5-Temps pour 50% de germination

C'est le temps nécessaire pour que 50% des graines testées germent (T50 ou T ½). Pour certains auteurs (comme **CÔME, 1970**) ce paramètre est le temps moyen de germination.

I.2.2.6-Les longueurs maximales de la racicule et de la tige

Après avoir déterminé le nombre des graines qui ont germés, nous avons mesuré les longueurs maximales de la racicule et de la tige à l'aide d'un pied à coulisse (**fig. 05**).

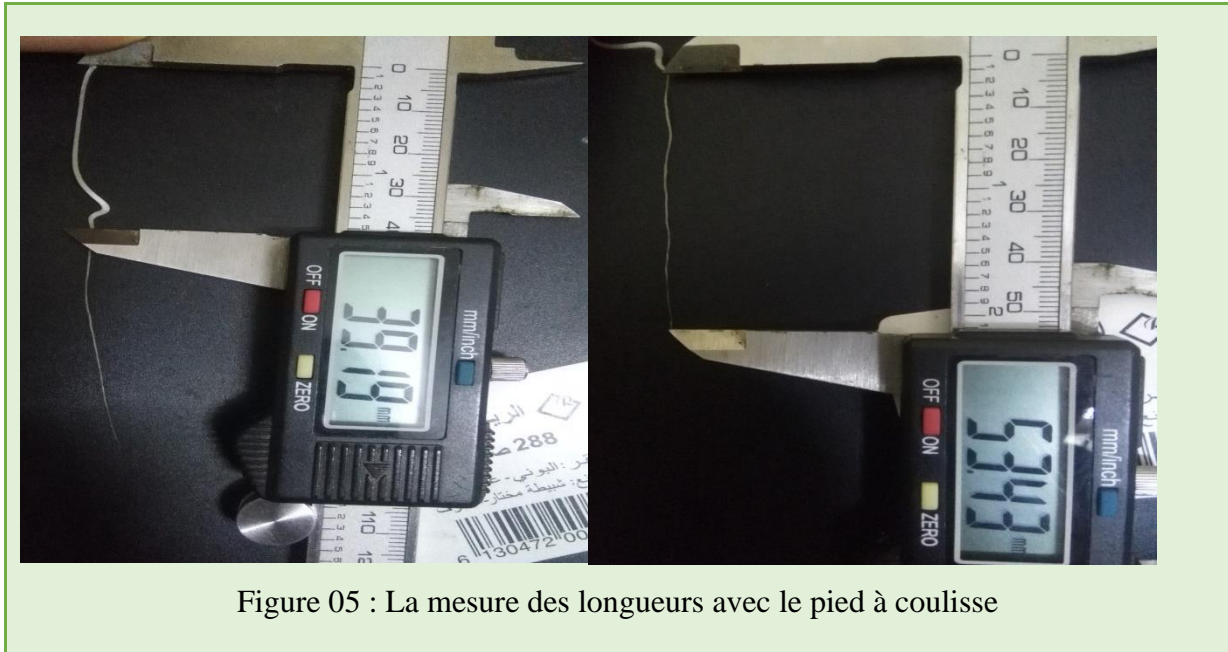


Figure 05 : La mesure des longueurs avec le pied à coulisse

I.2.3-Analyses statistiques

Après avoir obtenus les résultats bruts, nous avons utilisé le logiciel **XLSTAT** (version 2014) pour réaliser une analyse de variance sur les paramètres mesurés pour voir s'il y a ou non des différences significatives entre les différents traitements (y compris le témoin).



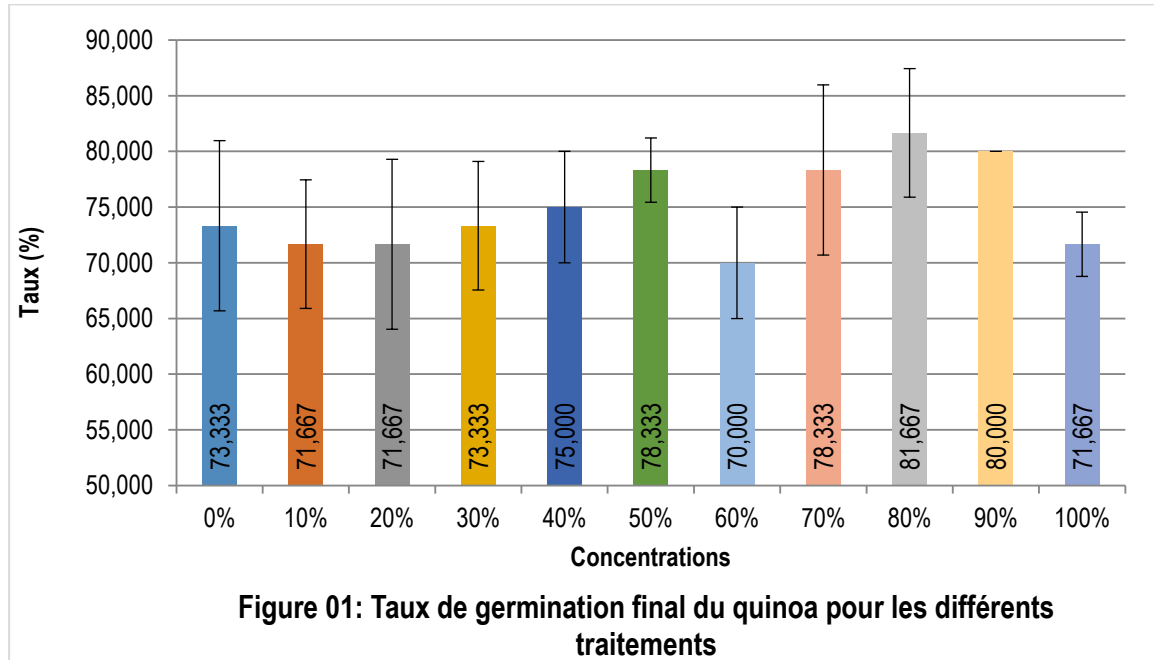
Chapitre II
Résultats et Discussion

II.1. Résultats

Après 10 jours d'expérimentation, nous avons obtenu les résultats suivants :

II.1.1. Le taux de germination final

La figure 01 illustre les variabilités pour le taux de germination des graines de quinoa.



