



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Hydro-pédologie

Réf.:.....

Présenté et soutenu par:
Lannak Hadda

Le: mercredi 22 juin 2022

Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de la culture de quinoa sous abri

Jury:

Mr. BENSMAINE	MAA	Université de Biskra	président
Mme. KASSALA	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Mme MEBREK	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire: 2021/2022

Remerciement

Tous nos remerciements vont d'abord à Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Ce travail de thèse a atteint son terme grâce à l'assistance et à la collaboration de nombreuses personnes. Nous profitons de cette occasion de gratitude et de reconnaissance pour remercier tous ceux qui de loin ou de près ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Nous tenons tout d'abord à remercier notre encadreur, Mme **KASSAI ABLA** pour avoir accepté d'encadrer ce travail, ainsi que pour sa gentillesse, ses conseils constructifs, son attention, son dévouement, ses encouragements et sa disponibilité tout au long de travail.

Que Dieu vous récompense et te donne
Santé, merci et mille mercis.

Nous adressons aussi nos plus vifs et ardents remerciements à Mme **MEBREK** pour avoir bien voulu présider le jury.

Nous tenons également à remercier Mr **BENSMINE** qui a bien voulu nous honorer de sa présence dans ce jury et d'examiner notre travail.

Nos remerciements vont aussi à tout le personnel du laboratoire pour leur précieuse aide et leur compréhension.

Nos remerciements vont également au staff de l'Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne (**ITDAS**) de Biskra .

Nos remerciements vont aussi à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à ma mère qui m'a submergé par sa tendresse et sa chaleur.

Et au cadeau le plus précieux que Dieu m'a fait, qui m'a donné confiance et m'a donné les moyens de la connaissance et de la connaissance ...Mon cher père, que Dieu le protège

Aux roses de ceux qui m'entouraient, mes frères ont applaudi

"Basma, Hasina. Sara, Qamar, Khulaisa, Amira et mon dernier groupe," Louay Serag El Din".

Et aux grains de mon cœur, Sabrina dif, cherifa, fatima pour toujours me soutenir.

*Je dédie également **ben Hamed Ibrahim**, qui m'a toujours*

*Aidé et soutenu. Et **Ilham hassani***

Et à tous mes proches et à tous ceux que j'aime....

(Je dédie ce travail)

Hadda lannak

Liste des tableaux

Numéro des tableaux	Titre des tableaux	Numéro des pages
01	Classification scientifique du quinoa (Herbillon, 2015).	07
02	Les stades phréologiques de quinoa (Mujica et Canahua, 1989)	14 - 15
03	Teneurs en macronutriments du quinoa par rapport d'autres aliments (pour 100 grammes de poids secs) (Koziol, 1992).	16
04	Evaluation des eaux d'irrigation (Daoudetal, 1994) .	22
05	Résultats des analyses du sol	27
06	salinité de l'eau d'irrigation pour les trois types d'eaux choisis	27
07	Caractéristique de la variété choisie (Amarilla Sacaca)	28 - 29
08	Test de germination% (moyen) de quinoa	33
09	Stades de développement de la culture de quinoa (ITDAS, 2017)	34 - 35
10	Résultats des analyses de l'eau d'irrigation	40
11	La durée des stades phréologiques en jours.	43
12	Analyse de la variance (Hauteur moyenne des plantes en cm).	45
13	Analyse de la variance (le nombre du diamètre de tige moyen des plantes).	47

14	Analyse de la variance(nombre des ramifications par plant).	48
15	Analyse de la variance (le nombre des panicules par plant).	49
16	Analyse de la variance (poids moyen de la panicule Principale en g)	50
17	Analyse de la variance (PMG en g).	51
18	Analyse de la variance (la biomasse aérienne en (g))	52
19	Analyse de la variance (la biomasse racinaire en(g))	53
20	Analyse de la variance (la Nombre des Na ⁺ au niveau des feuilles (meq/l))	54
21	Analyse de la variance (la Nombre des K ⁺ au niveau des feuilles (meq/l))	55

Liste des figures

Numéro des figures	Titre des figures	Numéro des pages
01	Carte de localisation de la production de quinoa dans les pays andin (Del Castillo, 2008).	05
02	Un plant de quinoa engraines (Herbillon, 2015).	08
03	Système racinaire de quinoa (OUCIF.Zetal.,2018).	09
04	Forme de la tige principale (coupe transversale) (Bioversity International et FAO, 2013).	09
05	Forme des feuilles (Herbillon, 2015).	10
06	Fleurs hermaphrodites et femelles de quinoa (Herbillon, 2015).	11
07	Forme des grains (Bioversity International et FAO, 2013).	11
08	des panicules (Bioversity International et FAO, 2013)	12
09	A: Grains de Chenopodium quinoa (Tanget Tsao, 2017). B: Structure la graine de C. quinoa (FAO, 2015).	13
10	Dispositif expérimentale	30
11	Diagramme de Riverside des eaux des forages	41
12	Le diagramme de PIPER des eaux d'irrigation	41
13	Effet de la qualité d'eau sur la hauteur moyenne de la plante (cm)	45
14	Effet de la qualité d'eau sur le nombre des diamètres moyens de plant	46

15	Effet de la qualité d'eaux sur le nombre des ramifications moyen par plant.	47
16	Effet de la qualité d'eaux sur le nombre des panicules moyen par plant.	48
17	Effet de la qualité d'eaux sur le poids moyen de la panicule principale.	49
18	Effet de la qualité d'eaux sur le poids moyen de 1000 grains (PMG en g).	50
19	Effet de la qualité d'eaux sur le poids de biomasse aérienne moyen en (g).	51
20	Effet de la qualité d'eaux sur le poids de biomasse racinaire aérienne moyen en (g).	52
21	Effet de la qualité d'eaux sur le nombre des Na ⁺ moyen au niveau des feuilles	53
22	Effet de la qualité d'eaux sur le nombre des K ⁺ moyen au niveau des feuilles	54

Liste des photos

Numéro des photos	Titre des photos	Numéro des pages
01	La serre en plastique (Originale, 2022)	26
02	La variété Amarilla Sacaca	27
03	Site expérimentale (originale, 2022)	30
04	Le semis (Originale, 2021)	31
05	L'essai de capacité de rétention (Originale,2021)	31
06	Test de germination du quinoa (Originale, 2022)	33
07	Mesurer La longueur de la plante (originale, 2022)	35
08	Mesurer le diamètre des la plantes par un pied à coulisse (originale, 2022)	36
09	mesure du poids d'amendement matière végétale avant et après par calcination (photo original, 2022).	37
10	Dosage de sodium Na ⁺ (photo original, 2022).	37
11	Dosage de K ⁺ (photo original ,2022).	38
12	Les stades phénologiques du quinoa	44

Liste des abréviations

%	Pourcent
Cm	Centimètre
CE/dm	Conductivité Electrique
PH	potentiel d'hydrogène
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
ITDAS	Institut Technique du développement de l'Agriculture Saharienne
Min:	minute.
ml:	millilitre.
mg :	milligramme
K ⁺ :	Potassium
Na ⁺ :	Sodium
Na Cl:	chlorure de sodium
G	Gramme
G%	Le pourcentage définitif de germination
Kg	Kilogramme
L	Litre
M	Mètre
N°	Nombre
C°	Degrés Celsius
meq/l	milli équivalents par litre
dS/m	decisiemens
SAR	Sodium Adsorption Ration

Sommaire

*Remerciement.....	I
*Dédicace.....	II
*Liste des figures.....	III
*Liste des tableaux.....	VI
*Liste des abréviations	VII
*Liste des photos.....	VIII
*Introduction générale.....	02

Etude Synthèse bibliographique

Chapitre I: la culture de quinoa et ses exigences	05
1- Histoire du quinoa.....	05
2. L'importance économique.....	06
2.1. Dans le monde.....	06
2.2. En Algérie.....	06
3. Classification scientifique.....	06
4. Classification morphologique.....	07
5. Description morphologique de la plante.....	08
5.1. Racine.....	08
5.2. Tige.....	08
5.3. Feuilles.....	09
5.4. Fleur.....	09
5.5. Fruit.....	10
5.6. Panicule.....	11
5.7. Grains.....	12

6. les stades de développement de la culture de quinoa	13
7.Valeur nutritionnelle des graines.....	16
8.Exigences de la culture	16
8.1. Les exigences climat.....	16
8.2. Les exigences sol.....	17
8.3. Les exigences l'eau.....	17
9. Les besoin en eau des cultures.....	17

Chapitre II: Généralités sur la salinité et le stress salin 20

1. Définition de la salinité.....	20
2. Types de la salinité.....	20
2.1. Salinisation primaire ou naturelle.....	20
2.2. Salinisation secondaire.....	21
3. La Salinité de l'eau.....	21
4. Classification des eaux d'irrigation.....	21
5. Le Stress et ses types.....	22
6. Stress salin.....	22
7. Effet de salinités sur culture de quinoa.....	23
7.1. Sur la germination.....	23
7.2. Sur la croissance et le développement des quinoas.....	23
7.3. Sur la rendement agronomique.....	24
8. Comportement du quinoa vis-à-vis du stress salin.....	24

Etude expérimentale

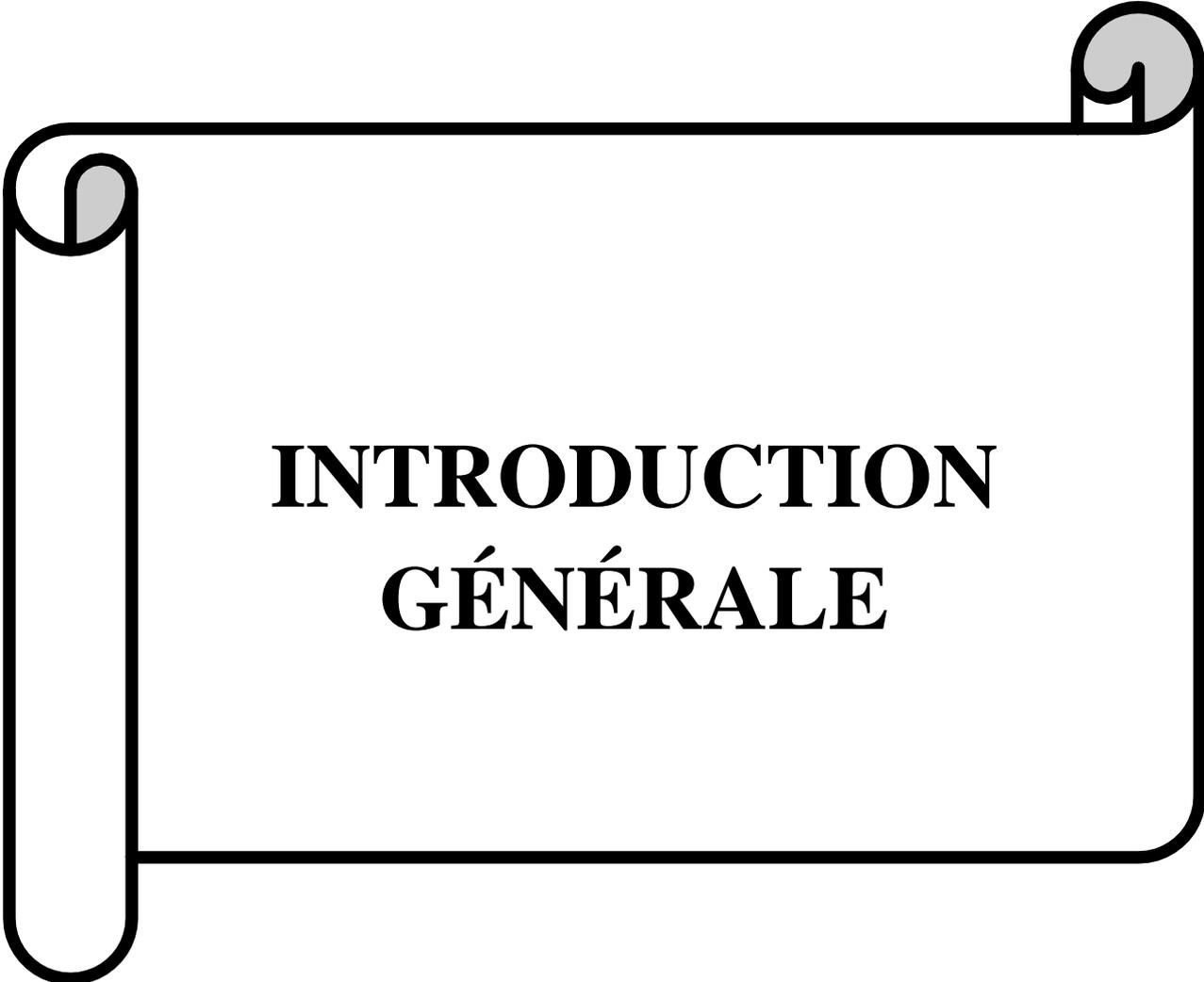
Chapitre III : Matériels et Méthodes 26

1. Objectif de travail.....	26
2. Site d'expérimentation.....	26
3. les caractéristiques du sol et de l'eau d'irrigation.....	27
4. Matériel et Méthodes.....	28
4.1. Matériel végétal.....	28
4.2. Matériel technique utilisé.....	29

4.3. Dispositif expérimental.....	29
5. Méthodologie de travail.....	30
5.1. Préparation des pots et semis.....	30
5.2. La capacité de rétention.....	31
5.3. Paramètre étudiées.....	32
5.4. Analyse minérale des feuilles.....	36
5.5. Analyse statistique.....	38

Chapitre IV: Résultats et discussion 40

1. Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation.....	40
2. L'effet de la qualité d'eaux d'irrigation sur de développement (durée et date) de la culture de quinoa.....	42
3. Les stades phénologiques du quinoa.....	44
4. L'effet du stress salin sur les caractéristiques morphologique.....	45
4.1. L'effet des qualités d'eaux sur la hauteur moyenne des plant en cm (HP).....	45
4.2. L'effet de la qualité d'eau sur le diamètre de la tige moyenne par plant.....	46
4.3. L'effet des qualités d'eaux sur le nombre des ramifications moyenne par plant.....	47
4.4. L'effet des qualités d'eaux sur le nombre des panicules moyenne par plant.....	48
5. L'effet du stress salin sur le composant de rendement.....	49
5.1. Le poids moyenne de la panicule principale en (g).....	49
5.2. Le poids moyenne de 1000 grains (PMG en g).....	50
5.3. La biomasse.....	51
a/Matière sèche aérienne.....	51
b. Matière sèche racinaire.....	52
6. Effet de la qualité d'eaux sur l'analyse minérale (Na ⁺ et K ⁺) Au niveau des feuilles.....	53
6.1. Teneur du (Na ⁺) moyen au niveau les feuilles (meq/l).....	53
6.2. Teneur en potassium (K ⁺) moyen au niveau des feuilles (meq/l).....	54
Conclusion générale.....	57
Références bibliographique.....	59



**INTRODUCTION
GÉNÉRALE**

Introduction générale

Introduction générale.

Dans les zones arides et semi-arides la disponibilité des eaux, leur salinité et celle des sols sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité.

Pour faire face à ces changements, l'introduction des nouvelles cultures adaptative aux milieux arides pour l'amélioration du niveau de la sécurité alimentaire, est devenue l'une des politiques agricoles reposant sur cette question. L'introduction des espèces tolérantes au stress salin est l'une des techniques utilisées pour faire face à ce problème (**Zid et Grignon, 1991**).

De plus, le problème de la salinité prend ainsi 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 insuffisantes pour une population qui continue à augmenter. L'excès de sel affecte en premier lieu l'activité biologique du sol surtout la biomasse microbienne. (**Rjeibi et al., 2015**)

Parmi les espèces introduites, le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), qui est considéré comme un aliment de base des populations entre 3000 et 5000 ans. C'est une plante très répandue dans la région Andine où elle est cultivée pour l'alimentation humaine. Ses graines sont employées comme céréales depuis des siècles (**FAO, 2016**).

Elle est aussi considérée comme une espèce rustique, très tolérante aux différents stress abiotiques (hautes températures, sécheresse, stress salin et hydrique) (**Mahoney et al., 1975**).

La plante en question s'adapte, aux différents climats, elle résiste à des conditions climatiques extrêmes. La plante pourrait aussi être utilisée dans la lutte contre la désertification. (**ITDAS, 2015**).

Compte tenu de cela, notre objectif de travail vise essentiellement à étudier l'effet de la contrainte saline par le biais de l'utilisation de trois types différents d'eau l'eau d'irrigation tout en étudiant l'impact de la salinité de l'eau d'irrigation sur la croissance et la production d'une variété de quinoa (*Amarilla Sacaca*).

