



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

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomique  
Production végétal

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :  
**ATIA NAHLA**

Le : [Click here to enter a date.](#)

## **Effet des eaux d'irrigation sur la croissance et la production d'une culture de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) dans la région de Biskra**

---

### **Jury :**

Mme Hiouni.F	MCB	Université de Biskre	Président
Mme Kessai.A	MAA	Université de Biskre	Promoteur
Ms Aissaoui.H	MCB	Université de Biskre	Examineur

Année universitaire : 2019 – 2020

## *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 **KessaiAbla** 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 **Hiouni fatima** pour avoir bien voulu présider le jury.

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

Nos remerciements vont aussi à toute la personne 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 qui nous ont fourni les semences.

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

*Nahla Attia*

## *Dédicaces*

**Louange à Allah tout puissant, de m'avoir donné la force et le courage de mener  
à bien ce modeste travail et je le dédie à :**

Mes parents les plus chers en ma vie À mon père précieux  
À Maman ma vie et la plus merveilleuse de toutes les femmes au monde,  
Pour tous les sacrifices qu'ils consentirent durant toute ma vie.

A mon mari **Wehhab bekhouché** et à la famille de mon mari **Mohamed et Fatma**  
À mon adorable frère: Anis, je lui souhaite une vie pleine de bonheur et de  
réussite.

À mes belles sœurs: **Nesrine, Nouha et Nada**, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et  
réussite

Aux frères et sœurs de mon mari : **Said , Hichem, Afaf et chahra**

À toute mes collègues le long de mes études et toute la promotion de master de la production  
végétale de l'année universitaire **2019/2020**.

*Nahla Atti*

# Table des matières

## Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... .1

### Synthèse bibliographique

#### Chapitre 1 : Généralités sur la culture de quinoa

1. Définition du quinoa .....	3
2. Origine du quinoa .....	4
3. Classification botanique du quinoa.....	4
4. Description de la morphologie de quinoa.....	5
4.1. La racine.....	5
4.2. La tige .....	5
4.3. Les feuille.....	6
4.4. Les ramification .....	6
4.5. Les organes floraux.....	7
4.6 .Les fruits.....	8
4.7. Les graine.....	8
5. Stades de développement du quinoa.....	9
6. Importance nutritionnelle du quinoa.....	10
7. utilisation du quinoa.....	11

#### Chapitre 2 : Généralités sur la salinité

2.1 Salinité et sel.....	12.
2.1Définition de la salinité .....	12
2.3La salinité de l'eau.....	12
2.4 Classification des eaux D'irrigation.....	13
2.5 Principaux sels solubles.....	14

2.6 Origine de la salinité.....	14
2.6.1 La salinité primaire.....	15
2.6.2 La Salinité secondaire.....	15
2.7. Effet de la salinité sur les plantes.....	15
2.8. Effet de la salinité sur la physiologie de la plante.....	16
2.8.1 Sur la germination.....	16
2.8.2 Sur la croissance et le développement.....	16
2.8.3. Sur l'anatomie de la feuille.....	17
2.8.4 Sur la biochimie de la plante.....	17
2.8.5 Sur le rendement agronomique.....	18
2.9. Stratégies d'adaptation à la salinité chez la plante.....	18
2.9.1 Excluer.....	19
2.9.2 Inclure.....	19
2.9.3. Justement osmotique.....	19
11. Comportement du quinoa vis-vis au stress salin.....	20

## **Partie Expérimental**

### **Chapitre 3 : Matériel et méthodes**

3.1. Objectif.....	21
3.2. Site d'expérimentation.....	21
3.3. Les caractéristiques du sol et l'eau d'irrigation.....	21
3.4. Matériel et méthode.....	22
3.4.1. Matériel végétal.....	22
3.4.2 Dispositif expérimental.....	22
3.5. Opération culturale.....	24
3.5.1. Préparation du sol.....	24
3.5.2 Semis .....	25
3.5.3. Irrigation .....	25
3.6. Paramètre étudiés.....	25

3 .7. Analyse statistique.....	28
--------------------------------	----

#### **Chapitre 4: Résultats et discussion**

4.1. Caractéristique chimique d’eaux d’irrigation.....	29
4.2 .Test de germination.....	30
4 .3.Les stade phréologique du quinoa.....	31
4 .4 . L’effet de la qualité d’eaux d’irrigation sur de développement (durée et date) de la culture de quinoa .....	32
4.5. Effet de la qualité d’eaux sur la longueur des plantes en cm (HP) .....	34
4.6. Effet de la qualité d’eaux sur le nombre des ramifications des plantes.....	36
4.7. Effet de la qualité d’eaux sur le nombre de panicule par plant.....	39
Conclusion.....	
Références bibliographiques.....	
Annexe .....	