On remarque que le taux de germination le plus élevé est de 81.667 % pour les graines qui sont traitées par la concentration 80%, suivi par le taux de germination de 80 % pour les graines qui sont traitées par la concentration 90%. Ensuite le taux de germination 78.33% pour les graines qui sont traitées par la concentration 50% et 70%. Et le taux de germination le plus bas est de 70% pour les graines qui sont traités par la concentration 60%.

Dans les tableaux 02 et 03, l'analyse de variance n'a pas fait ressortir de différences significatives entre les différentes concentrations et le test Tukey les a regroupées en un seul groupe homogène.

Tableau 02 : Analyse de la variance (Variable Taux de germination final (%) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	466.667	46.667	1.502	0.204
Erreur	22	683.333	31.061		
Total corrigé	32	1150.000			

Tableau 03 : Test de Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le taux de germination final.

Modalité	Moyenne	Groupes
0.8	81.667	A
0.9	80.000	A

0.7	78.333	A
0.5	78.333	A
0.4	75.000	A
0	73.333	A
0.3	73.333	A
0.1	71.667	A
0.2	71.667	A
1	71.667	A
0.6	70.000	A

II.1.2. Évolution du taux de germination

L'évolution du taux de germination correspond aux variations dans le temps du taux de germination des grains de quinoa testés, témoins et traités par les graines de la luzerne à différentes proportions. Les résultats sont présentés dans la figure 02.

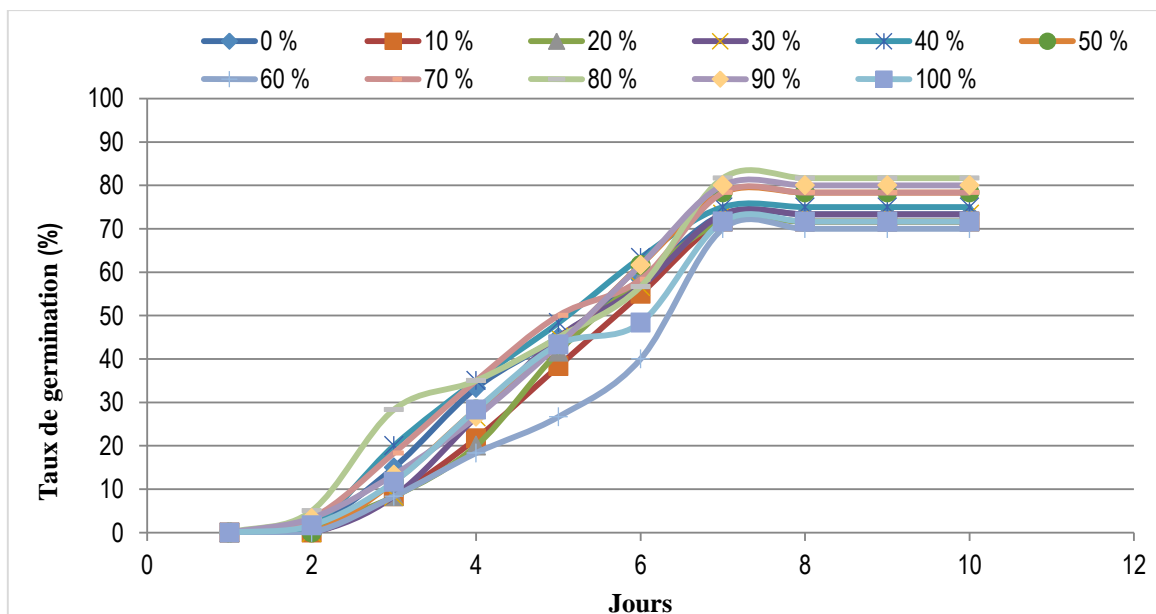


Figure 02 : Evolution du taux de germination du quinoa en fonction du temps selon les différents traitements

Sur une durée de 10 jours, nous avons remarqué que la germination commence dès les 2 premiers jours pour presque tous les traitements et les taux varient entre témoin et 10%. L'évolution du taux de germination augmente rapidement jusqu'au septième jour entre 70% et 80% et par la suite, l'évolution s'installe jusqu'au dixième jour, et le taux de germination s'installe entre 70% et 80% pour toutes les concentrations.

II.1.3. Évolution de la vitesse de germination

L'évolution de la vitesse de germination correspond aux variations dans le temps de la vitesse de germination des grains de quinoa testés, témoins et traités par les traitements de la luzerne à différentes concentrations. Les résultats sont montrés dans la figure 03.