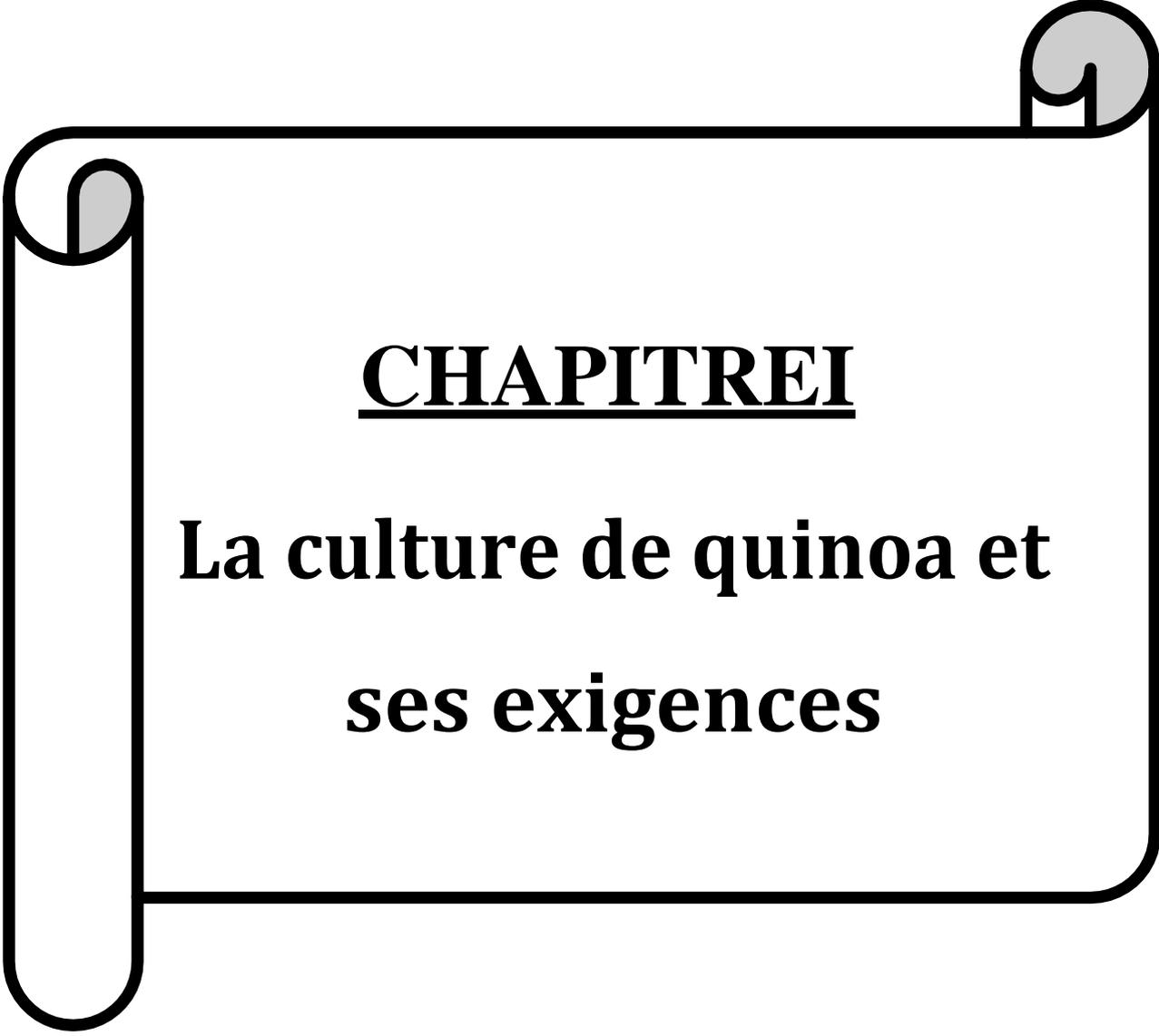
Ce travail est structuré comme suivant :

- Chapitre I : est consacrée à une synthèse bibliographique sur La culture de quinoa et ses exigences.
- Chapitre II: Généralités sur la salinité et le stress salin.

Introduction générale

- Chapitre III : est consacrée au matériel et méthodes utilisées.
- Chapitre IV : est consacrée aux Résultats et discussion

On termine enfin par une conclusion et des perspectives.



CHAPITRE I

**La culture de quinoa et
ses exigences**

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

Chapitre01:la culture de quinoa et ses exigences

1. Histoire du quinoa :

Le quinoa est une plante originaire des Andes, et plus précisément des alentours du lac Titicaca, entre le Pérou et la Bolivie. Le quinoa constituait un aliment de base des populations précolombiennes; il fut néanmoins remplacé par les céréales à l'arrivée des Espagnols (Mujica et al., 2001). il aurait été domestiqué par les peuples des Amériques entre 3000 et

5000 ans avant J.-C. Des traces de quinoa ont été retrouvées dans des tombes de Tarapacá, Calama et Arica au Chili, ainsi que dans différentes régions du Pérou (Mujica et al., 2001).

Le bouleversement de l'histoire qui nous intéresse a eu lieu à la seconde moitié du XX e siècle, lorsque son potentiel a été redécouvert. Le quinoa est alors devenu un produit alimentaire populaire, en particulier en Europe et en Amérique du Nord, mais aussi dans les régions urbaines andines (Figure.1). il est apprécié pour ses propriétés diététiques, pour son agriculture biologique et les principes du commerce équitable. Dès les années 80, la production de quinoa, dédiée à la consommation par l'homme, a donc grimpé remarquablement en raison de la demande croissante régionale et internationale (Marcelo, 2016).



Figure 1 : Carte de localisation de la production de quinoa dans les pays andin (Del Castillo, 2008).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

2. L'importance économique:

2.1. Dans le monde

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).

2.2. En Algérie

L'introduction de la culture du quinoa en Algérie s'est faite en 2014. Elle est cultivée à Titre expérimental dans huit sites appartenant à quatre institutions ayant différentes Caractéristique agro-écologique. ITDAS, (Biskra et El-oued), INRAA, (Adrar et Ghilizane), ITGC, (Sétif, Tiaret et Guelma) et INRF (Alger). Selon le rapport de la (FAO, 2016), la culture du quinoa en Algérie peut servir à ouvrir. De grandes perspectives de développement.

3. Classification scientifique:

Le quinoa est une plante dicotylédone angiosperme de la famille des Chenopodiaceae. Depuis 2009, une nouvelle classification dite phylogénétique (APGIII) range le quinoa dans la famille des Amaranthaceae, mais nous continuerons de nous référer à la classification de Cronquist (**Tableau1**).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

Tableau1:Classification scientifique du quinoa (Herbillon,2015).

ClassificationdeCronquist(1981)	
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsidae
Sous-classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Genre	Chenopodium
Classification APGIII(2009)	
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae
Nombinomial	
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd., 1798	

Les Chenopodiaceae constituent une grande famille qui comprend environ 1500 espèces réparties dans une centaine de genres, poussant dans les régions tempérées et subtropicales du monde entier .Il s'agit principalement de plantes herbacées vivaces ou annuelles, plus rarement d'arbres et d'arbustes, qui sont généralement halophytes ; c'est-à-dire qu'ils ont laparticularitédes'adapterauxmilieuxsaléspardiversmécanismes.LesChenopodiaceae regroupent des espèces d'usage industriel, horticoles, fourragères et alimentaires, en plus des spécimens préjudiciables pour les cultures(mauvaises herbes) (Herbillon, 2015).

4. Classification morphologique:

Les premières classifications du quinoa prenaient en compte la couleur de la plante et des fruits, parfois même la forme du fruit ou le goût des grains. L'une des premières classifications était décrit quatre espèces de quinoa : *Chenopodium album*, caractérisé par des grains doux ; *Chenopodium pallidus* aux grains amers ; *Chenopodium ruber* aux grains rouges et *Chenopodium niger* aux grains noirs (Tapia et al., 1979).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

5. Description morphologique de la plante :

5-1 .La plante

Le quinoa est une plante dicotylédone, herbacée, annuelle (**Yazar et İnceKaya, 2014**), sa longueur entre 50cm et 2m (**Herbillon, 2015**) la couleur prédominante de la plante est verte mais chez les plantes adultes, les couleurs de base sont rouges, pourpre et vert, selon le génotype (**Del Castillo et al.,2008**).



Figure 2 : Un plant de quinoa en graines (**Herbillon., 2015**).

5-2.Les racine

Le système racinaire est très robuste (**Herbillon, 2015**). Les racines peuvent atteindre la profondeur de 30 cm (**Herbillon, 2015 ; Jancurová et al., 2009**).La racine s'allonge en première, et à partir de laquelle vont se développer des racines secondaires et tertiaires, desquelles se forment des radicelles pouvant également se ramifier (**Figure 03**).



Figure 03 : Système racinaire de quinoa (OUCIF.Zetal.,2018).

5-3 La tige

La tige de quinoa a une taille comprise entre 0.5 et 1.5 m selon la variété et les conditions de croissance (Del Castillo et al., 2008). Une Coupe transversale dans le tiers inférieur de la plante au stade de maturité physiologique, montre que la tige principale présente deux formes, une forme cylindrique et une forme angulaire (Figure04) (Bioversity International et FAO, 2013).

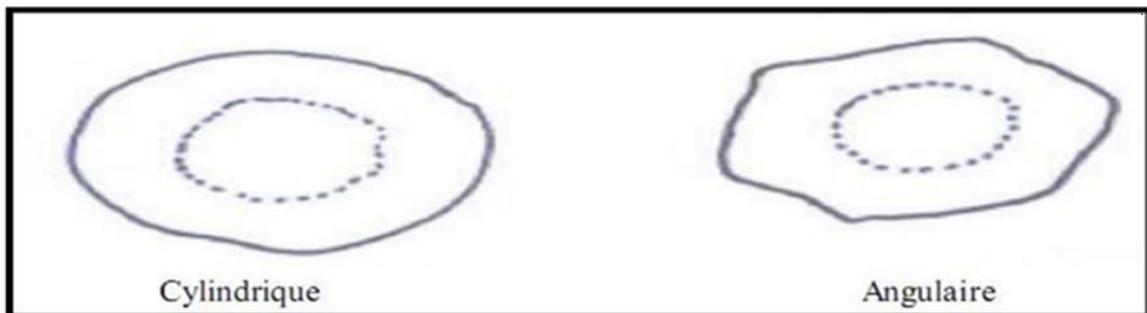


Figure 04: Forme de la tige principale (coupe transversale) (BioversityInternational et FAO,2013).

5-4 .Les feuilles:

Les feuilles d'une même plante sont nettement polymorphes (Bioversity International et FAO.,2013), les feuilles basales sont grandes et peuvent être rhomboïdales ou triangulaires (FAO, 2011). Les feuilles alternes, ont un limbe en forme de losange, de triangle ou lancéolé, plat ou ondulé, charnu et tendre (Del Castillo et al.,2008). Elles sont dentées, avec jusqu'à 43 dents sur leurs bords(Figure 05). La couleur des feuilles varie du vert

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

au rouge, en passant par le jaune et le violet, selon la nature et l'importance des pigments (FAO.,2011).

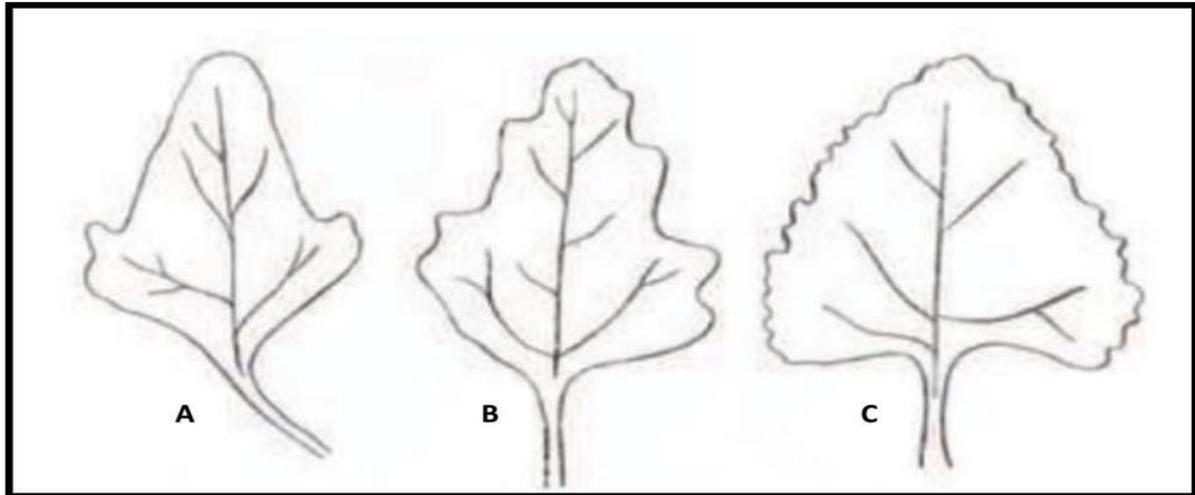


Figure 05: Forme des feuilles (Herbillon.,2015).

A) Race du sud du Pérou et de la Bolivie avec peu de dents.

B) Race du centre du Pérou avec 3 à 12 dents.

C) Race du nord du Pérou et l'Equateur avec plus de 12 dents (Herbillon.,2015).

5-5 .Fleur

Les fleurs, petites, incomplètes (apétales) et sessiles, sont de la même couleur que les sépales. Elles peuvent être hermaphrodites, pistillées ou androstériles. Elles sont composées de cinq étamines à filaments courts soutiennent des anthères basifixes ; le style a deux ou trois stigmates plumeux (FAO, 1994). Constituées d'un périgone sépaloïdes (cinq sépales), d'un gynécée (ou pistil) avec un ovaire ellipsoïdal. La fleur femelle se compose seulement d'un périgone et d'un gynécée. La taille de la première varie entre 2 et 5 mm contre 2 à 3 mm pour la seconde. Le pourcentage de chacune d'elle dans le glomérule dépend de la variété (Herbillon,2015).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

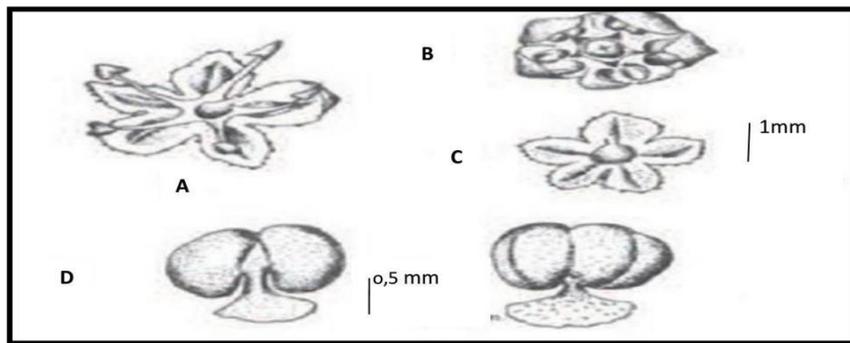


Figure 06 : Fleurs hermaphrodites et femelles de quinoa (Herbillon,2015).

- A) Fleur hermaphrodite en période d'anthèse;
- B) Fleur hermaphrodite avant l'anthèse;
- C) Fleur femelle ;
- D) Etamine avant la déhiscence, vue interne et externe, respectivement.

5-6.Fruit

D'après (Herbillon.,2015), le fruit est un akène(Del Castilloetal.,2008 ;FAO,2011).

Le grain pouvant atteindre jusqu'à 2.66 mm de diamètre selon la variété (FAO, 2011), qui pourraient être réparties dans trois catégories de taille : grande taille (2.2 à 2.6 mm). Taille moyenne (1.8 à 2.1 mm) et petite taille (<1.8 mm). Ils sont de couleur blanche, jaune, rouge, pourpre, café ou noire (FAO, 1994.En effet, il existe quatre formes de grain(Figure07).

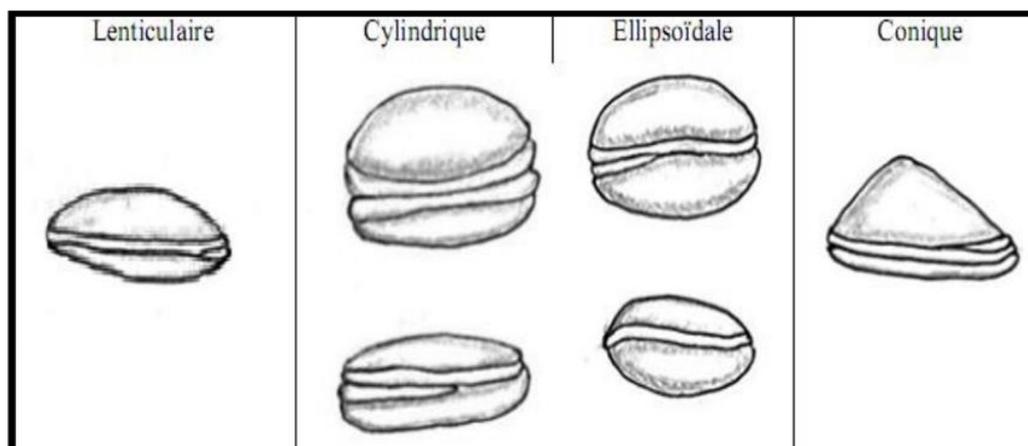


Figure 07:Forme des grains (Bioversity International et FAO,2013).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

5-7 .Panicule

Panicules composées considérées comme de faux épis (**Del Castillo et al.,2008**). Qui mesurent de 15 à 70 cm de long (**Lutz et Bascuñán-Godoy, 2017**) et 5 à 30 cm de diamètre (**Yazar et İnce Kaya, 2014**). Il ya trois forme de panicule :

- Glomériforme : Caractérisée par la présence de glomérules dans les axes glomérulaires de forme globuleuse (**Bioversity International et FAO, 2013**). Est petits groupes de fleurs issus d'axes tertiaires (**Herbillon, 2015**).
- Intermédiaire: Caractérisée par la présence des deux formes (Glomériforme et Amarantiforme).
- Amarantiforme: caractérisée par la présence de glomérules directement dans l'axe secondaire de forme allongée (**BioversityInternational et FAO, 2013**).

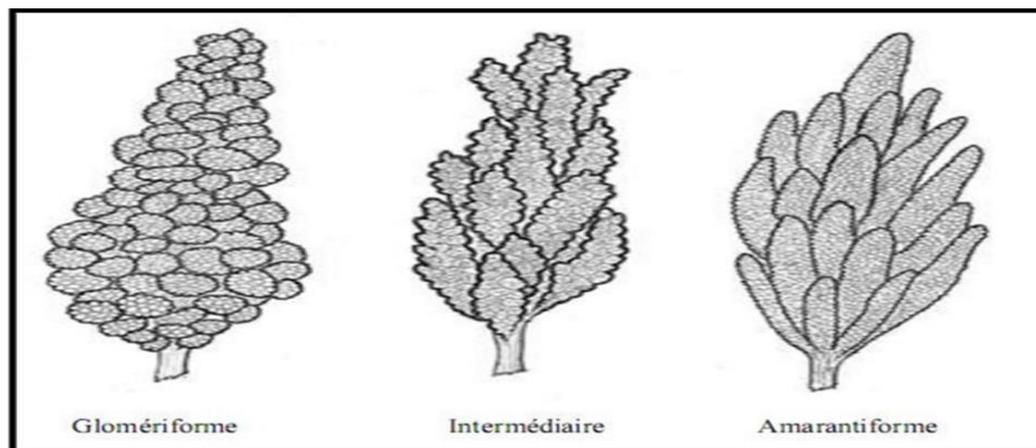


Figure 08 : Forme des panicules (Bioversity International et FAO, 2013)

5-7 Les graines :

La couleur des graines sont variables du blanc, jaune, rouge au noir, selon les espèces (**YazarA.et al.,2014**).Il existe quatre formes de graines: conique, cylindrique, ellipsoïdale et Lenticulaire (**Bioversity International et FAO, 2013**).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

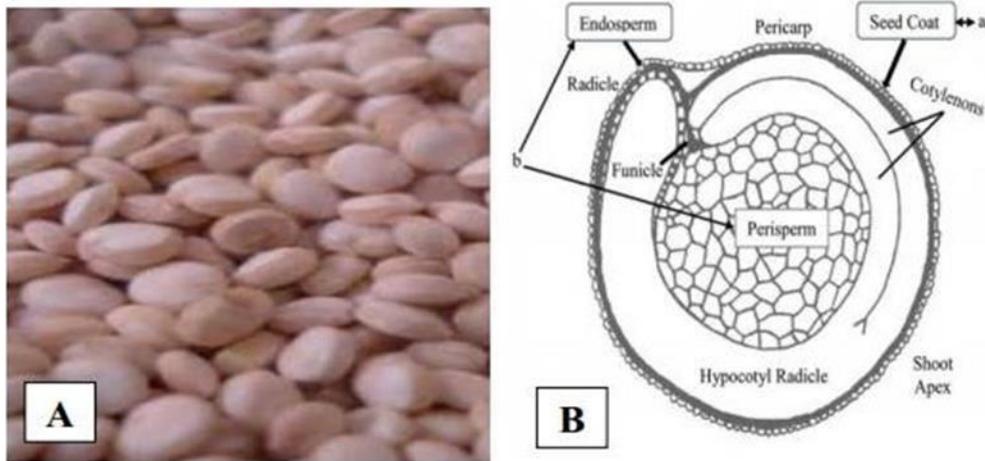


Figure09 : A : Grains de Chenopodium quinoa (Tang et Tsao.,2017).

B: Structure la graine de C. quinoa (FAO, 2015).

6. Les stades de développement de la culture de quinoa:

Selon échelle de développement de (Mujica et Canahua.,1989) il ya 12 phases (Lebonvallet.,2008).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

Tableau02 : Les stades phénologiques de quinoa (Mujica et Canahua, 1989)

Les stades	Les jours après le semis	Description	Photos
Levée	7et10	Sortie de la plantule et au déploiement Des feuilles cotylédonaires (germination épigée).	
Deux Feuilles vraies	15à20	Conjointement à une croissance rapide des racines.	
Quatre feuilles vraies	25à30	Les feuilles cotylédonaires sont ou jours vertes. La plantule montre une bonne résistance au Froid et à la sécheresse	
Six feuilles vraies	35à45	L'apparition de la troisième paire de feuilles vraies. Les feuilles cotylédonaires commencent à se flétrir	
Ramification	45à50	La présence de bourgeons axillaires. Les feuilles cotylédonaires, jaunies, tombent et laissent une cicatrice sur la tige.	
Début de Formation de panicule	55à60	L'inflorescence commence à apparaître à l'apex de la plante. La tige s'allonge et son diamètre augmente	

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

Panicule	65à70	L'inflorescence est désormais clairement visible au-dessus des feuilles	
Début de floraison	75à80	Les premières fleurs s'ouvrent. La plante commence à être plus sensible au froid et à la sécheresse.	
Floraison	90 ou 100	L'ouverture de 50% des fleurs de l'inflorescence. Les feuilles inférieures, flétries, tombent	
Grain laiteux	100 à 130	Le grain est qualifié de laiteux. Un déficit hydrique entraîner une forte diminution du rendement	
Grain pâteux	130 à 160	L'intérieur des fruits devient d'une consistance pâteuse	
Maturité physiologique	160 à 180	Le grain, plus résistant à la pression la plupart des feuilles ont jauni et sont tombées	

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

7. Valeur nutritionnelle des graines:

La particularité du quinoa tient au fait qu'il s'agit d'une graine consommée comme une céréale. En général, cet aliment est cuit et ajouté à des soupes ou bien réduit en une farine qui sert à préparer du pain, des boissons et de la bouillie. Du point de vue nutritionnel, il apporte autant d'énergie que les aliments utilisés de façon similaire, comme les haricots, le maïs, le riz ou le blé (Tableau3). Le quinoa est en outre une source importante de protéines de qualité, de fibres alimentaires, d'acides gras polyinsaturés et de sels minéraux. Toutefois, bien qu'il fournisse de nombreux nutriments en quantité non négligeable, il convient de l'intégrer à un repas équilibré comportant de nombreux autres types d'aliments afin de se nourrir convenablement.

Tableau 3 : Teneurs en macronutriments du quinoa par rapport d'autres aliments (pour 100 grammes de poids secs) (Koziol, 1992).

	Quinoa	Haricot	Maïs	Riz	Blé
Energie (Kcal/100g)	399	367	408	372	392
Protéines (g/100g)	16,5	28,0	10 ,2	7,6	14,3
Lipides (g/100g)	6,3	1,1	4,7	2,2	2,3
Glucides totaux (g/100g)	69,0	61,2	81,1	80,4	78,4

8. Exigences de la culture:

8.1. Exigences climat :

La génétique d la grande variabilité du quinoa fait qu'ils peuvent prospérer dans différents climats par rapport aux niveaux de la mer ,les partie Andins élevés et même dans les sourcils de la jungle (Jael calla,2012).

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

➤ Température

Les basses température affecteront surtout les phase de germination telle qu'elle nécessite un minimum de 4 °c, également au stade de la floraison causant faible production de pollen causant une stérilité de la plante ,mais dans l'étape de ramification de la plante ,elle aura une de grands problèmes aux chutes des températures jusqu'à moins 4°c .

D'autre part la présence de températures élevées peut affecter ces processus physiologique de la plante, et on floraison peut avoir l'avortement des fleures et après pour le remplissage des grains. La température moyenne optimale varie dans une marge de 05-15 °c (Jael calla,2012).

➤ Glacées

Se produit lorsqu'il existe des descentes conditions extrêmes de températures inférieures moins 4°c, dans ces conditions va produire des altérations physiologiques en eux les cellules des plantes, ruptures du plasma par la présence de cristaux de glace dans les espaces intercellulaire. (Jael calla., 2012).

8.2. Exigences sol :

Le quinoa est cultivé sur des sols marginaux peut fertiles, il pousse bien sur des sols peu limono-sableux à sablo-limoneux .En Amérique du sud, le quinoa est cultivé sur des sols peu ou trop drainés, de faible fertilité, très acides PH:4.8ou alcalins PH: 8.5 (Madrpm.,2005).

8.3. Exigences de l'eau:

La culture de quinoa tolère le stress hydrique et s'adapte bien aux régions ou la pluviométrie annuelle avec irrigation se situe entre 250-400 mm sur des sols limono-sableux ou sableux-limoneux.

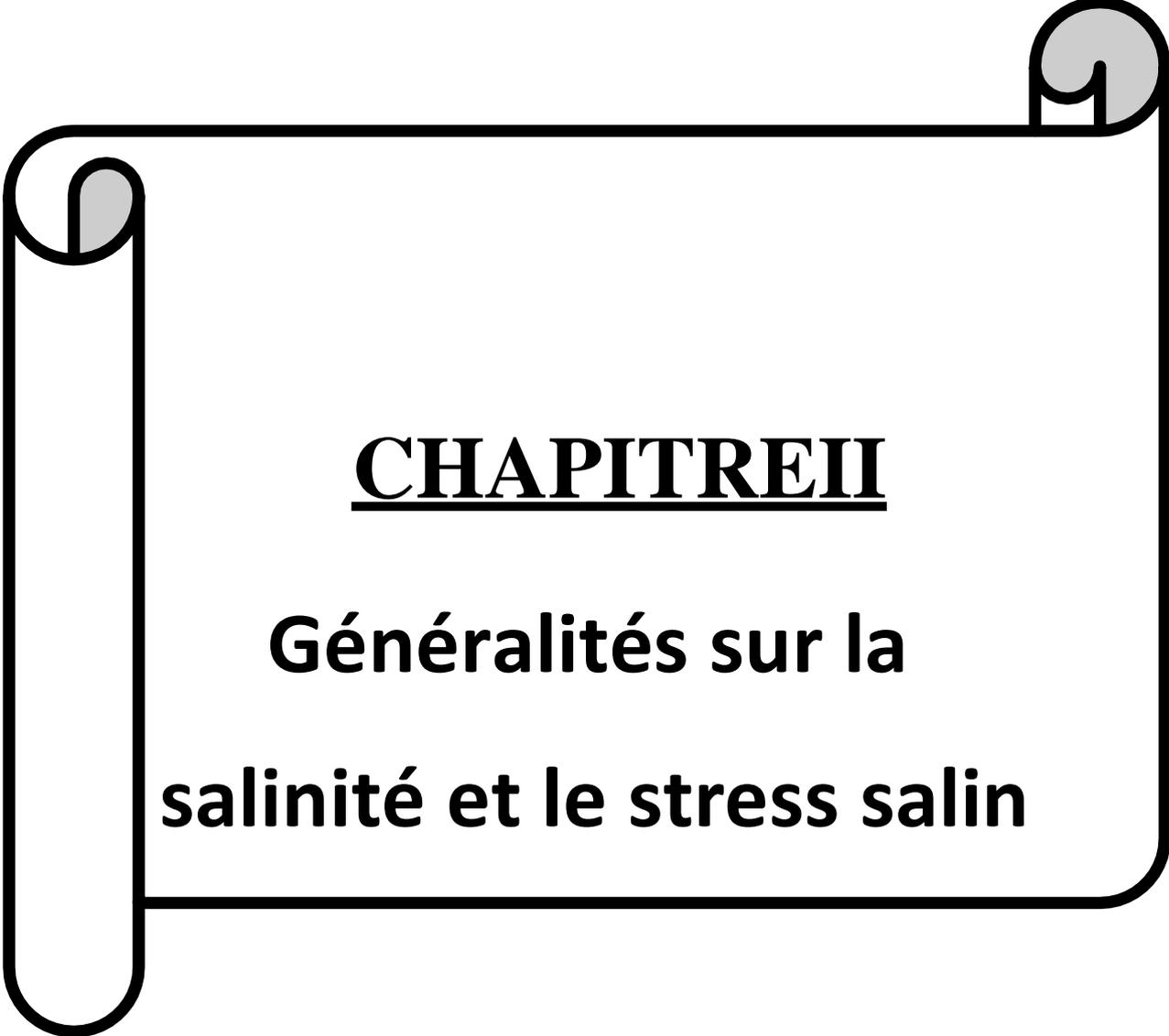
Les irrigations excessives augmente la taille des plantes (hauteur) et améliore le rendement mais avec le risque de verse (Madrpm, 2005).

9. Les besoin en eau des cultures:

D'après (Benlhabib,2005). La culture de quinoa tolère le stress hydrique et s'adapte bien aux régions où la pluviométrie annuelle avec irrigation se situe entre 250 – 400 mm sur des sols limono-sableux ou sablo-limoneux. En deça ,la hauteur et le rendement des plantes

Chapitre I : La culture de quinoa et ses exigences.

diminuent. Une irrigation excessive augmente par contre la taille des plantes et améliore rendement avec le risque de verse.



CHAPITRE II

Généralités sur la salinité et le stress salin

Chapitre 02:le stress salin

1-Définition de la salinité

La salinité est définie comme la quantité globale des sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol (**Slama, 2004**).

Selon Servant (**1975**), est définie comme étant l'ensemble des mécanismes suivant lesquels le sol s'enrichit en sels solubles et acquiert, à un degré plus ou moins fort, le caractère salé. François (**2008**), a actualisé la définition de la salinisation comme étant un phénomène par lequel un sol devient sur salé.

La salinisation résulte le plus souvent de l'irrigation de sols mal drainés sous climat aride. La stagnation de l'eau dans les couches superficielles du sol par défaut de drainage se traduit par une accumulation de sels dans les horizons les plus superficiels.

La salinisation est un terme générique caractérisant une augmentation progressive de la concentration des sels dans les sols sous l'influence d'apport d'eau d'irrigation salée, de l'aridité du climat ou de conditions hydrologiques particulières (lessivage insuffisant, proximité de la nappe...).

2. Types de salinités

2.1. Salinisation primaire (ou Naturelle)

La salinité primaire s'explique par l'accumulation de sels dans le sol ou d'eaux souterraines sur Une longue période de temps en deux processus naturels : L'altération des matériaux de base contenant des sels solubles: Les processus d'altération

Des roches se décomposent et la libération des sels solubles de divers types, principalement des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, et dans une moindre mesure, les sulfates et les carbonates, Le chlorure de sodium est le sel le plus soluble (**Noomene2011**).

La quantité de sel stocké dans le sol varie en fonction du type de sol, étant faible pour les sols sableux et élevée pour les sols contiennent un pourcentage élevé de minéraux argileux. Il varie aussi inversement avec une pluviométrie (**Noomene, 2011**).

2.2. La salinité secondaire (ou d'origine humaine)

La salinisation secondaire est le résultat des activités humaines qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie) et de l'eau utilisée par les Cultures (transpiration)(Noomene, 2011).

Les causes les plus fréquentes sont :

- Le défrichement des terres et le remplacement de la végétation pérenne avec des cultures annuelles.
- L'utilisation des eaux d'irrigation riches en sel,
- Un drainage insuffisant et un système d'irrigation dés équilibré...

3. La salinité de l'eau :

La salinité de l'eau est, résultat de l'interaction entre le climat, les matériaux du sol (nature, texture, structure) et l'eau dans le sol (nature, dynamique) intéresse des superficies très importantes (M.Doss ,1980). La salinité d'une eau, ou teneur en matière solubles, peut s'exprimer facilement par sa conductivité électrique à 25 degrés Celsius (CE 25°C).

4. Classification des eaux d'irrigation :

Il existe plusieurs types de classifications de l'eau d'irrigation vis-à-vis a la salinité dans la littérature, cependant la classification de (Ayers et al, 1988) définissent les sols ou les eaux d'irrigation affectés par la salinité, comme étant ceux qui contiennent suffisamment de sels solubles susceptibles de compromettre la croissance des plantes. Mais cet effet est évalué différemment selon les pays. Selon (Daoud et al, 1994), l'évaluation des eaux d'irrigation varie en fonction d'un pays à autre.

Tableau04: Evaluation des eaux d'irrigation(Daoud et al, 1994).

Conductivité électrique	Concentration (g/l)	Evaluation		
		Américaine	Russe	De Durand pour l'Algérie.
CE < 0.25	< 0.2	Faiblement salé	Bonne qualité	Non saline
0.25 < CE < 0.75	0.2-0.5	Moyennement salée	-	Salinité moyenne
0.75 < CE < 2.25	0.5-1.5	Fortement salées	Risque de salinisation	Forte salinité
2.25 < CE < 5	1.5-3	Très fortement salées	-	Très forte salinité
5 < CE < 20	3-7	Salinité excessive	Ne peut être utilisée sans lessivage	Salinité excessive

5. Le stress et ses types

Le terme stress désigne un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant (Levitt, 1980 in Ben Kaddour, 2014).Le stress est une rupture d'un équilibre fonctionnel produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple une carence. Le stress est donc, un ensemble de conditions qui provoquent des changements des processus physiologiques résultant éventuellement des dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement (Dutuit et al.,1994 in Ben Kaddour, 2014).

On peut classé le stress en deux types :

- stress biotique: imposé par d'autres organismes (insectes, herbivores...).
- Stress abiotique: provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physico-chimique Comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité.(Vincent,2006).

6. Stress salin:

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na⁺ et Cl⁻. (Hopkins, 2003). Il constitue un facteur limitant à la croissance et au développement des plantes Les conséquences de ce phénomène qui ne cesse de prendre de l'ampleur, se manifestent par la

toxicité directe due à L'accumulation excessive des ions (Na^+ et Cl^-) dans les tissus des organes (Chérifi et al., 2017).

La salinité affecte tous les processus physiologiques de la plante. L'effet de la salinité se traduit par une régression du nombre moyen de pousses par bourgeon et une réduction significative de la Longueur des feuilles, et aussi Les teneurs en chlorophylle à, chlorophylle b et en Chlorophylle a+b ont été significativement réduites par l'effet de la salinité (Belfakihet al., 2013).

7. Effets de la salinité sur la culture de quinoa:

7.1. Sur la germination:

La germination des graines est un ensemble de processus métaboliques aboutissent à l'émergence de la radicule. Ce stade de développement est considéré comme une étape

Critique dans l'établissement des semis et ainsi la détermination d'une production agricole

Réussie (Benidire et al., 2015). La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes Dans les milieux salés (Daroui, 2012). La germination des plantes qu'elles que soient halophytes ou glycophytes est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (Ismail, 1990).

La salinité agit sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus la semence aux risques, et en diminuant plus ou moins fortement son taux selon la concentration en sels dont Na^+ Cl^- . Elle intervient vraisemblablement par deux effets, l'un osmotique et l'autre toxique (Slama., 2004).