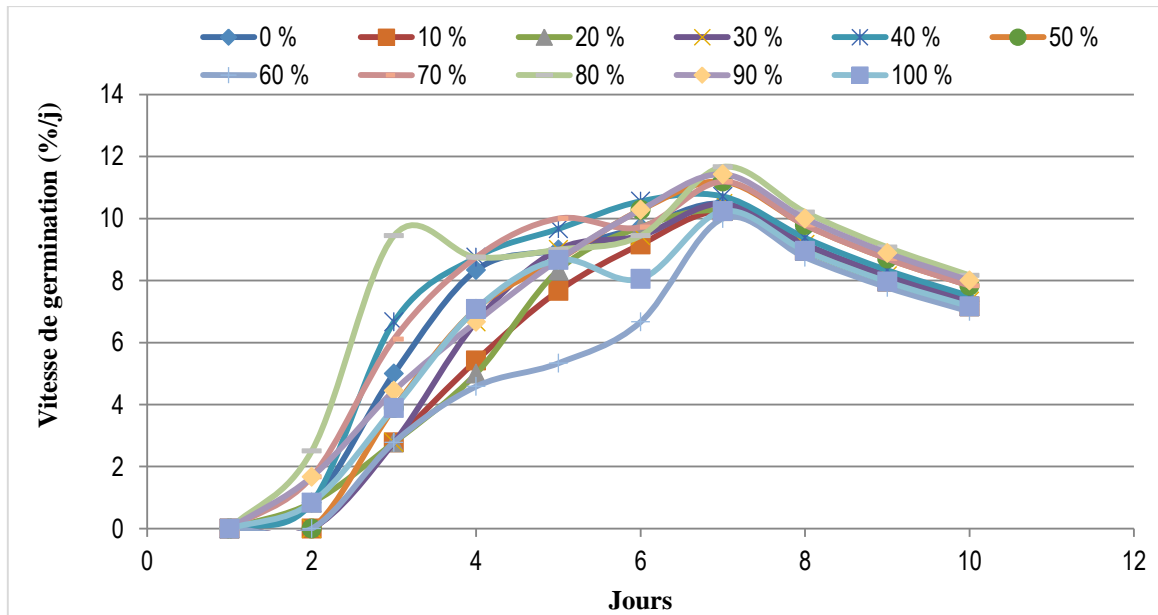


Figure 03 : Evolution de la vitesse de germination du quinoa en fonction du temps selon les différents traitements

Sur une durée de 10 jours, nous avons remarqué que la vitesse de la germination augmentait légèrement dans les premiers jours entre 0% et 9.80%/jour et après nous avons remarqué une stabilité de la vitesse jusqu'au sixième jour (presque 11%/jour) pour les différentes concentrations puis nous avons remarqué une petite diminution de la vitesse à partir du septième jour entre 10%/jour et 7%/jour.

II.1.4. Temps pour 50% germination ($t_{1/2}$)

La figure 04 illustre les fluctuations pour le temps pour 50% germination ($t_{1/2}$) des graines de quinoa testées par les différents traitements.

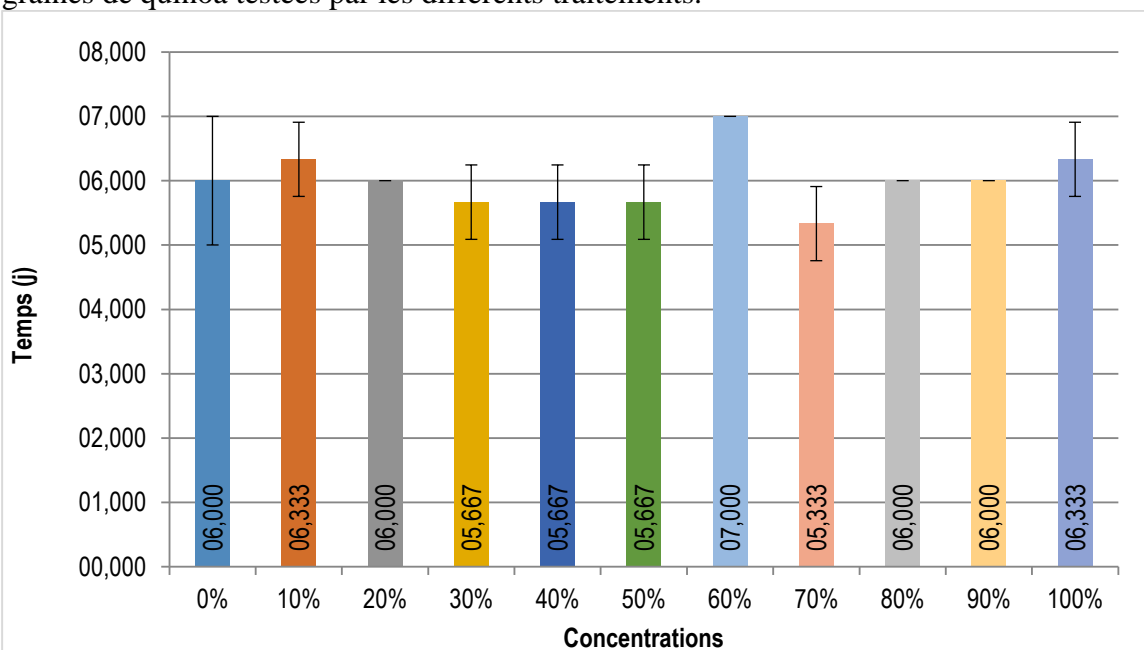


Figure 04: Temps pour 50 % germination ($t_{1/2}$) du quinoa pour les différents traitements

On remarque que le temps pour 50% germination ($t_{1/2}$) le plus élevé est de 7,00 jours pour les graines qui sont traitées par la concentration 60%, suivi par le temps pour 50 % germination de 6,333 jours et 6 jours pour les graines qui sont traitées par les concentrations 10% et 100%, 0%(témoin), 20%, 80% et 90% respectivement. Les graines traitées par le traitement 70% ont marqué le temps pour 50% germination le plus faible qui est 05.333 jours.

Dans les tableaux 01 et 02, l'analyse de variance a fait ressortir une différence significative entre les différentes concentrations et le test Tukey les a regroupées en plusieurs groupes homogènes.

Tableau 04 : Analyse de la variance du Temps pour 50 % germination ($t_{1/2}$)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	6.000	0.600	2.200	0.059
Erreur	22	6.000	0.273		
Total corrigé	32	12.000			