L'effet osmotique se traduit par la difficulté que trouve l'embryon à absorber une quantité d'eau suffisante pour déclencher les processus métaboliques de la germination (Bliss et al., 1986). L'effet toxique résulte de l'envahissement de l'embryon par (Rush et al., 1976).

7.2. Sur la croissance et le développement du quinoa:

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (Bouaouina et al, 2000). La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente. Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse

sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (**Chartzoulakis et Klapaki., 2000**). De même le sel diminue la croissance de l'appareil végétatif par la réduction du nombre des feuilles, réduit la surface foliaire (**Ben khaled et al.,2007**).

On observe aussi une réduction dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire (**Mohamed et al.,1998**).

7.3. Sur le rendement agronomique :

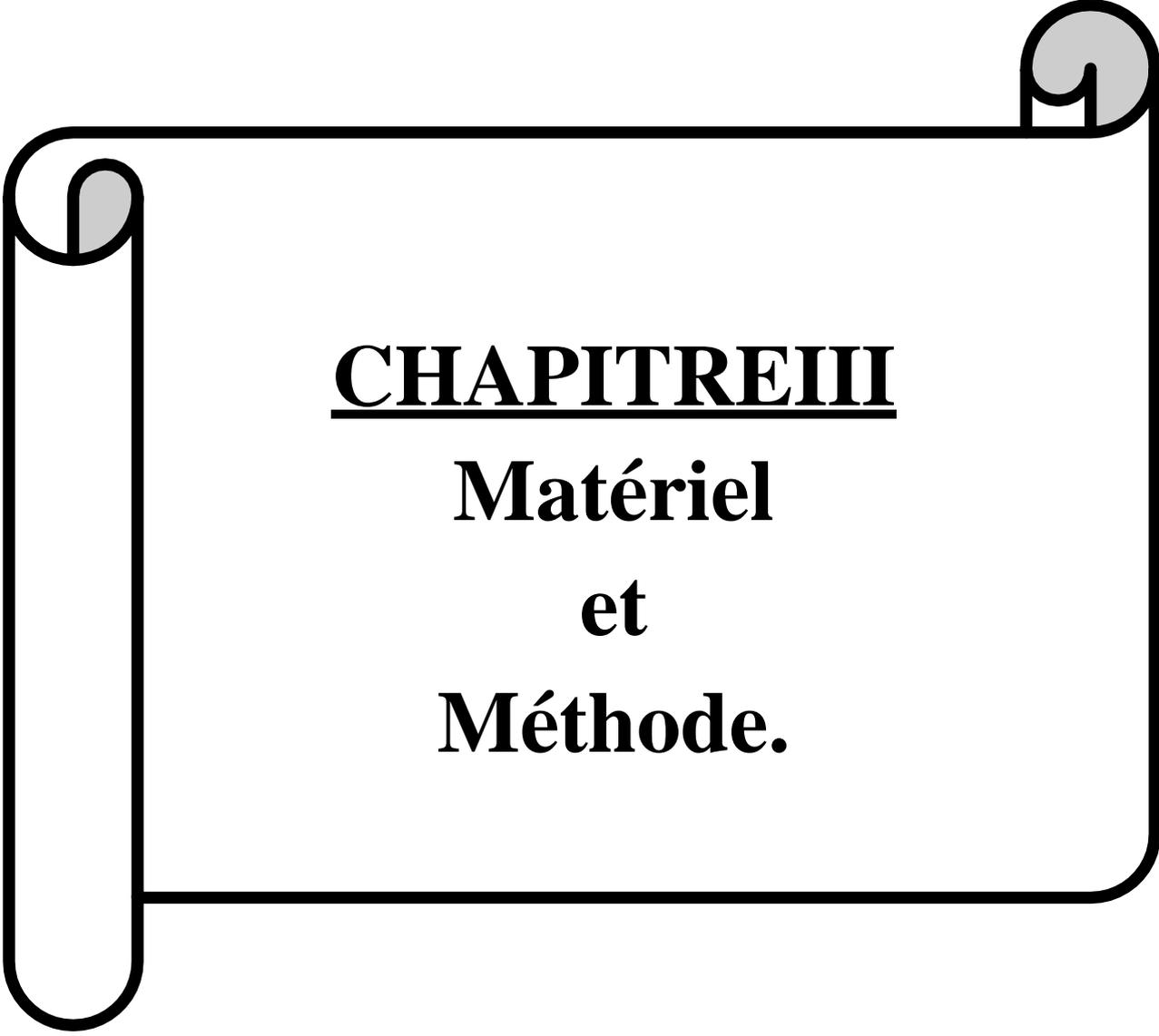
La salinité diminue le rendement de la culture, le plus souvent en réduisant le nombre de pointes portant les épillets, le poids de l'épi et le poids de 1000 graines. Le rendement des plantes diminue nettement avec l'augmentation de la concentration en sels, et ce degré de sensibilité diffère d'une espèce à autre (**Slama et al., 2004**).

8. Comportement du quinoa vis-à-vis au stress salin:

Le quinoa présente une grande tolérance à la salinité du sol. Certaines variétés peuvent se développer dans des concentrations de sel similaires à ceux trouvés dans l'eau de mer (40dS/m) et même plus élevé (**Jacobsen, et al. 2001**); (**Adolf, et al. 2012**).

La plante de quinoa peut utiliser plusieurs mécanismes pour s'acclimater dans un environnement salin (**Wilson, et al. 2002**). En effet, on ajoute que le quinoa est capable d'accumuler des ions salins dans ses tissus pour ajuster le potentiel hydrique foliaire. Cela lui permet de maintenir la turgescence cellulaire et de limiter sa transpiration, évitant des dommages physiologiques que pourrait causer la sécheresse. Cependant la plante est capable de maintenir l'ion potassium (K^+) par rapport au ion sodium (Na^+) et de faire la sélectivité du Ca^{2+} par rapport au sodium / (Na^+) dans les conditions salines (**Rosa, et al.2009**). Elle peut aussi tolérer de fortes niveaux internes de Na^+ (**Wilson, et al.2002**).

En conclusion on peut affirmer que dans les conditions salines, le quinoa se comporte donc comme un halophyte facultatif et pourrait être utilisé pour nettoyer des sols contaminés par le sel (**Jacobsen, et al. 2000**).



CHAPITRE III

**Matériel
et
Méthode.**

Chapitre03:Matériel et méthode

1. Objectif de travail:

L'objectif essentiel de cet essai est d'étudier l'évaluation de trois types d'eau de la région de Biskra de Allia T0, Tolga T1, Ain Debba T2 pour l'irrigation d'une culture de quinoa sous serre et leurs effets sur la croissance et la production dans la région de Biskra

2. Site d'expérimentation:

L'expérimentation a été réalisée au cours de l'année 2021/2022 au niveau du département des sciences agronomique d'université Mohamed- Khider.

Le travail à été mené à en deux parties:

- Au laboratoire: pour l'essai de germination et l'analyse de trois types des eaux irrigation choisis et l'analyse du sol.
- En serre : L'essai est réalisé dans une demi-serre d'extrémités de (7.30m×6.10m×2.20m), dans des pots en plastique d'un volume 8 kg

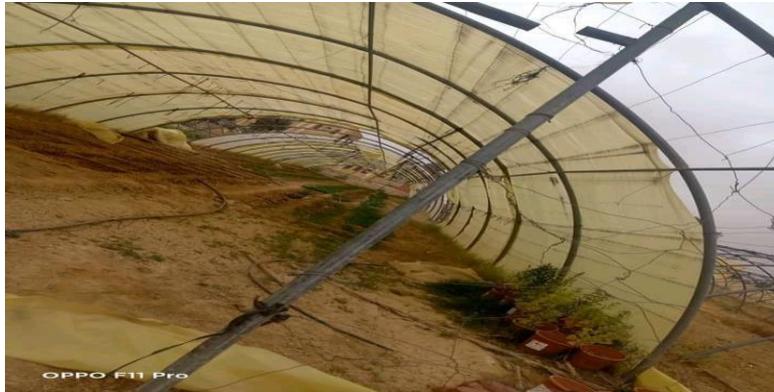


Photo 01: La serre en plastique (Originale, 2022)

3. Les caractéristiques du sol et de l'eau d'irrigation:**• Le sol :**

Le sol remplie dans les pots provient du terrain d'expérimentation de département des sciences agronomiques de l'université de Biskra.

Caractéristiques physicochimiques sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau05:Résultats des analyses du sol

Paramétré	Résultat enregistré
PH	8, 56
CE	1 ,8
Matière organique%	0 ,8
Calcaire total	38%

• L'eau d'irrigation:

Le choix de types d'eaux d'irrigation pour le déroulement de l'expérience est présenté dans le tableau 06 : ce choix a été basé par rapport à la salinité de l'eau.

Les trois types d'eaux d'irrigations sont les suivants :

- L'eau de forage EL Allia (département),
- Les deux eaux d'irrigations de Tolga et Ain Debba provinrent des points d'eaux appartenant aux agriculteurs de la région de Biskra.

Tableau06 : salinité de l'eau d'irrigation pour les trois types d'eaux choisis

Qualité d'eau	Allia (département)	Tolga	AinDaba
PH	7.23	7.2	7.50
(CE) (ds/m)	4.93	0.43	12.98
Interprétation	Peusalée	Nonsalée	Trèssalée

4. Matériel et Méthodes :**4.1. Matériel végétal:**

La présente étude a été portée sur le d'une seule variété de quinoa : Amarilla Sacaca



Photo 2 : La variété Amarilla Sacaca (Originale, 2021)

Le tableau suivant montre des informations de cette variété publiées par la FAO en 2014.

Tableau07: caractéristique de la variété choisie (Amarilla Sacaca)

Durée du cycle végétatif (Jours)	160 à170	Couleur du Péricarpe	Jaune
Hauteur des plants(m)	1.50à1.70	Rendement en grains par plant(g)	82.00à 94.00
Rendement moyen en grains(t/ha)	3.5	P.M.G(g)	2.9
Couleur de la tige principale	Verte	Nombre de jours au début de la panicule	85
Presence de ramifications	Présentes	Nombre de jours à la floraison	125
Couleur des feuilles	Verte	Nombre de jours à la maturité physiologique	160
Couleur de la panicule à la floraison	Orange	Tolérance aux basses températures	Sensible
Couleur de la panicule à la maturité physiologique	Orange	Tolérance à la sécheresse	Modérément tolérante

Nombre de panicules par plante	1	Tolérance à l'humidité	Tolérante
Longueur de la panicule (cm)	30 à 68	Teneur en saponine(%)	7
Diamètre de la panicule (cm)	10 à 13	Protéines(%)	14.58
Couleur du périsperme	Blanche	Fibres(%)	2.56

4.2. Matériel et la technique utilisée

*Gravier

*Sol+sable

*Eau d'arrosage

*Fumier

*pots en plastique d'un volume 8 kg

*Serre en plastique (7.30m×6.10m×2.20m)

4.3. Dispositif expérimental:

Le dispositif expérimental adopté est celui du bloc aléatoire avec quatre répétitions pour chaque traitement (T0, T1, T2). Les traitements choisis sont comme suit : 3*4=12pots

T0: Représente l'eau d'irrigation du département (Allia).

T1: Représente l'eau d'irrigation de Tolga.

T2: Représente l'eau d'irrigation de Ain DEBBA.

Figure10:Dispositif expérimentale

Bloc 01	Bloc 02	Bloc 03	Bloc 04
T0 T1 T2	T1 T2 T0	T2 T0 T1	T1 T0 T2

**Photo 03:site expérimentale (originale, 2022)**

5. Méthodologie de travail

5.1. Préparation des pots et semis

Le sol échantillonné provient d'une parcelle agricole située au niveau du département de la science agronomique Biskra.

Le sol a été tamisé pour extraire les gros cailloux et les pierres, ce sol a été prélevé pour préparer un substrat de semis, le substrat a été réparti dans 24 pots d'un volume de 08Kg, une couche de 1-2 centimètre de gravier de taille moyenne a été placée au fond des pots afin de faciliter le drainage.

Dans chaque pot ont été repiqués 03 poquets à 3 à 4 graines par poquets, les pots sont ensuite irrigués à leur capacité de rétention (2 L), le semis a été réalisé le 1/12/2021.



Photo 04: Le semis (Originale, 2021)

5.2. La capacité de rétention

Pour déterminer la capacité de rétention, on a amené un pot vide et on a le remplit avec le sol, et puis on a le peser, on a trouvé 11.75Kg, ce dernier présente le poids du pot plus le sol sèche, et puis on a prendre le pot et on a le met dans un bassin contient l'eau, et après 24 heures on a le peser et on a trouvé 14.13 Kg est ça présente le poids du pot plus le sol humide.

Pour déterminer la capacité de rétention on déduit le poids de pot plus le sol humide

(14.13) par le poids du pot plus le sol sèche(11.75), on a trouvé environ 2L.

Donc on déduit que la capacité de rétention de ce sol est environ 2 L.



Photo05: L'essai de capacité de rétention (Originale, 2021)

5.3. Paramètres étudiés:

A/. Test de germination:

La détermination du pourcentage de graines susceptibles de germer est réalisée par l'imbibition de 25 graines. L'arrosage des graines par les quartes qualités l'eau d'irrigation (T0, T1, T2) en condition normale, pendant 48 heures, de température 25°C. Selon la formule suivante :

$$G\% = 100 * (T/N)$$

- G%: Pourcentage de germination
- T : Nombre des graines germées
- N: Nombre total des graines mises à germer.



↓
Après 48 heures

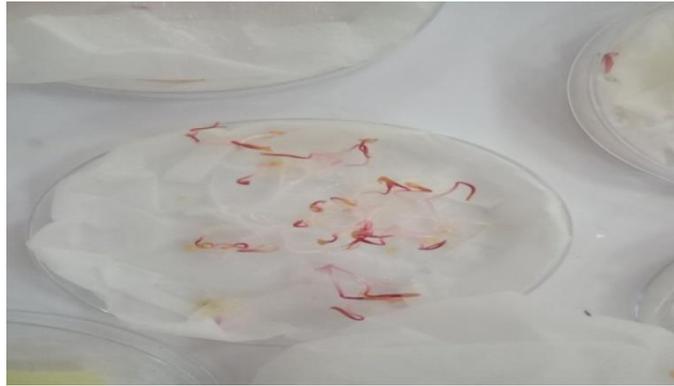


Photo 06 : Test de germination du quinoa (Originale, 2022)

➤ La détermination du pourcentage des grains susceptible de germer est réalisée par l'imbibition de 100 grains dans l'eau en condition normale, pendant 24 heures

D'après le **tableau 08**, nous indique le pourcentage de germination moyen de quinoa étudiées, on remarque taux de germination élevé dépasse 100 % chez la qualité de l'eau irrigation T1alorsque pour la T0 le pourcentage de germination moyen est de 96%.suivi par T2 le pourcentage de germination moyen est de 92%

Ces valeurs de test moyen de germination indiquent que la qualité de l'eau irrigation ont une faculté germinative élevée

Tableau 08 : Test de germination % (moyen) de quinoa

Variété	L'eau irrigation	Total	Germées	Taux
Amarilla Sacaca	T0	25	24	96%
	T1	25	25	100%
	T2	25	23	92%

B/.Stades de développement :**Tableau09:**Stades de développement de la culture de quinoa (ITDAS, 2017)

Les stades	Identification
Stade levé	Est atteint lors de la sortie des feuilles cotylédonaire. On note la date lorsque la levée a été atteinte par 90% des plantes levées de la parcelle
Deux feuilles vraies	On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle.
Quatre feuilles vraies	L'apparition de la 2 ^{ème} paire de feuilles vraies. On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle.
Six feuilles vraies	L'apparition de la 3 ^{ème} paire de feuilles vraies. On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle
Ramification	A partir de stade de 8 feuilles. Les Feuilles cotylédonaire jaunies et tombe et laisse une cicatrice sur la tige. On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle
Panicule	L'inflorescence est désormais clairement visible au-dessus des feuilles, et la composition des glomérules et les boutons floraux. On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle
Floraison	L'ouverture de 50% des fleurs de l'inflorescence. On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle.
Grain laiteux	L'existence d'un liquide blanchâtre sur le fruit. On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle.

Grain pâteux	L'intérieur du fruit devient d'une consistance pâteuse. On Note la date lorsque le stade a été atteint par 50% des plantes de la parcelle.
Maturité physiologique	On Note la date lorsque le stade a été atteint par 90% des plantes de la parcelle.

C/Hauteur de plante en cm (HP):

La longueur des plantes issue de la croissance est mesurée à l'aide d'une règle graduée pour chaque variété ; les mesures de ce paramètre sont enregistrées chaque 15 jours jusqu'à stade de panicule.



Photo 07: mesurer la longueur de la plante (originale, 2022)

E/Nombre de ramification :

On comptabilise toutes les feuilles vraies qui ont pris leurs formes définitives et qui soient bien visibles, on a pris trois plants pour chaque pot.

F/Nombre de panicules

On mesure le nombre moyen des panicules pour trois plants pour chaque pot.

G/Mesurer du diamètre de la tige des plantes:

Le diamètre de la plantes a été déterminé à l'aide d'un pied à coulisse pour trois plants pour chaque pot.



Photo 08: Mesurer le diamètre des la plantes par un pied à coulisse (**originale, 2022**)

H. Le Rendement en grains :

1/Poids de panicules principales:

Après récolte pour chaque pot on pèse pour chaque panicules, exprimé (g).pour chaque pots

2/Biomasse sèche aérienne et racinaire:

La parties aérienne et racinaire a été mis dans l'étuve en température 105°C pendant 24h.

Après la Déshydratation, on a pesé les parties aériennes et racinaires (poids sèche).

3/Poids de 1000 graines:

Après récolte pour chaque pot en prend une quantité de graines à partir de celles récoltées.

On compte 1000 graines et on les pèse pour chaque répétition, exprimé(g).

5.4. Analyse minérale des feuilles

Dosage de Na⁺ et K⁺ :

-On a pris 0.5-1.0g de la matière végétale, séchée préalablement à 105°C dans un creuset.

-Calciner à 550° dans un four pendant 5h jusqu'à l'obtention d'une cendre blanche,

-Transférer la cendre dans un bécher de 100 ml en ajoutant 5ml de HCl (2N) et couvrir d'un

- HCl acide chlorhydrique (2N) est obtenu par : dilution de 165,6ml d'HCl concentré (d=1.19, 37%) avec l'eau distillée dans une fiole jaugée de 1l.

- Ébullition douce sur une plaque chauffante pendant 10mn.

Après refroidissement, ajouter 25mL d'eau distillée puis filtrer dans une fiole de 50 ml à l'aide d'un papier filtre. (Ryanet al, 2001).

- A partir de cette solution, on a dosé le Na^+ et le K^+ par photométrie à flamme.



Photo 09: mesure du poids d'amendement matière végétale avant et après par calcination (originale, 2022)

1. Dosage de sodium Na^+ : par photomètre à flamme type JUNWAYFPF.



Photo10: dosage de sodium Na^+ (original, 2022)

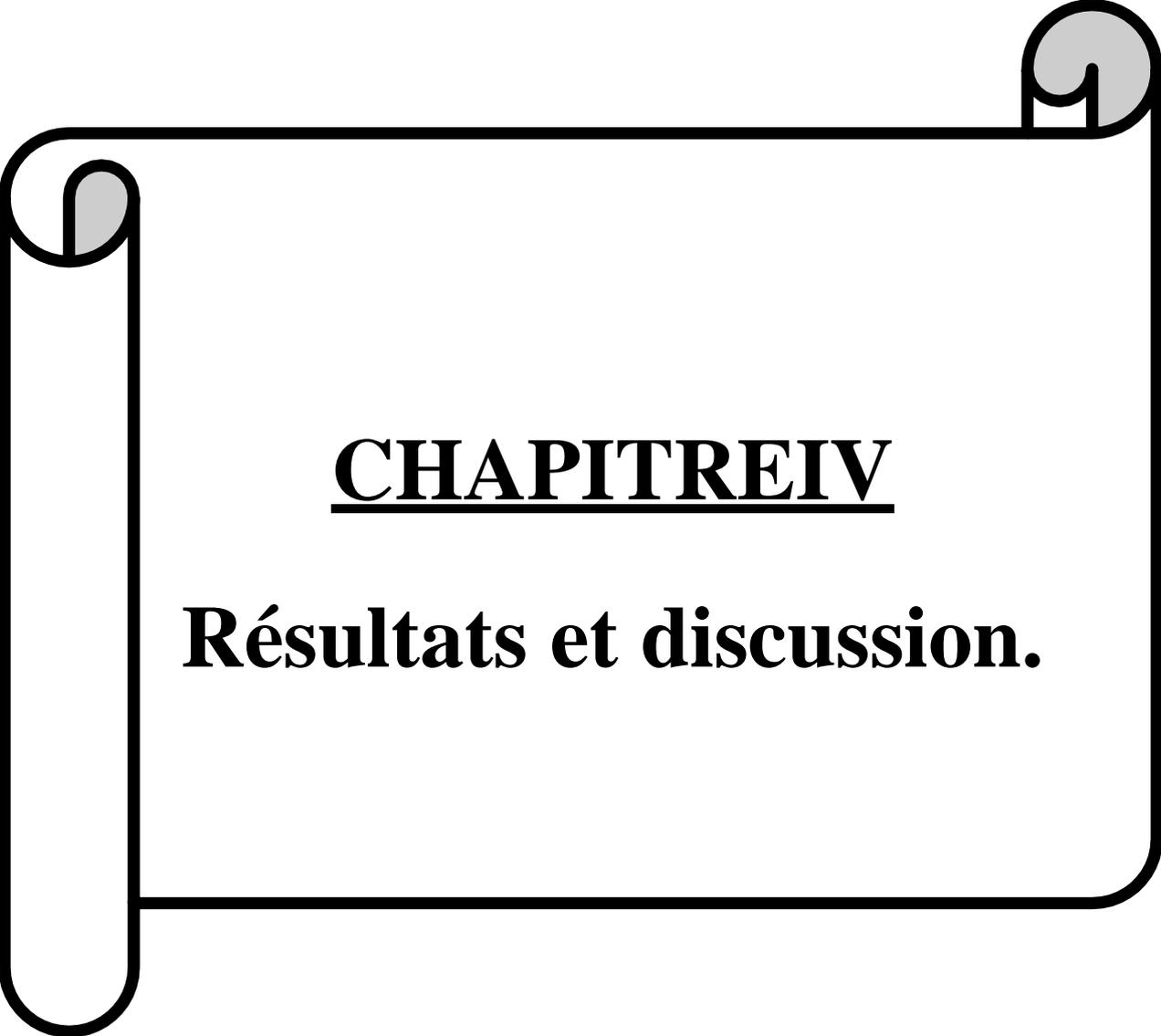
2. Dosage de potassium K^+ :par photomètre à flamme type JUNWAYPFP.



Photo11:dosage de K^+ (original, 2022)

5.5. Analyse statistique :

L'analyse de variance a été effectuée à l'aide du logiciel XLSTAT(2009).la comparaison des moyennes a été selon le test de Newman-Keuls.



CHAPITRE IV

Résultats et discussion.

Chapitre 04:Résultat et discussion.**1.Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation:**

Les résultats de l'analyse de trois types d'eau irrigation sont présentés dans le tableau n°10

Tableau10: Résultats des analyses de l'eau d'irrigation

Qualité d'eau	(CE) (ds/m)	PH	Catin méq/l				Anins méq/l				Minéralisation g/l	SAR
			Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻		
Allia T0 (département)	4.93	7.23	21.28	15	20.00	0.21	00	7.2	26.56	15.45	3.15	4.26
TolgaT1	0.43	7.02	1.48	2.4	3.8	00	00	1.2	2.08	8.58	0.27	0.71
Ain DebbaT2	12.98	7.50	63.06	43.4	89.4	0.92	00	3.6	105.92	54.93	8.30	6.72

D'après la classification qui a été adaptée par la FAO, 1985 dans le tableau n° (voir annexe), on déduit que la salinité de l'eau(CE) de Tolga, ne présente pas de problèmes à l'irrigation, tan disque l'eau de forage de de AL Alli et de Ain Debba présente de problèmes sévères à l'irrigation.

D'après la classification adoptée par le diagramme de REVERSE, on remarque que l'eau de Tolga est classée dans zone faible, L'eau de de Al allia en zone moyenne et l'eau de Ain Debba en zone forte vis-à-vis à l'irrigation (figure11)

Le diagramme de piper, nous a permet de classier les trois types d'eau en deux faciès hydro chimiques: Chloruré calcique et Sulfaté calcique magnésique.

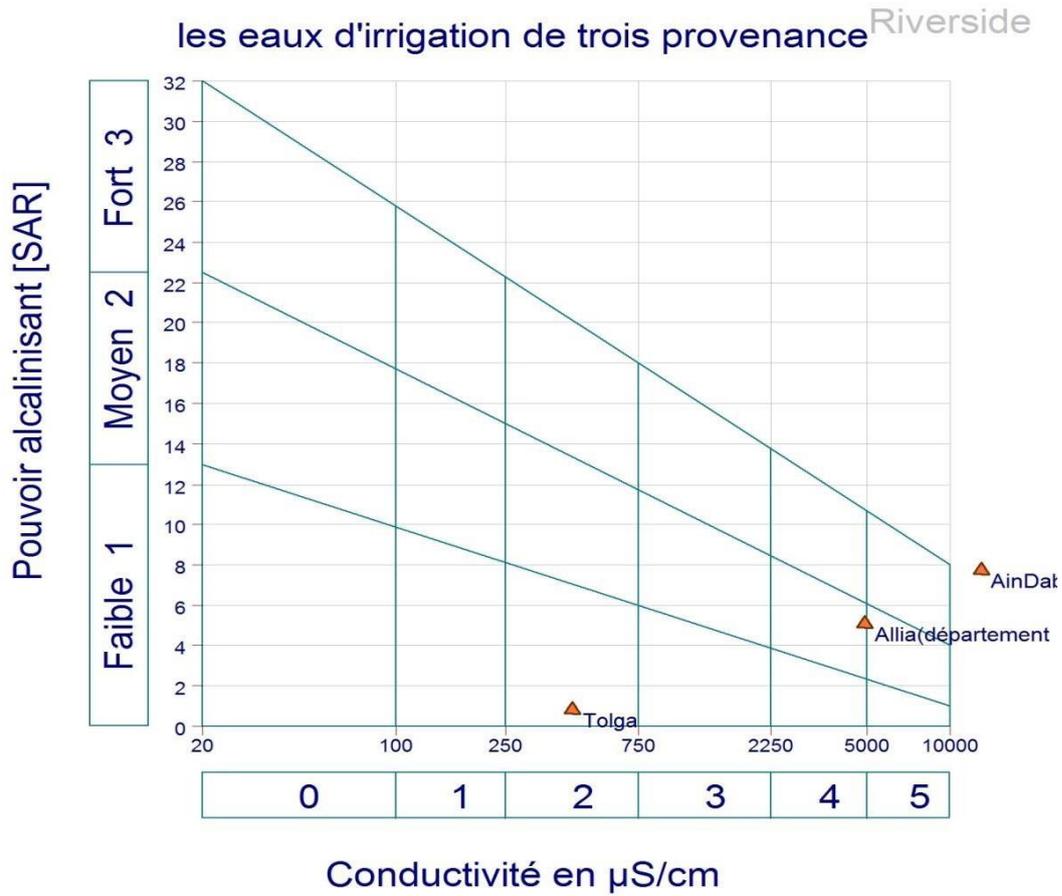


Figure11: Diagramme de Riverside des eaux des forages

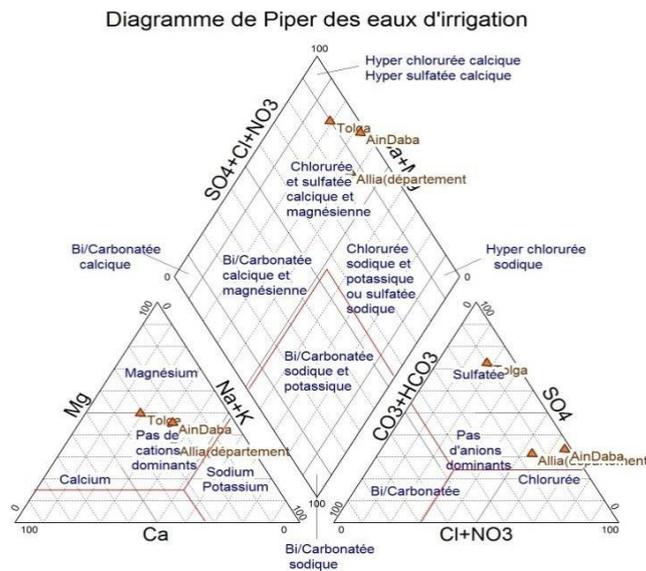


Figure12: le diagramme de PIPER des eaux d'irrigation

1. L'effet de la qualité d'eaux d'irrigation sur de développement (durée et date) de la culture de quinoa :

D'après le **tableau 11**, on remarque, que la des le semis jusqu'à le stade de ramification la salinité de l'eau dans les trois types d'eau d'irrigation n'a pas influencé sur la durée des stades.

Durant le stade début la formation de panicule : La variété de quinoa a enregistré a une durée précoce (61jours) dans l'eau de Tolga (T1) par rapport aux autres types d'eau T0 (département à et T3 (Ain Debba).

Alors que durant les stades grain laiteux et pâteux : La quinoa a enregistré a une durée longue (125jours ; 148 jours) dans la qualité d'eaux T2. On a observé un retard dans la durée tous les stades des semis jusqu'à à la maturité physiologique pour les qualités d'eaux T2 par rapport les autres qualités d'eaux. T0 et T1.

A la fin du cycle maturité physiologique, que la variété Amarilla Sacaca à enregistrée un cycle long : 174jourspar rapport les autres qualités T0, etT1.

Tableau11:La durée des stades phénologiques en jours.

Les stades	N° des jours théorique	N° des jours (2021/2022)		
		V1		
		T0(Allia)	T1(Tolga)	T2 (Ain Debba)
Stade levé	7-10jours	12jours	12jours	12jours
Deux feuilles vraies	15-20jours	18jours	18jours	19jours
Quatre feuilles vraies	25-30jours	29jours	28jours	31jours
Six feuilles vraies	35-45jours	39jours	35jours	39jours
Ramification	45-50jours	48jours	46jours	49jours
Début de la formation de panicule	55-60 jours	66 jours	61 jours	68 jours
Panicule	65-70 jours	73 jours	71 jours	75 jours
Début de Floraison	75-80 jours	83 jours	82 jours	84 jours
Floraison	90-100 jours	94 jours	97 jours	98 jours
Grain laiteux	100-130 jours	115 jours	118 jours	125 jours
Grain pâteux	130-160 jours	138 jours	142 jours	148 jours
Maturité physiologique	160-180 jours	162 jours	165 jours	174 jours
N° totale des jours	/	162 jours	165 jours	174 jours

3.Photo 12: Les stades phénologiques du quinoa



Stade levée



Deux feuilles vraies



Quatre feuilles vraies



Six feuilles vraies



Ramification



Début de la formation de la panicule



Panicule



Début de la floraison



Floraison



Grain laitoux



Grain pâteux



Maturité physiologique

2. L'effet du stress salin sur les caractéristiques morphologique

2.1. Effet de la qualité d'eau sur la hauteur moyenne des plantes (cm):

La figure 13 nous montre : la variation de la hauteur moyenne dans des différentes la qualité d'eaux d'irrigation (Allia T0 ; CE =4.93ds/m), (Tolga T1 ; CE=0.43 ds/m), (Ain Debba T2 ; CE=12.98 ds/m), les plants dans le traitements (eau de TolgaT1) donné une meilleure hauteur estimée: (23,83 cm) , suivie par la qualité d'eaux d'irrigation Allia(T0) (17,98cm),alors que la plus faible valeur mesurée est observée dans la qualité d'eaux d'irrigation Ain DebbaT2 (15,24 cm).

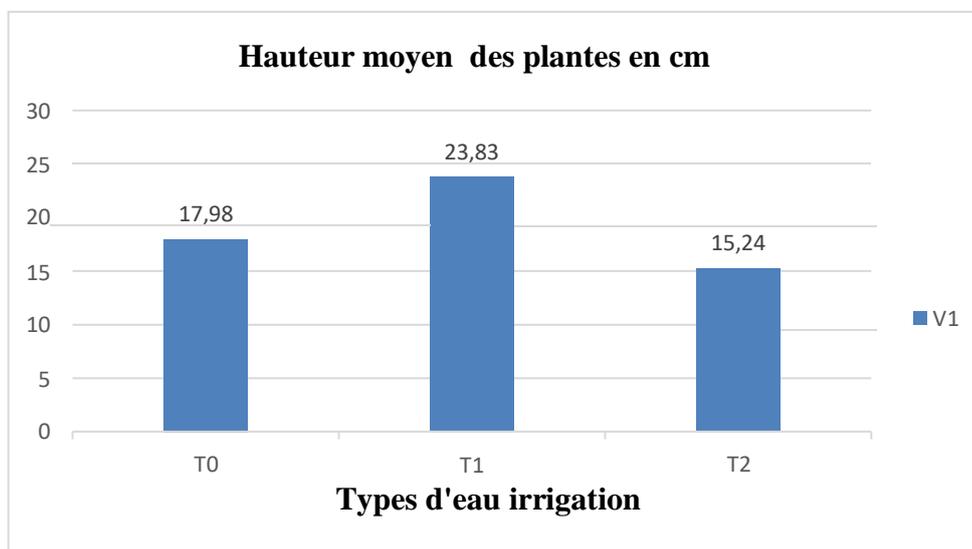


Figure13:Effet de la qualité d'eau sur la hauteur moyenne de la plante (cm)

L'analyse statistique a montré qu'il ya une différence significative (Newman et Keuls à intervalle de confiance 95%) pour l'effet du stress sur la hauteur de la plante, ce testa classé l'effet des fréquences en 2 groupes homogènes le groupe A : T0, T2 groupe B: T 1.

Tableau12: Analyse de la variance (Hauteur moyenne des plantes en cm).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T2	15,158	A
T0	17,980	A
T1	23,838	B

On remarque la salinité de l'eau irrigation de Ain Debba (T2) ; CE:12ds/m) à provoquer une diminution marquée sur la hauteur moyenne finale.

Nous Résultat sont proches avec résultat de (Rjeibi et al., 2015), qui affirme que l'augmentation de la salinité a un effet significatif sur la diminution de longueur des tiges surtout au-delà de 10 ds/m .

2.2. L'effet de la qualité d'eau sur le diamètre de la tige moyenne par plant

La figure(14) suivante montre une différence entre les l'effet de la qualité d'eau d'irrigation sur le diamètre de la tige.