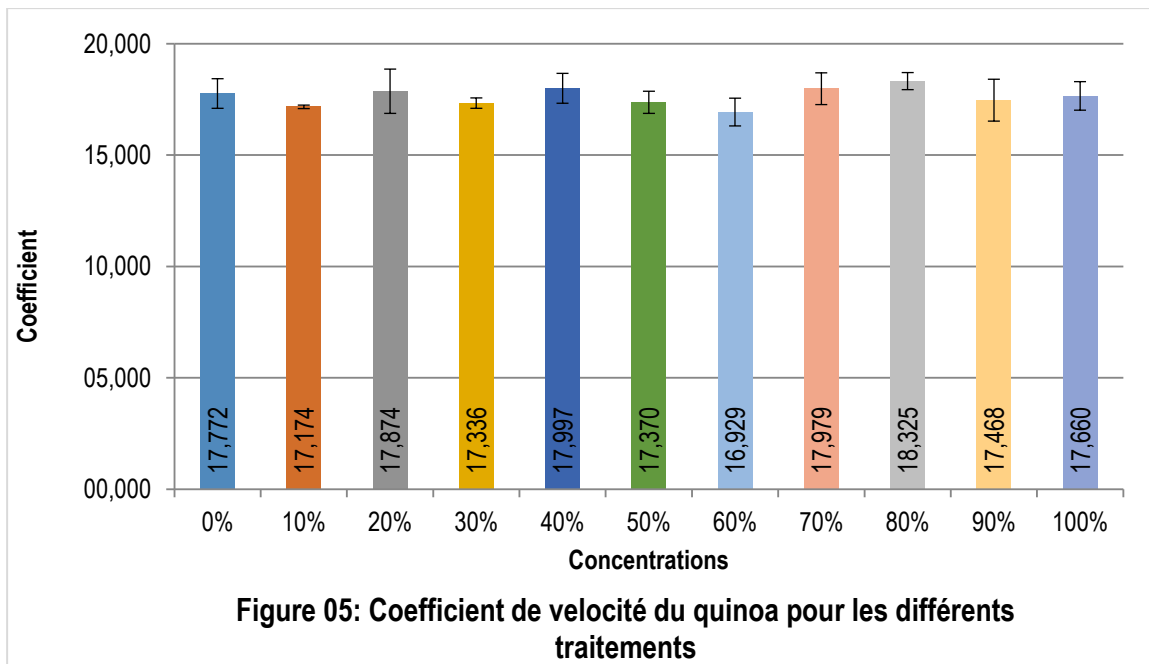
Tableau 05 : Test de Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le temps pour 50% germination ($t_{1/2}$).

Modalité	Moyenne	Groupes
0.6	7.000	A
0.1	6.333	A B
1	6.333	A B
0	6.000	A B
0.2	6.000	A B
0.8	6.000	A B
0.9	6.000	A B
0.3	5.667	A B
0.4	5.667	A B
0.5	5.667	A B
0.7	5.333	B

La concentration 0.6 (60%) forme le groupe A avec la valeur la plus importantes du temps pour 50% germination ($t_{1/2}$). À l'opposé, la concentration 0.7 forme le groupe B avec la valeur la plus faible. Et entre les deux, les autres traitements forment un groupe intermédiaire AB.

II.1.5. Coefficient de vélocité

La figure 05 illustre les variabilités dans le coefficient de vélocité de germination des graines du quinoa testé par les différentes concentrations en graines de la luzerne.



On remarque que le coefficient de vitesse le plus élevé est de 18.325 pour les graines qui sont traitées par le traitement de 80%, suivi par le coefficient de vitesse de 17.997, 17.979 et 17.929 pour les graines qui sont traitées par les traitements 40%, 70% et 60% respectivement. Enfin, le coefficient de vitesse de 17.370, 17.336 et 17.174 pour les graines qui sont traitées par les concentrations 50 %, 30% et 10% respectivement.

Dans les tableaux 07 et 08, l'analyse de variance n'a pas fait ressortir de différences significatives entre les différentes concentrations et le test Tukey les a regroupées en un seul groupe homogène.

Tableau 06 : Analyse de la variance du Coefficient de vitesse

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	5.100	0.510	1.240	0.321
Erreur	22	9.050	0.411		
Total corrigé	32	14.150			

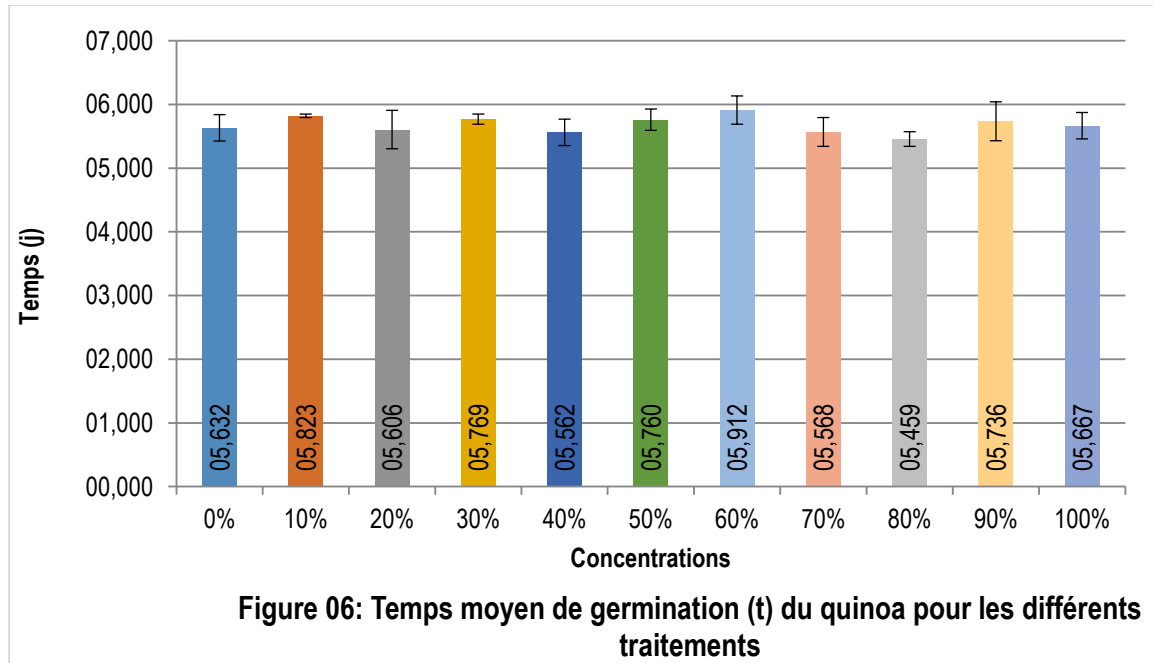
Tableau 07 : Test de Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le Coefficient de vitesse.