On remarque que le l'eau d'irrigation Tolga T1 (CE=4.93 ds/m) donné les plus grands le diamètre(0,7), alors que les petites valeurs de diamètres sont celles enregistrés dans l'eau du Allia T0(0,55) et Ain debba (0,6)

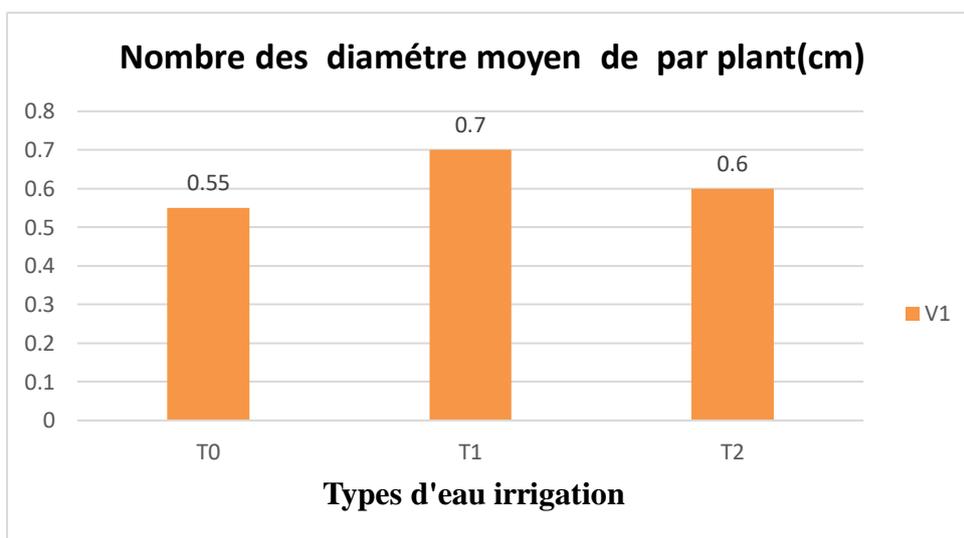


Figure14: Effet de la qualité d'eau sur le nombre des diamètres moyens de plant

L'analyse statistique par le test (NewmanetKeuls95%), a montré qu'il y'a pas de différence significative entre les traitements.

Tableau13: Analyse de la variance (le nombre du diamètre moyen des plantes).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T0	0,550	A
T2	0,675	A
T1	0,700	A

la Salinité n'a pas un effet, sur diamètre de la tige comme il a été a trouvé dans les résultats de (Rjeibi et al., 2015).

2.3. Effet de la qualité d'eau sur le nombre des ramifications moyenne par plante:

D'après la figure(15),on observe :qualité d'eaux d'irrigation(TolgaT1 ;CE=0.43ds/m), a donné un meilleur nombre des ramifications estimée : (33,75) suivi par la qualité d'eaux d'irrigation Allia T0 (31,05) de (CE =4.93 ds/m), comparativement à la qualité d'eaux d'irrigation Ain DebbaT2(16 ,25)de (CE=12.98 ds/m).

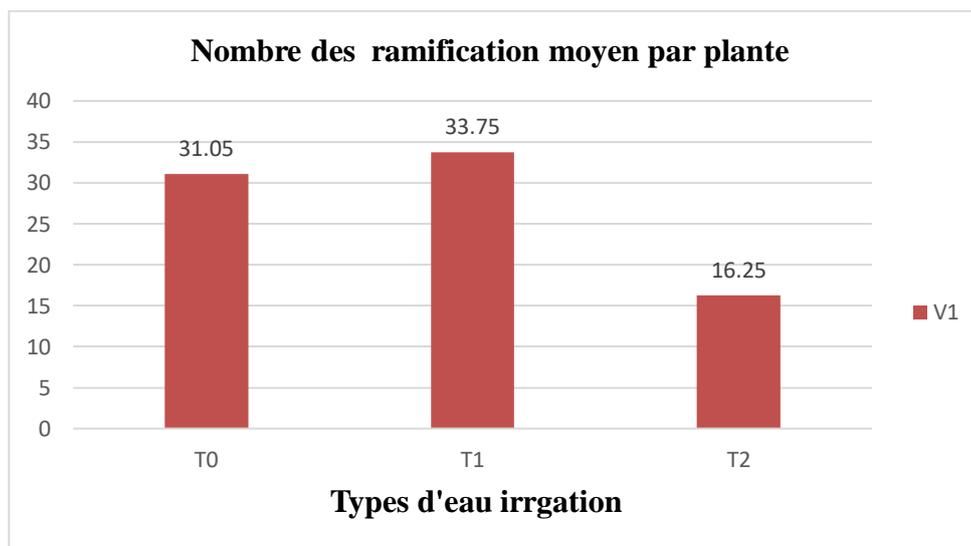


Figure15: Effet de la qualité d'eaux sur le nombre des ramifications moyen par plant.

L'analyse statistique a montré qu'il ya une différence significative (Newman et Keuls95%) pour l'effet du stress sur le nombre des ramifications, ce test a classé l'effet des fréquences en 2groupes homogènes le groupe A:T2, groupe B: T0, T1.

Tableau14: Analyse de la variance (nombre des ramifications moyen par plant).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T2	16,250	A
T0	31,500	B
T1	33,750	B

2.4. L'effet des qualités d'eaux sur le nombre des panicules moyenne par plant:

La figure(16) suivante nous montre l'effet de la qualité d'eau d'irrigation sur le nombre des panicules par plante. On remarque que traitement d'irrigation (Allia T0) (CE=4.93ds/m) a donné les plus grands nombre de panicule (12,5) panicules par plante. Suivi par le traitement d'irrigation (Tolga T1) (CE= 0.43ds/m) qui a donnée (9,5) panicules. Le dernier traitement d'irrigation Ain Debba (T2) (CE=12.98 ds/m) a donné les plus petites nombre des panicules (4,75) panicules par plante

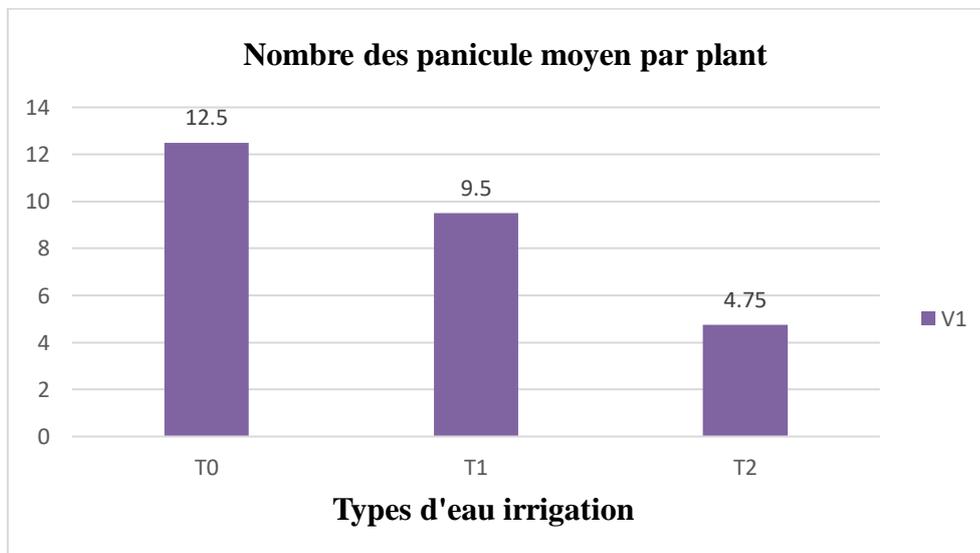


Figure16 : Effet de la qualité d'eaux sur le nombre des panicules moyen par plant

L'analyse statistique a montré qu'il ya une différence significative (Newman et Keuls 95%) pour l'effet de la qualité de l'eau sur le nombre des panicules par plant, ce test a classé cet effet en 2 groupes homogènes le groupe A représente le traitement : T2, groupe B : regroupe les deux traitements T0 et T1.

Tableau15 : Analyse de la variance (le nombre des panicules moyen par plant).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T2	4,750	A
T1	9,500	B
T0	12,500	B

3. L’effet du stress salin sur le composant de rendement

3.1. Le poids moyenne de la panicule principale en (g)

D’après la figure(17): on observe que le traitement irrigation tolga T1(CE=0.43ds/l)a donné le meilleur poids de la panicule moyen principale (1,74 g), suivi par le traitement irrigation Allia T0 (1,31g) (CE=4.93 ds/l), alors que le faible poids a été enregistré chez le traitement irrigation T2 (0,51 g)(CE=12.98).

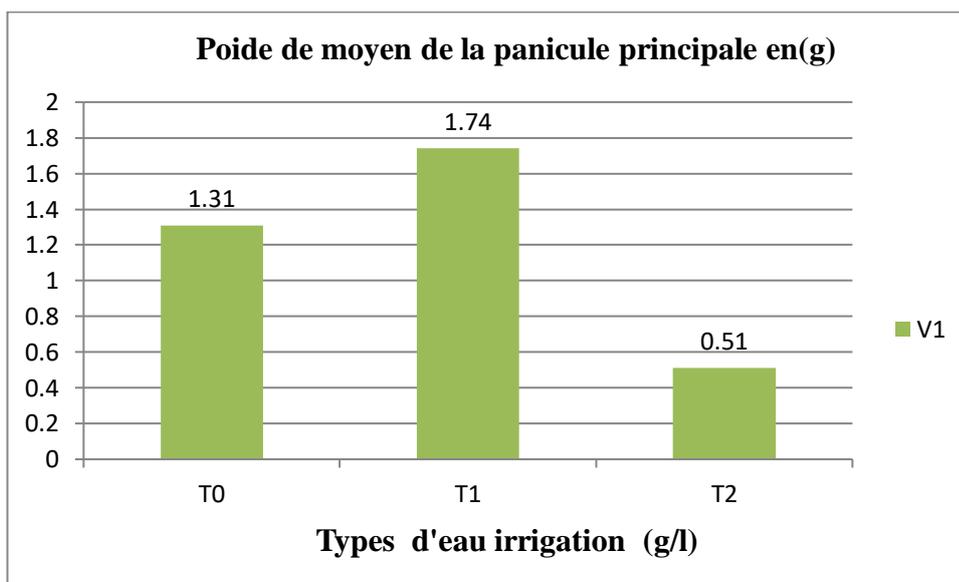


Figure 17: Effet de la qualité d’eaux sur le poids moyen de la panicule principale.

L’analyse statistique a montré qu’il ya une différence significative (Newman et Keuls 95%) pour l’effet du stress sur le poids de la panicule principale, ce test a classé l’effet des fréquences en 2 groupes homogènes le groupe A: T2, groupe B: T0, T1

Tableau16 : Analyse de la variance(poids moyen de la panicule principale en g)

<u>Modalité</u>	<u>Moyenne estimée</u>	<u>Groupes</u>
T2	0,513	A
T0	1,310	B
T1	1,745	B

3.2. Le poids moyenne de 1000grains (PMG en g)

La figure (18) montre que pour la qualité d’eaux irrigation tolga T1 (CE=0.43ds/m) présente un poids de1000 grains la plus élevée par rapport aux autres la qualité d’eaux d’irrigation

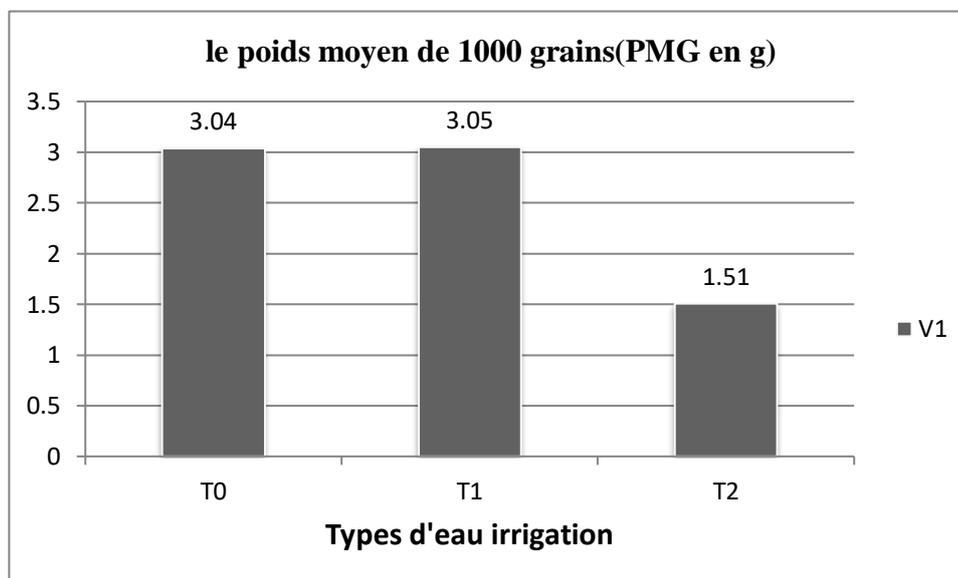


Figure18:Effet de la qualité d’eaux sur le poids moyen de 1000 grains (PMG en g).

Le test (Newman et Keuls à seuil 95%) à classée effet de traitement pour PMG en 02groupes A et B.

Le groupe A correspondent au T1 qui caractérisent le plus haut poids de 1000 graines avec la moyenne (3,05 g). Le groupe B présente le traitement T0 avec une moyenne de (3.04g), tandis que, le dernier groupe C’est lié au traitement T2 avec un poids de 1000 grains de (1,51 g).

Tableau 17 : Analyse de la variance (le poids de 1000grains (PMG en g)).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T2	1,508	A
T0	3,035	B
T1	3,048	B

3.3. La biomasse

a/Matière sèche aérienne

D'après la figure(19) On remarque que traitement d'irrigation tolga T1 (CE=0.43ds/m) (5.07g) représente le meilleur poids de matière sèche aérienne suivie par les traitements irrigation AlliaT0 (5.01g) (CE=4.93), et enfin le traitement irrigation Ain DebbaT2 (4.02g) (CE=12.98), avec un faible poids.

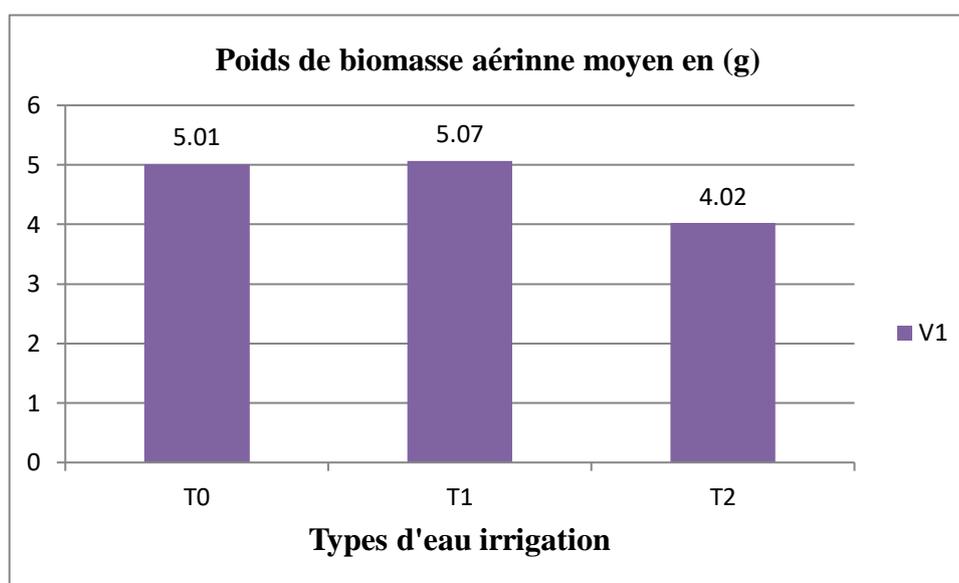


Figure19: Effet de la qualité d'eaux sur le poids de biomasse aérienne moyen en(g).

L'analyse statistique a montré qu'il ya une différence significative (Newman et Keuls5%) pour l'effet du stress sur le nombre la biomasse aérienne, ce testa classé l'effet des fréquences en 2 groupes homogènes le groupe A: T2, groupe B: T0, T1.

Tableau18: Analyse de la variance (la biomasse aérienne en(g))

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T2	3,950	A
T1	5,078	B
T0	5,100	B

Nous résultats sont conformes avec résultats de Rjeibi (2015) qui ont montré que Salinité de CE 10ds/m et à 25 ds /mont diminué la production de Matière sèche aérienne (Rjeibi et al. ,2015)

b. Matière sèche racinaire

D’après la figure (20) on remarque sur le quinoa représente le meilleur poids de matière sèche racinaire.

la qualité d'eaux irrigation Allia T0 (CE=4.93), avec 0.5g suivie par les traitements irrigation tolga T1 (0,4g) (CE=0.43), et enfin le traitement Ain Debba T2 (CE=12.98) (0.33g) avec un faible poids.

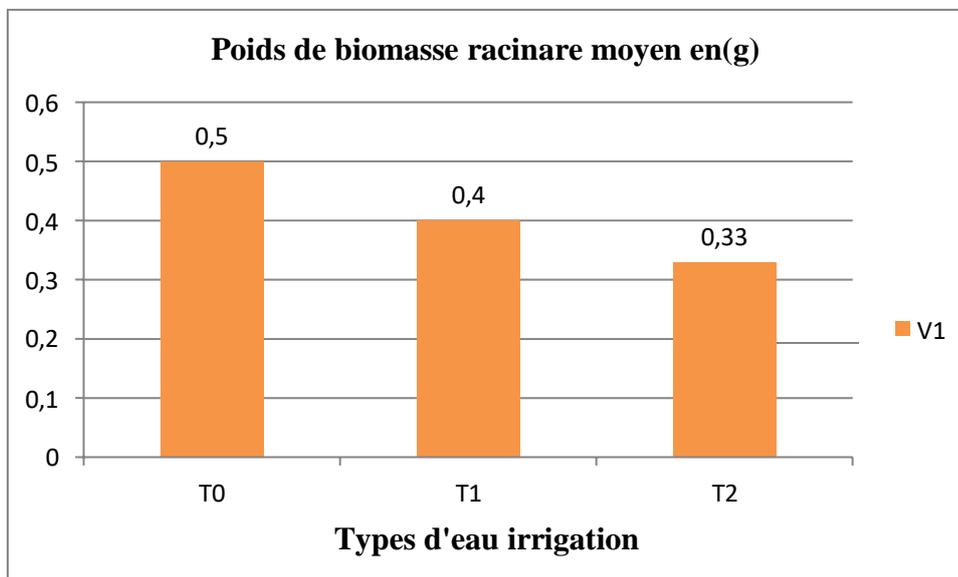


Figure20:Effet de la qualité d’eaux sur le poids de biomasse racinaire aérienne moyen en(g).