Modalité	Moyenne	Groupes
0.8	18.325	A
0.4	17.997	A
0.7	17.979	A
0.2	17.874	A
0	17.772	A
1	17.660	A

0.9	17.468	A
0.5	17.370	A
0.3	17.336	A
0.1	17.174	A
0.6	16.929	A

II.1.6. Temps moyen de germination (t) du quinoa

La figure 06 illustre les variabilités pour le temps moyen de germination (t) des graines de quinoa



On remarque que le temps moyen de germination le plus élevé est de 5.912jours et 5.823jours pour les grains qui sont traitées par les traitements 60% et 10% respectivement. Suivi par le temps moyen de germination de 5.769jours, 5.760jours et 5.736jours pour les graines qui sont traitées par les concentrations 30%, 50% et 90% de graines de luzerne. Enfin, le temps moyen de germination 5.459jours pour les graines qui sont traitées par le traitement 80%.

Dans les tableaux 09 et 10, l'analyse de variance n'a pas fait ressortir de différences significatives entre les différentes concentrations et le test Tukey les a regroupées en un seul groupe homogène.

Tableau08 : Analyse de la variance (Variable Temps moyen de germination (t) en jours) :

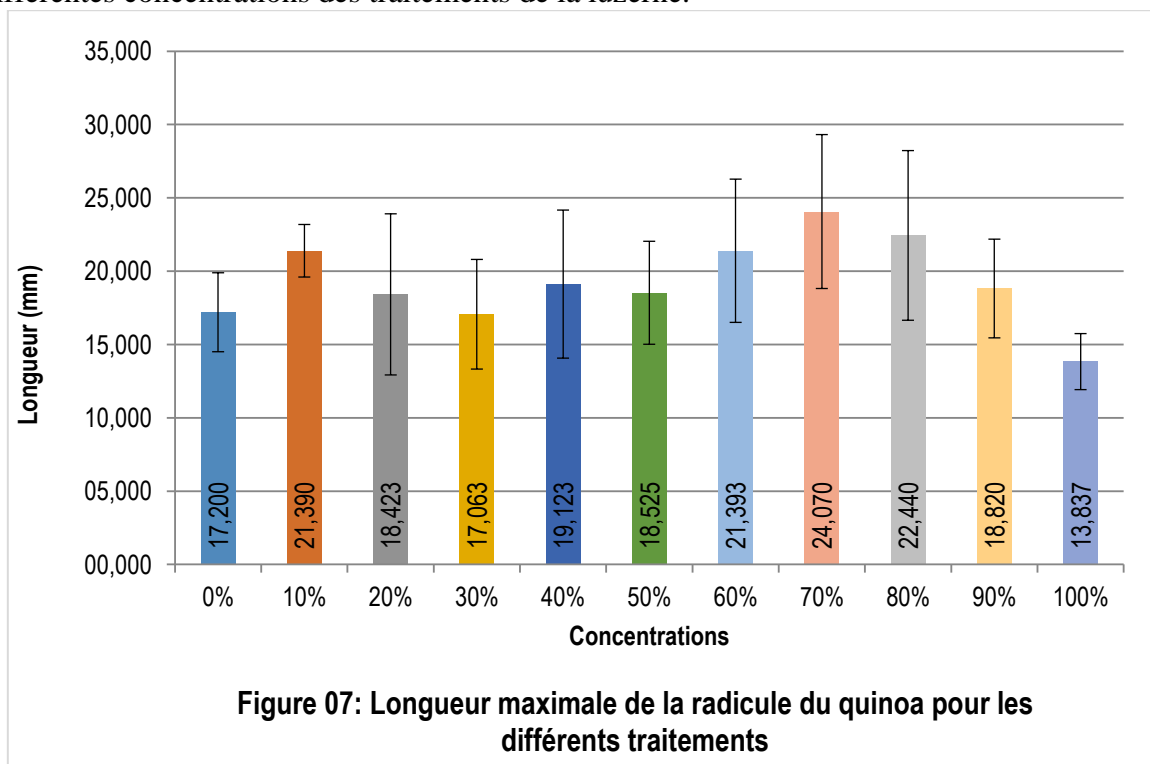
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	0.526	0.053	1.252	0.315
Erreur	22	0.925	0.042		
Total corrigé	32	1.451			

Tableau 09 : Test de Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour le temps moyen de germination (t).

Modalité	Moyenne	Groupes
0.6	5.912	A
0.1	5.823	A
0.3	5.769	A
0.5	5.760	A
0.9	5.736	A
1	5.667	A
0	5.632	A
0.2	5.606	A
0.7	5.568	A
0.4	5.562	A
0.8	5.459	A

II.1.7. Longueur maximale de la racicule (mm)

La figure 07 illustre les variabilités dans la Longueur maximale de la racicule par les différentes concentrations des traitements de la luzerne.



On observe que la plus grande valeur de longueur maximale des racicules est de 24.070 mm pour les grains qui sont traitées par le traitement 70%, suivie par les longueurs maximales des racicules de 22.440mm, 21.393mm, 21.390mm pour les graines traitées par les traitements 80%, 60% et 10% respectivement. Enfin, la longueur maximale des racicules de 13.837mm pour les graines qui sont traitées par la concentration 100%.

Dans les tableaux 05 et 06, l'analyse de variance n'a pas fait ressortir de différences significatives entre les différentes concentrations et le test Tukey les a regroupées en un seul groupe homogène.

Tableau 10 : Analyse de la variance de la Longueur maximale de la racine (mm).

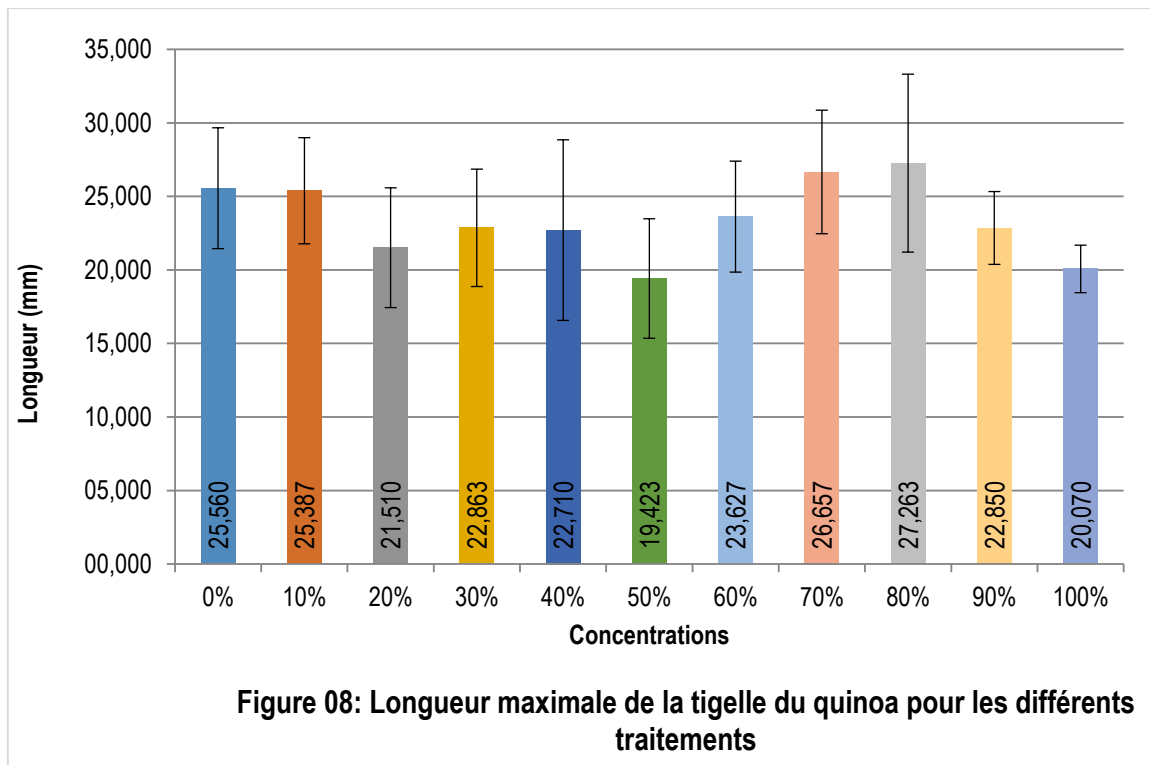
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	245.485	24.549	1.488	0.209
Erreur	22	362.970	16.499		
Total corrigé	32	608.455			

Tableau 11 : Test de Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour la Longueur maximale de la racine (mm).

Modalité	Moyenne	Groupes
0.7	24.070	A
0.8	22.440	A
0.6	21.393	A
0.1	21.390	A
0.4	19.123	A
0.5	18.870	A
0.9	18.820	A
0.2	18.423	A
0	17.200	A
0.3	17.063	A
1	13.837	A

II.1.8. Longueur maximale de la tige (mm)

La figure 08 illustre les variabilités dans la Longueur maximale de la tige par les différentes concentrations en graines de la luzerne.



On observe que la plus grande valeur de longueur maximale des tiges est de 27.263 mm pour les grains qui sont traités par le traitement de concentration 80%, suivi par la longueur maximale des tiges de 26.657mm, 25.560mm, 25.387mm pour les grains qui sont traités par les traitements des concentrations 70%, 0% (témoin) et 10% respectivement et après la longueur maximale des tiges de 23.627mm, 22.863mm, 22.850mm et 22.710mm pour les grains qui sont traités par les traitements des concentrations 60%, 30%, 90% et 40% respectivement. Ensuite, La longueur maximale des tiges de 21.510mm et 20.070mm pour les grains qui sont traités par les traitements des concentrations 20% et 100% respectivement, enfin la longueur maximale des tiges de 19.423mm pour les grains qui sont traités par le traitement de concentration 50%.

Dans les tableaux 03 et 04, l'analyse de variance n'a pas fait ressortir de différences significatives entre les différentes concentrations et le test Tukey les a regroupée en un seul groupe homogène.

Tableau 12 : Analyse de la variance de la Longueur maximale de la tige (mm).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	197.136	19.714	1.119	0.392
Erreur	22	387.689	17.622		
Total corrigé	32	584.825			

Tableau 13 : Test de Tukey (HSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% pour la Longueur maximale de la tige (mm).

Modalité	Moyenne	Groupes
0.8	27.263	A
0.7	26.657	A

0	25.560	A
0.1	25.387	A
0.6	23.627	A
0.3	22.863	A
0.9	22.850	A
0.4	22.710	A
0.2	21.510	A
1	20.070	A
0.5	19.423	A

II.2 Discussion :

La réponse morpho-physiologique des graines de *Chenopodium quinoa* Willd. Vis-à-vis d'un régime composé de l'eau distillée (témoin) et avec ou sans ajout de différentes concentrations de graines de la luzerne (ayant été mises en germination 4 jours auparavant) a abouti aux faits que les résultats concernant la germination des graines de *Chenopodium quinoa* Willd. Arrosée à l'eau distillée ont indiqué un taux qui a atteint 70%. D'ailleurs, les données de notre résultat indiquent que la germination de la plupart des graines est optimale dans les traitements à concentration de 80% et 90%.

L'allélopathie dans les laboratoires diffère de l'allélopathie dans les champs, car il y a des interactions entre la plante et le sol (les facteurs biotiques et abiotiques). La production d'agents allélopathiques est également fortement influencée par les facteurs environnementaux (Rice, 1974).

Les composés allélopathiques sont une conséquence d'inhibition de la division cellulaire, la perméabilité de la membrane et l'activation d'enzymes (Grisi et al. 2012, Abdel-Ltif et al. 2015). Ces substances affectent les mécanismes fondamentaux des plantes cibles comme la synthèse des protéines, la respiration, l'inhibition de la mitose au niveau des méristèmes racinaires, la diminution de l'ouverture des stomates (Rsaissi et al, 2013. Algandaby et al, 2016). Les substances allélopathiques peuvent être exploitées pour la lutte contre les mauvaises herbes et servir à l'élaboration d'herbicides (Rsaissi et al.2013).