En effet, l’analyse statistique par le teste (Newman et Keuls à seuil 95%) a montrée qu'il n'ya pas une différence significatif entre les traitements.

Tableau19 : Analyse de la variance (la biomasse racinaire en g)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T2	0,333	A
T0	0,503	A
T1	0,510	A

Nous résultats sont conformes avec résultats de (Rjeibi 2015) qui ont montré que la Salinité de CE 10ds/m et à 25 ds/m ont diminué la production de Matière sèche racinaire (Rjeibi et al., 2015)

4. Effet de la qualité d’eaux sur l’analyse minérale (Na⁺et K⁺) Au niveau des feuilles:

4.1. Teneur du (Na⁺) moyen au niveau les feuilles (meq/l)

La figure (21) nous montre : la variation du sodium moyen au niveau les feuilles dans des différentes la qualité d’eaux d’irrigation (Allia T0) (CE=4.93), (Tolga T1) (CE=0.43),(AinDEBBAT2)(CE=12.98).

On remarque la teneur en Na⁺dans le traitement irrigation (Allia T0) a donné un meilleur sodium estimée: (3,01 meq/l) suivie par la qualité d’eau d’irrigation Ain Debba T2 (2,94 meq/ l), alors que la plus faible valeur mesurée en sodium est observée de la teneur dans la qualité d’eaux d’irrigation Tolga (1 ,88meq/l).

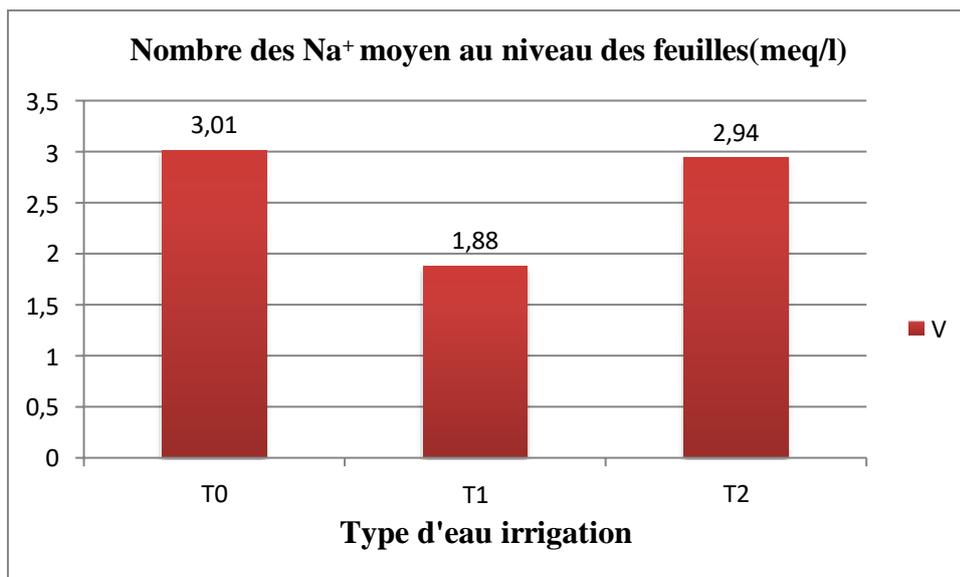


Figure21:Effet de la qualité d’eaux sur le nombre des Na⁺moyen au niveau des feuilles

En effet, l'analyse statistique par le teste (Newman et Keuls à seuil 95%) a montrée qu'il n'y a pas une différence significatif entre les traitements.

Tableau 20 : Analyse de la variance (la Nombre des Na⁺ au nive au des feuilles (meq/l))

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T1	1,888	A
T0	2,287	A
T2	2,940	A

4.2. Teneur en potassium (K⁺) moyen au niveau des feuilles (meq/l)

La figure 22 nous montre : la variation du potassium moyen au niveau des feuilles dans des différentes salinité de l'eau d'irrigation (Allia T0) (CE=4.93),(Tolga T1) (CE=0.43),(AinDEBBAT2)(CE=12.98).

On remarque la teneur en K⁺ dans les feuilles au traitements irrigation de Allia a donné un meilleur de potassium estimée: (30.88 meq/l) et suivie par Ain DebbaT2 (15,42 meq/l),alors que la plus faible valeur mesurée est observée dans la qualité d'eaux d'irrigation Tolga (18,4 meq/l).

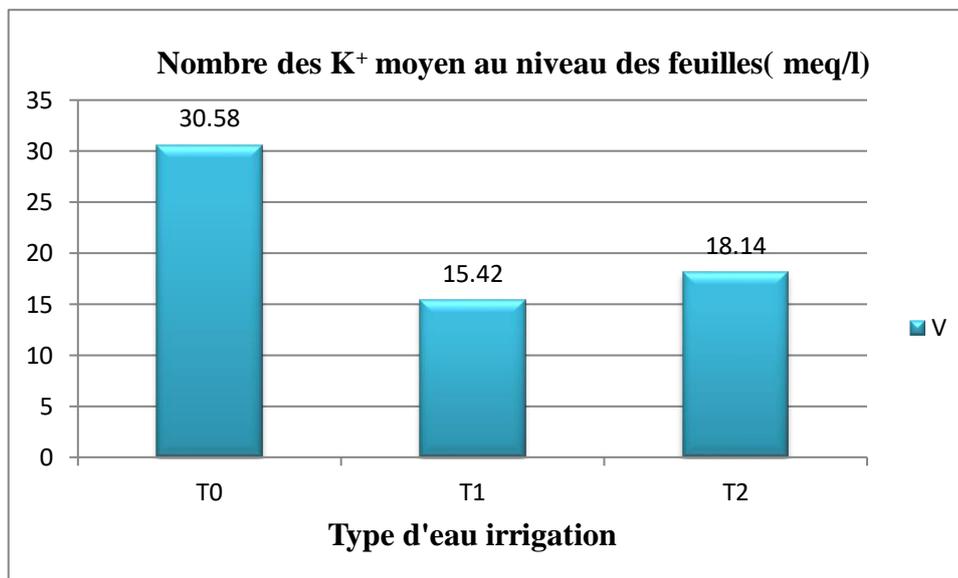
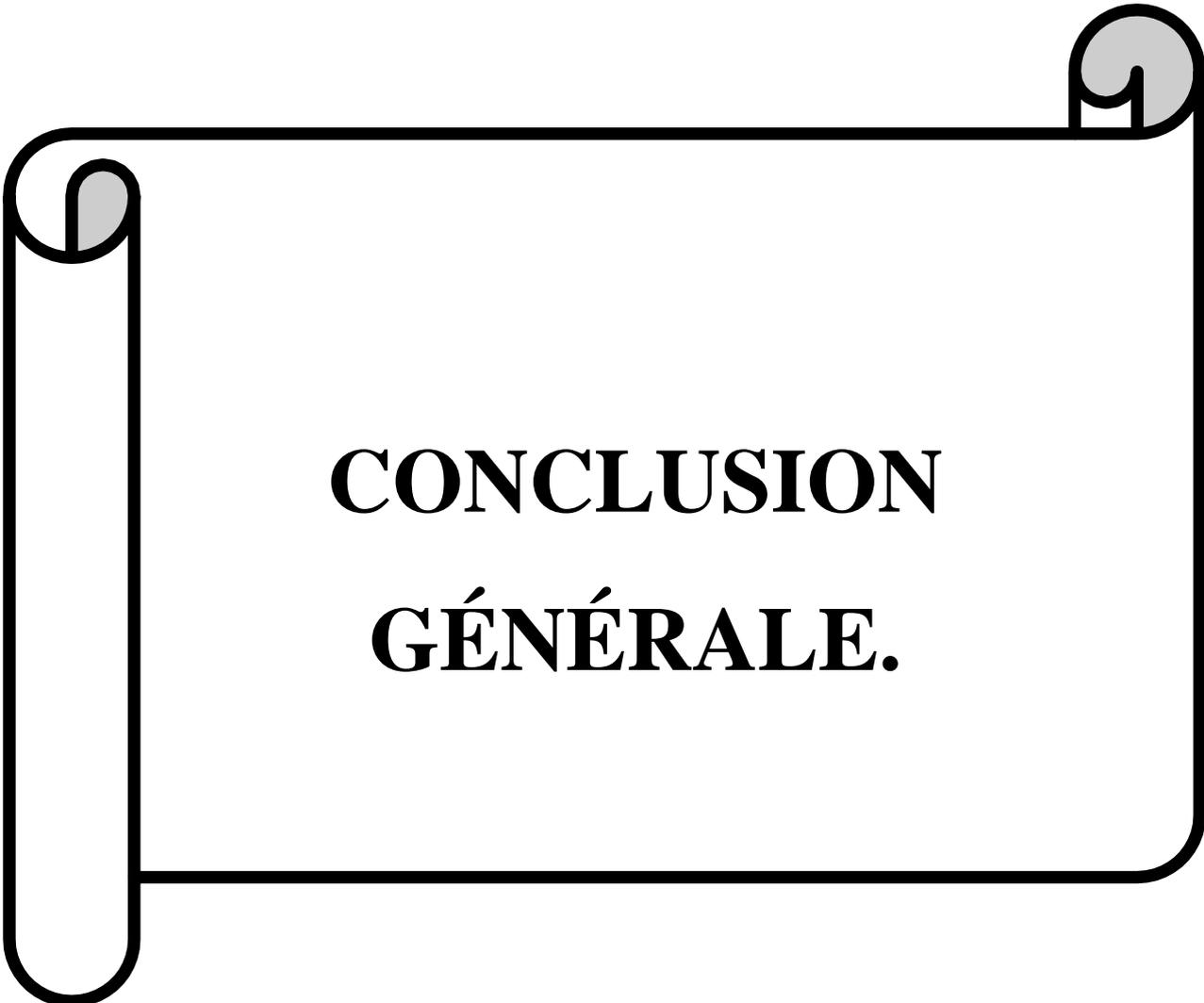


Figure 22: Effet de la qualité d'eaux sur le nombre des K⁺ moyen au niveau des feuilles

L'analyse statistique a montré qu'il y a une différence significative (Newman et Keuls95%) pour l'effet du stress sur la hauteur de la plante, ce testa classé l'effet des fréquences en 3 groupes homogènes le groupe A : T1, groupe B : T 2, et le groupe C : T0.

Tableau21 : Analyse de la variance (la Nombre des K⁺ au niveau des feuilles (meq/l))

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
T1	15,423	A	
T2	18,140		B
T0	30,220		C



**CONCLUSION
GÉNÉRALE.**

Conclusion générale

Conclusion générale.

Les résultats primordiales de notre travail concernant l'utilisation de trois types d'eaux d'irrigation collectées auprès des agriculteurs de la région de Biskra : Tolga, Ain Debba et L'eau de EL Allia (département) pour l'irrigation d'une variété de quinoa (Amarilla Sacaca) dans des pots sous serre, ont montré :

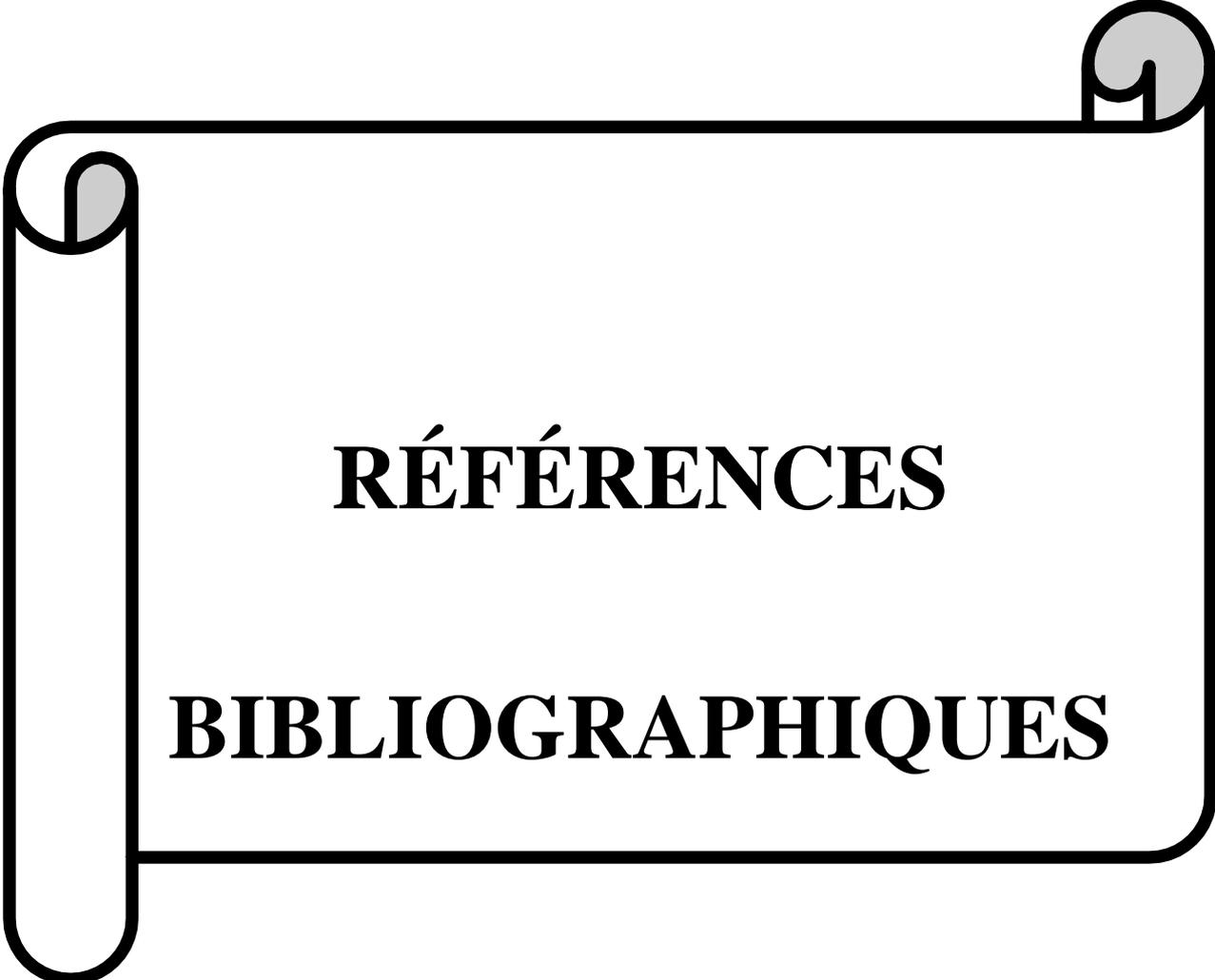
Que la variété Amarilla Sacaca n'a pas montré une certaine variabilité concernant la durée des stades de développement, seulement les plants du quinoa irrigué par les eaux d'irrigation Ain Debba (T2) ont pris une durée plus longue pour la formation de la panicule.

La salinité de l'eau d'irrigation élevée de Ain DEBBA T2 (CE=12.98), a entraîné une réduction significative dans la hauteur des plantes, un faible nombre de ramification par rapport aux autre qualité d'eau d'irrigation tolga T0(CE=0.43ds/m), une réduction significative dans le nombre de ramification , le poids de panicule , le poids de 1000grains , ainsi le poids de la matière sèche aérienne

L'analyse minérale de sodium et potassium accumulé dans les feuilles, ont montrés que une accumulation de la teneur en (Na^+) (K^+), au niveau des feuilles est observée dans les plants irriguées par la qualité de l'eau d'irrigation Ain DEBBA comparativement aux autres types d'eau.

Cela explique que la culture dans les conditions salines est capable d'accumuler les ions salins dans les tissus végétaux pour maintenir sa turgescence, et limiter les réductions de production et le rendement.

En perspective, il serait judicieux de reprendre cet essai dans des conditions meilleures et Pour un bon choix des variétés adaptatives à la salinité de l'eau, il est nécessaire d'accomplir avec d'autres études.



RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Références bibliographiques.

1. **Adolf, V. I., Shabala, S., Andersen, M. N., Razzaghi, F., & Jacobsen, S.-E. (2012).** Varietal Differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant and Soil*, 357(1-2), 117-129.
2. **Ayers R.S. et Westcot D.W., 1988.** La qualité de l'eau en agriculture. *Bul. FAO d'Irrig. Et De Drain.* 29 Rev. 1, Rome, 180 p
3. **Benkhaled, L., OUARRAQI E. M., EZZEDINE ZID., 2007.** Impact du Na Cl Sur lacroissanceetlanutritiondelavariétédeblédurMassacultivéeenmilieuHydroponique. *ActaBotanicaGallica.* PP 101-116.
4. **Bouaouina S., Zid E., Hajji M., 2000.** Tolérance a la salinité, transports Ionique et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.). *CIHEAM–Options Méditerranéennes.* PP 239-243.
5. **BlissRD., Patt-AlliolaKA., ThomsinW., 1986** The inhibitory effect of NaCl on barley germination. *Plant cell Environ* , 9, 727-733.
6. **Benkaddour M, (2014).** Modification physiologique chez des plantes de blé (*Triticum durum* Desf) exposées à un stress salin. Université badji Mokhtar, Annaba. Thèse de doctorat: 23-80-81p.
7. **Benlhabib O., 2005.** Les cultures alternatives Quinoa, amarante et épeautre .n° 133.
8. **Ben Kaddour M., 2014.** Modifications physiologiques chez des plantes de blé (*Triticum Durum* Desf) exposées à un stress salin. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle , université badji Mokhtar –Annaba, 74 p.
9. **Belfakih M., Ibriz M., Zouahri A., 2013-** Effet de la salinité sur les paramètres Morphophysiques de deux variétés de bananier (*Musa acuminata* L). *Journal of Applied Biosciences*, 70, 5652–5662.
10. **Benidire L., Daoui K., Fatemi Z.A., Achouak W., Bouarab L., Oufdou K., 2015** –Effet du stress salin sur la germination et le développement des Plantules de *Vicia faba* (L.). *Journal of Materials and Environmental Science*, vol 6(3), 840-851.

Références bibliographiques

- 11. Chérifi Kh., Anagri A., Boufous E., El Mousadik A.,2017-** Effet du chlorure Sodium(NaCl) sur la croissance de six espèces d'Acacia, American Journal of Innovative Research and Applied Sciences. ISSN2429-5396,105-113.
- 12. Chartzoulakis K., Klapaki., 2000. Reponse of tow greenhouse pepper Hybridsto NaCl salinity during different growth stages.** Scientia Horticulture, 86. PP247-260.
- 13.Daoud Y et Halitim A., 1994.**Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse. 3(5), pp: 151- 160.
- 14.Durand .JH., 1958.** Les sols irrigables. Etude pédologique –ED. Imbert, Alger, 190p. 24. et Vign aungiculata), 124: 12424-12432 p
- 15. Del Castillo G., Gregory M., Winkel T., 2008-** Le Quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente « bio-équitable ». Biotechnol. Agron. Soc.Envion., 12(4) ,421-435.
- 16. Dutuit P, Pourrat Y, Dutuit J .M, (1994).** La notion de stress de la cellule à l'écosystème. Sècheresse, 5. 1: 23-31.
- 17.Daroui E., Boukroute A., Kouddane N., Berrichi A.,2012-** Effet de la salinité Sur la germination et la croissance in vitro du Washingtonia filifera L. Nature & Technologie . B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 08/Janvier2013, 32 -38.
- 18. FAO.,2016.** (Food and Agriculture Organisation), 2016. Quinoa en Algérie. P16.
- 19. FAO.,2013-.FAO Statistical Yearbook: World Food and Agriculture :FAO.**
- 20.FAO.,1994.** Cultures marginalisées 1492: Une autre Perspective .Production végétale et protection des plantes. n°26, Pp: 141-145.
- 21. FAO.,2011.** Quinoa An ancient crop to contribute to world food security .Latin America and the Caribbean,Pp: 3-14.
- 22.FAO.2015.**Catalogueofcommercialvarietiesofquinoainperu.InstitutoNacionaldeInnovacion Agraria.ISBN 978-92-5-108765-7. 86p.
- 23.François.R., (2008)-**Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, Edition DUNOD, Paris, 1152 pages.

Références bibliographiques

- 24.FAO**, 1985-Water quality for agriculture FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER29REV.186P.
- 25.Hopkins W.G., 2003.**Physiologie végétale.2éme édition. De Boeck, Bruxelles: 61-476.
- 26. Herbillon M.,2015-**Le quinoa: intérêt nutritionnel et perspectives Pharmaceutiques. Thèse de doctorat d'état, université de Rouen U.F.R de médecine et de pharmacie, 127p.
- 27.ITDAS,** (InstitutTechniqueduDéveloppementdeL'AgricultureSahrienne) ,2016.Protocolé'observation de la culture de quinoa. P14.
- 28. ITDAS. Catalogue,2017.** Catalogue de cinq variétés de quinoa objet d'essai au niveau de ITDAS.Ed;ITDAS.
- 29.IsmailA. M.A.,1990-**Germination ecophysiology in population of Zygothymus qatariensis Hadidi from contrasting habitats. J.Arid. Environ, 18,185-194.
- 30.Jancurová M.,Minarovičová L.,Dandár A.,2009.**Quinoa – a review. Czech J. Food Sci.27: 71–79.
- 31. Jael Calla, (2012).** Manejo agronomico del cultivo du quinoa MADRPM (Ministère de l'agriculture du développement rural et des pêches Maritimes), (2005) .Fiche technique sur les cultures alternatives : Quinoa amaranthe et épeautre ,1-2.
- 32. Jacobsen S.E., Stolen O. (2001).** Quinoa – Morphology, phenology and prospects for its Production as a new crop in Europe. Eur. J. Agron., 2(1), 19-29.
- 33.Jacobsen,S.,Quispe, H., Christiansen, J.,& Mujica, A.(2000).**What are the mechanisms Responsible for salt tolerance in quinoa (Chenopodium quinoa willd.) ? Paper presented at the Crop Development for the Cool and Wet Regions of Europe : achievements and Future Prospects ,Crop development for the cool and wet regions of Europe :achievements and future prospects: COST Action 814:proceedings, Pordenone, 2000.
- 34. KoziolM.,1992-**Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (ChenopodiumquinoaWilld.). Journal of Food Composition and Analysis.5, 35-68.
- 35.Lebon Vallet, 2008 :** Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'Altiplano bolivien. Thèse de doctorat, Agro Paris Tech, France. l'Afriques centrale. ORSTOM. Paris: p 27.

Références bibliographiques

- 36. Levitt J., 1980.** Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, salt And others stresses. Academic Press, New York, 2: 365- 406.
- 37. Lutz M, Bascuñán-Godoy L., 2017.**The Revival of Quinoa: A Crop for Health. A Cropfor Health,p: 38-42.
- 38. Mahoney A.w., Lopez J.G., et Hendricks D.G., 1975.**An evaition of the potein quality of quinoa J.Agr. Fd, chem.190-193P.
- 39. Mujica A., Izquierdo J., Marathee J. P., Capítulo I., (2001).** Origen y descripción de la quinua. Quinoa(Chenopodium quinoa Willd.):Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Editores. Mujica, A., Jacobsen, SE, Izquierdo, J., Marathee, JP). FAO, UNA, Puno, CIP. Santiago de Chile, pp 9-29.
- 40. Marco A., Veloso C., 2016-** Impacts de l'essor international du quinoa. Travail de Bachelor , Haute École de Gestion de Genève (HEG- GE), Filière Economie d'Entreprise, Genève, 58p.
- 41. M. Dosso., (1980) -** Geochimie des sols sales et des eaux d'irrigation aménagement de labasse valléede L'Euphrate en Syrie. Thèse de doctorat. Université Paul Sabatier de Toulouse.
- 42. (Ministère de l'agriculture du développement rural et des pêches Maritimes), (2005).** Fiche technique sur les cultures alternatives : Quinoa amaranthe et épeautre , 1-2 .
- 43. Mujica A., Canahua Y., 1989-**Fases Fenológicas del Cultivo de la Quinoa. (Chenopodium quinoa Willd.) .Curso Taller. Fenología de Cultivos Andinos y Uso de la Información Agrometeorológica. Salcedo, 7-10 Agosto, Puno-Perú .INIAA. Transfert de technologie en agriculture .Royaume du MAROC. Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes .P. 4.
- 44. Mohammad M., Shibli R., Ajlouni M., Nimr L., 1998.** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. Journal of plant nutrition. PP1667-1680.

Références bibliographiques

- 45.Mermoud. A., (2001)-** Cours de physique du sol : Maitrise de la salinité du sol. Version Provisoire : 14 p. Ecole Fédérale de Lausanne.
- 46.Noomene H., 2011-** Géographie Etude de la salinité des sols par la méthode de Détection électromagnétique dans le périmètre irrigué de Kalacat Landelous er Tunisie : cas d'une parcelle de courge. These Master, Faculté des lettres des Arts et des humanités Manouba-Tunisie, 103p.
- 47.Oucif. Z et al .,2018.** Evaluation du comportement morpho-physiologique, biochimique et antioxydants des quelques variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) cultivées dans larégiond'ElOued.UniversitéEchahidHammaLakhdar-ElOUED.Départementdebiologie .pp:9.
- 48.Rjeibi.w , Kahlaoui. B,Hachicha.M. 2015** .Effet de l'irrigation avec des eaux salées sur une culture de quinoa Éditions universitaires européennes.149p.
- 49.Rush, Dale W.,EpstieneE.,1976-**Genotypic Responses to Salinity differences Between salt-sensitive and salt-tolerant genotypes of the tomato. *Plant Physiol*, 57, 162-166.
- 50.Rayn J.,EstefanGet Abdul R., 2001.** Soil and plant Analysis la boratory Manual. Ed., ICARDA
- 51. Rosa, M., Hilal, M., González, J. A., & Prado, F. E. (2009).** Low-temperature effect onenzyme Activities involved in sucrose–starch partitioning in salt-stressed and saltacclimated cotyledons of Quinoa (*ChenopodiumquinoaWilld.*) seedlings .*Plant physiology and biochemistry* ,47(4), 300-307
- 52.Salam F., 2004-**La salinité et la production végétale. Tunisie, 163p.
- 53.Servant J., 1975** - Contribution à l'étude de terrains halomorphes. L'exemple de solssalésdusudetdusud-ouestdelaFrance.ThèseDoct.esSciencesnaturelles.Univ.Languedoc, 194p.
- 54.TangY.,TsaoR. 2017.**Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and theirantioxidant, anti-inflammatory, and potentialhealthbeneficialeffects: a review *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7) : 1600767.Vacher J. J. (1998). Responses of two mainAndeancrops, quinoa(*ChenopodiumquinoaWilld*)and papa amarga (*Solanum juzepczukiiBuk.*) to drought on the Bolivian Altiplano: Significance of locala daptation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 68(1–2):99-108.

Références bibliographiques

- 55. Tapia M.E., 1979.** La quinua y la kañiwa: cultivos andinos. Serie Libros y Materiales Educativos 49. Bogota: IICA, CIID. Vacher J.J., 1989. Los riesgos de la helada en el Altiplano boliviano .La Paz: ORSTOM-SENAMHI.
- 56. Vincent R., 2006.** Recherche et étude de marqueurs moléculaires de la réponse au Stress chez l'algue brune laminaria digitata. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 237p.
- 57. Wilson, C., Read, J. J., & Abo-Kassem, E. (2002).** Effect of mixed-salt salinity on growth and ion relations of a quinoa and a wheat variety. *Journal of Plant Nutrition*, 25(12) ,2689-2704.
- 58. Yazar A., İnce Kaya C., 2014.** A New Crop for Salt Affected and Dry Agricultural Areas of Turkey: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Çukurova University. Adana. Turkey. Vol(2). , Pp:1440-1446.
- 59. Zid E. et Grignon C., 1991.** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. John Libbey. Eurotext, Paris : 91-108.

Annexes

Nous Calculons tous les 15 jours

Annexe01: Les valeurs de la plante en cm(HP)

V	T	HP	MOY
V1	T0	16,55	17,98
V1	T0	18,40	
V1	T0	18,97	
V1	T0	18,00	
V1	T1	24,55	23,83
V1	T1	25,00	
V1	T1	27,80	
V1	T1	18,00	
V1	T2	12,69	15,24
V1	T2	15,90	
V1	T2	16,00	
V1	T2	16,04	

Annexe02: Les valeurs du nombre de ramification par plante

V	T	Nombre de ramifications	MOY
V1	T0	27	31,05
V1	T0	30	
V1	T0	33	
V1	T0	36	
V1	T1	31	33,75
V1	T1	35	
V1	T1	36	
V1	T1	33	
V1	T2	16	16,25
V1	T2	14	
V1	T2	18	
V1	T2	17	

Annexe03 : Les valeurs du nombre de panicule par plante

V	T	Nombre de panicule	MOY
V1	T0	17	12,05
V1	T0	10	
V1	T0	12	
V1	T0	11	
V1	T1	12	09,05
V1	T1	7	
V1	T1	10	
V1	T1	9	
V1	T2	5	04,75
V1	T2	3	
V1	T2	4	
V1	T2	7	

Annexe04 :Les valeurs du nombre du diamètre des plantes

V	T	Nombre du diamètre	MOY
V1	T0	0,4	0,55
V1	T0	0,4	
V1	T0	0,5	
V1	T0	0,9	
V1	T1	0,4	0,7
V1	T1	0,5	
V1	T1	0,9	
V1	T1	1	
V1	T2	0,4	0,6
V1	T2	0,5	
V1	T2	0,8	
V1	T2	1	

Annexe05: Les valeurs du poids de panicule principale

V	T	Poids de Panicule principale	MOY
V1	T0	1,22	1,31
V1	T0	1,00	
V1	T0	1,58	
V1	T0	1,44	
V1	T1	2,09	1,74
V1	T1	1,49	
V1	T1	1,40	
V1	T1	2,00	
V1	T2	0,65	0,51
V1	T2	0,10	
V1	T2	0,65	
V1	T2	0,65	

Annexe05: Les valeurs du poidsde1000 grains(PMG en g)

V	T	poids 1000gra ins	MOY
V1	T0	3,07	3,04
V1	T0	3,00	
V1	T0	3,07	
V1	T0	3,00	
V1	T1	3,07	
V1	T1	3,05	3,05
V1	T1	3,07	
V1	T1	3,00	
V1	T2	1,73	
V1	T2	0,90	
V1	T2	1,90	1,51
V1	T2	1,50	

Annexe06:Les valeurs de la matière sèche aérienne

V	T	B,S aérienne	MOY
V1	T0	5,00	5,01
V1	T0	6,00	
V1	T0	4,60	
V1	T0	4,80	
V1	T1	4,90	5,07
V1	T1	5,80	
V1	T1	4,61	
V1	T1	5,00	
V1	T2	3,90	4,02
V1	T2	4,30	
V1	T2	4,00	
V1	T2	4,60	

Annexes07:Les valeurs de la matière sèche racinaire

V	T	B,S racinaire	MOY
V1	T0	0,70	0,50
V1	T0	0,37	
V1	T0	0,44	
V1	T0	0,50	
V1	T1	0,45	
V1	T1	0,70	0,40
V1	T1	0,44	
V1	T1	0,45	
V1	T1	0,45	
V1	T2	0,21	0,33
V1	T2	0,22	
V1	T2	0,70	
V1	T2	0,20	

Annexes08: Les valeurs moyenne du Na⁺ dans les feuilles

T0(PPM)	meq/l	T1(PMM)	meq/l	T2(PMM)	meq/l
73.5	3.19	44.7	1.94	66.9	2.90
68.4	2.97	43.8	1.90	66.9	2.90
66.9	2.90	43.8	1.90	68.85	2.99
68.85	2.99	41.85	1.81	68.4	2.97
MOY	3.01	MOY	1.88	MOY	2.94

Annexes09: Les valeurs moyenne du K⁺ dans les feuilles

T0(PPM)	meq/l	T1(PMM)	meq/l	T2(PMM)	meq/l
1237.5	31.65	590	15.09	675	17.26
1170	29.92	607.5	15.53	692.5	17.71
1187.5	30.37	590	15.09	727.5	18.60
1187.5	30.37	625	15.98	742.5	18.99
MOY	30.58	MOY	15.42	MOY	18.14

ملخص

نظّم هذا العمل في أواني تجريبية، وأجرى خلال عام 2022 بقسم العلوم الزراعية بجامعة محمد خنصر بسكرة. الغرض من هذه التجربة هو تقييم ودراسة تأثير جودة مياه الري على خصائص نمو وتشكل وإنتاج مجموعة متنوعة من الكينوا (أماريلا ساكاكا). يتم الري من خلال ثلاثة أنواع مختلفة من مياه الري (T1) مياه آبر عليّة (T0) مياه طولقة و (T2) عين الدابة. تسببت في انخفاض حجم المزرعة و عدد العناقيد الزهرية (T2) أظهرت النتائج أن جودة مياه عين دابة وكذلك وزن 1000 حبة وأخيرا وزن المادة الهوائية و الجذرية الجافة. على الرغم من جودة مياه الري في عين دابة و التي تعتبر سيئة للري , اظهر صنف الكينوا أماريلا تحملا معينا للإجهاد الملحي من خلال تكيفه مع الظروف البيئية. الكلمات المفتاحية: الكينوا، الملوحة، الري، غلة، بسكرة

Résumé.

Ce travail, a été mené dans des pots expérimental, il a été conduit durant l'année 2022 au département des sciences agronomiques à l'université Mohamed khider Biskra.

Le but de cette expérimentation est d'évaluer et étudier, l'effet du la qualité de l'eau d'irrigation sur les caractéristiques de croissance, de morphologie et de production d'une variété du quinoa (Amarilla sacaca). L'irrigation est réalisée par trois types d'eau d'irrigations différentes eau de forage de Allia (T0), eau de Tolga (T1/) et eau de forage Ain Debba (T2).

Les résultats ont montres que la qualité de l'eau de Ain DEBBA (T2) a provoqué une diminution de la taille de la culture, le nombre de panicule ainsi le poids de 1000 grains et en finle poids de la matière sèche aérienne et racinaire.

Malgré la qualité de l'eau d'irrigation de Ain Debba qui est considéré comme médiocre a l'irrigation, la variété de quinoa Amarilla a montré une certaine tolérance au stress salin par son adaptation aux conditions du milieu.

Mots clés : Quinoa, salinité, Irrigation. Rendement, Biskra.

Abstract.

This work, was carried out in experimental pots ,it was conducted during the year 2022at the department of agronomic sciences at the university Mohamed khider Biskra.

The purpose of this experimentis to evaluate and study the effect of the quality of irrigationwater on the characteristics of growth, morphology and production of a variety of quinoa(Amarillasacaca).Irrigation iscarried out by threedifferent types of irrigation water Alliboreholewater (T0), Tolga water (T1/) and Ain DEBBA borehole water(T2)

The resultsshowedthat the quality of the water of Ain DEBBA (T2) caused a decrease in thesize of the culture, the number of panicles as well as the weight of 1000 grains and finally theweightofthe aerial and root drymatter.

Despite the quality of the irrigation water of Ain Debba which is considered poor for irrigation, the quinoa variety Amarilla showed a certain tolerance to salt stress by its adaptation to the environmental conditions.

Keywords: Quinoa, salinity, Irrigation. Yield, Biskra