Plusieurs chercheurs ont également rapporté que l'espèce de *Medicago sativa* est riche en substances allélopathiques qui peuvent supprimer toute une végétation (Bowman et Kirkaptric, 1986 ; Igboanugo, 1986 ; Igboanugo, 1987 ; Lovett, 1989). Bauder et Cash (2000) ont signalé que la luzerne a des caractéristiques allélopathiques, mais cela semble être le plus exprimé dans la luzerne à la luzerne. Chez la luzerne (*Medicago sativa* L.), l'auto-toxicité des composés allélochimiques ou leur complexe provenant de la plante donneuse affecte plus négativement sa propre espèce que d'autres espèces (Chon et al. 2006). En plus de l'auto-toxicité, la luzerne exprime l'hétéro-toxicité, la forme normale d'allélopathie, dans laquelle la luzerne affecte la croissance des autres espèces (Grant et Sallans, 1964 ; Chung et Miller, 1995c).

La bibliographie relate que la germination des graines est un processus biochimique et physiologique où dès le premier contact de la graine avec le stimulus exogène (eau), une enzyme amylase est synthétisée et sécrétée afin de dégrader l'amidon (albumines) pour fournir à l'embryon l'énergie nécessaire à la germination (Regnault-Roger et al., 2008). Une fois sécrétée, la croissance embryonnaire amorce et intervient par la suite par un autre processus physiologique où les acteurs sont les hormones de croissance végétale dont l'auxine (Lesuffleur, 2007).

Les résultats obtenus pour la germination des graines testées du quinoa montrent que les graines germent en présence des différentes concentrations retenues en traitement de la luzerne, donc il n'y aurait aucun effet inhibiteur ni synergique sur la germination par rapport aux graines des lots témoins, et nous n'avons pas observé un ralentissement de la germination, et pour toutes les concentrations retenues.

L'effet toxique de la luzerne dépend de la concentration de traitement, du stade de croissance et de la tolérance génétique à la toxicité de la luzerne. La plupart des parties de la luzerne étaient toxiques pour la croissance des plantes lorsqu'elles étaient appliquées en forte concentration (**Chon et al. 2000**), dans notre expérience ; il n'est pas clair que le manque des composés phyto-toxiques dans les extraits a causé par les proportions ou par le stade de croissance ou par la tolérance génétique, ou par les trois à la fois.

Dans notre cas, la germination et l'élongation post-germination des graines de quinoa n'ont pas été influencées par les doses des traitements de la luzerne, ceci pourrait être dû au fait que les concentrations des traitements en composés toxiques soient moyennement faibles, ou bien que le quinoa soit insensible à ces traitements et que ce dernier puisse suivre la culture de luzerne dans une rotation agricole sans effets antagonistes.



Conclusion

Conclusion

L'allélopathie est un phénomène naturel qui peut être défini comme l'ensemble des interactions entre deux organismes au moyen de composés généralement produits par leurs métabolismes secondaires et libérés dans l'environnement.

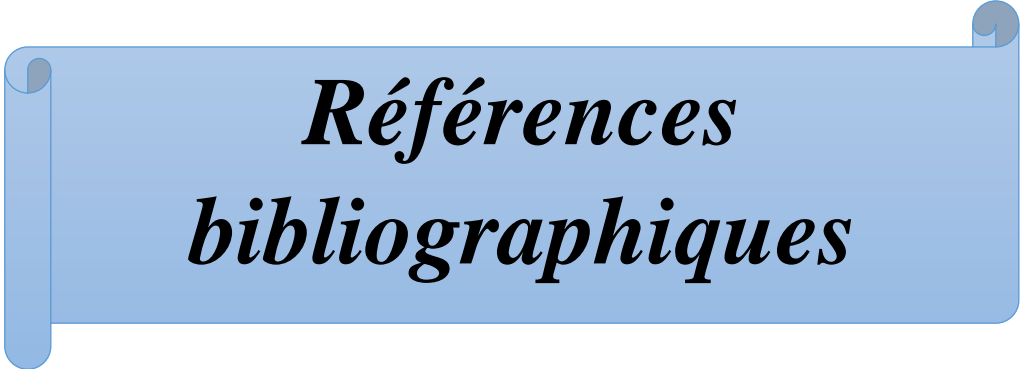
Dans ce travail, a été effectuée une expérimentation au niveau de laboratoire, sur l'effet de différentes proportions de *Medicago sativa* L. en germination depuis 4 jours sur la germination et post-germination de graines de la variété Q102 du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).

À travers les résultats obtenus, on retient que quelque soient les proportions, retenues, des graines de luzerne en germination depuis 4 jours, il n'y avait aucun effet inhibiteur ou stimulateur sur la germination et la post-germination des graines du quinoa.

Ainsi, aux premiers stades de la germination et post-germination de la luzerne (4 jours et plus), il semble que les graines et les jeunes plantules du quinoa soient insensibles aux molécules excrétées par la luzerne, bien sûr dans les conditions de l'expérimentation.

Il serait circonspect de pousser ces investigations :

- De reprendre ce travail et observer à des stades avancés de croissance et développement de la luzerne et du quinoa ;
- En augmentant les proportions des graines de luzerne par rapport à ceux du quinoa ;
- De travailler avec d'autres variétés de luzerne et de quinoa ;
- De réaliser des essais de plein champs (conditions naturelles) ;



*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **Bounaceur. A., Chebouat Kh., (2020)** Approche de l'effet allélopathique de la luzerne (*Medicago sativa* L.) sur la croissance et ledéveloppement du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).
- **Guermi S., MessousCh., (2020)** Effets d'extraits aqueux de la rhizosphère de la luzerne (*Medicago sativa* L.) sur la germination et post-germinationde graines de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).
- **Benhammouda S., Ghilani A (2018)** Effets des différentes doses d'extraits aqueux racinaires de la luzerne (*Medicago sativa* L.) sur la germination et post-germination de ses graines.
- **TabetAssia., (2018)** Effets des différentes doses d'extraits aqueux de la partieaérienne de la luzerne (*Medicago sativa* L.) sur la germination et post-germination de ses graines.
- **Rice EL.** Allelopathy, 2nd edn. Academic Press, New York, USA ;(1984).
- **Kato-Noguchi H.** Stress-induced allelopathic activity and momilactone B in rice. *Plant GrowthRegul.* (2009) ; 59:153–158.
- **Fang CX, Xiong J, Qiu L, Wang HB, Song BQ, et al.** Analysis of gene expressions associated with increased allelopathy in rice (*Oryzasativa* L.) induced by exogenous salicylic acid. *Plant GrowthRegul.* (2009) ; 57:163–172.
- **Parvez SS, Parvez MM, Nishihara E, Gemma H, Fujii Y. (2003)** Tamarin du sindica L. leafis a source of allelopathic substance. *Plant Growth Regul.* b ; 40 :107–115
- **Lawton JH. (1994)** What Do Species Do in Ecosystems. *Oikos.*; 71 :367–374.
- **Ens EJ, French K, Bremner JB, Korth J. (2010)** Novel technique shows different hydrophobic chemical signatures of exotic and indigenous plant soils with similar effects of extracts on indigenous species seedling growth. *Plant Soil.* ; 326:403–414.
- **Nakano H, Fujii Y, Yamada K, Kosemura S, Yamamura S, (2002)** et al. Isolation and identification of plant growth inhibitors as candidate(s) for allelopathic substance(s), from aqueous leachate from mesquite (*Prosopisjuliflora* (Sw.) DC.) leaves. *Plant Growth Regul.* ; 37:113–117.
- **Hadacek F. (2002)** Secondary metabolites as plant traits: Current assessment and future perspectives. *CriticalRev Plant Sci.*; 21:273–322.
- **Baziar M.R., Farahvash F., Mirshekari B., Rashidi V. (2014)** Allelopathic effect of rye grass (*Loliumpersicum*) and wild mustard (*Sinapisarvensis*) on barley. *Pak. J. Bot.*; 46:2069–2075.
- **Sitthinoi P., Lertmongkol S., Chanprasert W., Vajrodaya S. 2017** Allelopathic effects of jungle rice (*Echinochloacolona* (L.) Link) extract on seed germination and seedling growth of rice. *Agric. Nat. Resour.* ; 51:74–78. doi: 10.1016/j.anres.2016.09.004.

- **Dayan F.E Cantrell C.L., Duke S.O.** Natural products in crop protection. *Bioorg. Med. Chem.* (2009) ; 17:4022–4034. doi: 10.1016/j.bmc.2009.01.046.
- **Molish HD.** einflusseinerpflanzeauf die-andereallelopathie. *Protoplasma.* (1938) ; 29 :472–473.
- **Bouton, (2005).**
- **Alaoui et al., (2013).**
- **Grisi et al., 2012, Abdel-Ltif et al., (2015).**
- **Rsaissi et al,2013. Algandaby et al, (2016).**
- **Rsaissi et al ; (2013)**

تأثير نسب مختلفة من بذور البرسيم الحجازي على إنبات بذور الكينوا وبعد إنباتها: حالة إنبات الكينوا بعد 4 أيام من البرسيم الحجازي

الملخص:

يعني التضاد البيوكيميائي أن النبات ينتج مواد كيميائية تؤثر على نمو وتطور النباتات الأخرى. بشكل عام، يمكن للمواد الأليلوباثية أن تحفز أو تمنع إنبات ونمو النبات.

يركز هذا العمل على تأثير التضاد البيوكيميائي لنسب مختلفة من بذور البرسيم الحجازي أو الفصة (*Medicago sativa* L.) التي نبتت لمدة 4 أيام على إنبات الكينوا وبعد إنباتها (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Variety Q102) من خلال معايير مختلفة (معدل الإنبات النهائي، متوسط وقت الإنبات ومعامل السرعة والوقت لإنبات 50% وأقصى طول للجذر وأقصى طول للساق).

أظهرت النتائج أن نسب الفصة ليس لها تأثير معنوي (مثبط أو محفز) على معاملات الإنبات وبعد إنبات بذور الكينوا لجميع النسب المحتفظ بها.

الكلمات المفتاحية: التضاد البيوكيميائي، نسب، إنبات، *Chenopodium quinoa*، *Medicago sativa*

Effects of different proportions of alfalfa seeds on germination and post-germination of quinoa seeds: Case of quinoa germination after 4 days of alfalfa

Abstract:

Allelopathy means that a plant produces chemicals that affect the growth and development of other plants. In general, allelopathic substances can stimulate or inhibit germination and plant growth.

This work focuses on the allelopathic effect of different proportions of alfalfa seeds (*Medicago sativa* L.) germinated for 4 days on the germination and post-germination of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Variety Q102) through different parameters (Final germination rate, Average germination time, Velocity coefficient and time for 50% germination, Maximum radicle length and maximum stem length).

The results showed that the proportions of alfalfa seeds have no significant effect (inhibitor or stimulator) on the studied parameters of germination and post germination of quinoa seeds for all the proportions retained.

Keywords: Allelopathy, post germination, Germination, *Medicago sativa*, *Chenopodium quinoa*

Effets de différentes proportions de graines de luzerne sur la germination et post-germination des graines de quinoa : Cas de la mise en germination du quinoa après 4 jours de la luzerne

Résumé :

L'allélopathie signifie qu'une plante produit des substances chimiques qui affectent la croissance et le développement d'autres plantes. En général, les substances allélopathiques peuvent stimuler ou inhiber la germination et la croissance des plantes.

Le présent travail porte sur l'effet allélopathique de différentes proportions de graines de luzerne (*Medicago sativa* L.) mise en germination pendant 4 jours sur la germination et post-germination du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Variété Q102) à travers différents paramètres (Taux final de germination, Temps moyen de germination, Coefficient de vélocité et temps pour 50% de germination, Longueur maximale de la racine et longueur maximale de la tige).

Les résultats ont montré que les proportions des graines de la luzerne n'ont pas d'effet significatif (inhibiteur ou stimulateur) sur les paramètres étudiés de la germination et la post germination des graines de quinoa pour toutes les proportions retenues.

Mots clés : Allélopathie, post germination, Germination, *Medicago sativa*, *Chenopodium quinoa*