## 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
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

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Classification scientifique du quinoa.....	04
<b>Tableau 2</b> : Les stades phrénologiques de quinoa.....	09
<b>Tableau 3</b> : La composition des gaines de quinoa et de blé (g/100g de matière sèche) .....	10
<b>Tableau 4</b> : Evaluation des eaux d'irrigation.....	14
<b>Tableau 5</b> : Résultats des analyses du sol.....	21
<b>Tableau 06</b> : Résultats des analyses de l'eau d'irrigation.....	22
<b>Tableau 07</b> : Stades de développement de la culture de quinoa ( ITDAS, 2017)..	26
<b>Tableau 08</b> : Test de germination % (moyen ) des variétés de quinoa.....	30
<b>Tableau 09</b> : La durée des stades phrénologiques en jours.....	32
<b>Tableau 10</b> : analyse de variance de l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur la hauteur des plants.....	34
<b>Tableau 11</b> : analyse de variance de l'effet de la variété d'irrigation sur la hauteur des plants.....	35
<b>Tableau 12</b> : groupes homogène de l'interaction entre la variété et la qualité de l'eau d'irrigation sur la hauteur des plants.....	35
<b>Tableau 13</b> : Analyse de variance de l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur le nombre de ramifications.....	36
<b>Tableau 14</b> : analyse de variance de l'effet de la variété d'irrigation sur le nombre de ramifications.....	37

**Tableau 15 :** groupes homogène de l'interaction entre la variété et la qualité de l'eau d'irrigation sur le nombre de ramifications.....37

**Tableau 16 :** analyse de variance de l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur le Nombre de panicules.....38

**Tableau 17:** analyse de variance de l'effet de la variété sur le nombre de panicules .....39

**Tableau 18 :** groupes homogène de l'interaction entre la variété et la qualité de l'eau d'irrigation sur le nombre de panicules .....39

## Liste des Figures

<b>Figure 1. :</b> Culture de Quinoa en Bolivie .....	03
<b>Figure2. :</b> L'aire Répartition mondiale de la production de quinoa .....	04.
<b>Figure3. :</b> Le système racinaire du quinoa.....	05
<b>Figure4. :</b> Les feuille de la plante de quinoa .....	06
<b>Figure5 :</b> Les type de ramification de quinoa.....	<b>07</b>
<b>Figure 6 :</b> La panicule de quinoa .....	08
<b>Figure7.</b> Les formes d'inflorescences du quinoa.....	08.
<b>Figure8. :</b> Gros plan des têtes de fleurs de quinoa .....	09
<b>Figure9. :</b> Forme des grains de plante du quinoa .....	09
<b>Figure11 :</b> Dispositif expérimentale .....	22
<b>Figure 12 :</b> Hauteur des plantes (cm).....	34
<b>Figure 13 :</b> Nombre de ramification moyen .....	36
<b>Figure 14 :</b> Nombre de panicules.....	39

## **Chapitre 1 : Généralité sur la culture de quinoa**

### **I. Généralité sur la culture de quinoa**

#### **1. Définition:**

Le quinoa (*Chenopodium quinoa*) est une plante herbacée annuelle de la famille des Chénopodiacées. C'est une pseudo-céréale, le quinoa est étroitement lié à des espèces telles que la betterave, l'épinard et l'amarante. Cette plante traditionnelle est cultivée depuis plus de 5 000 ans sur les hauts plateaux d'Amérique du Sud. Comme le haricot, la pomme de terre, le maïs, le quinoa était à la base de l'alimentation des civilisations précolombiennes, mais, contrairement à ces dernières, il n'a pas retenu l'attention des conquérants espagnols à cause de la teneur en saponine de l'enveloppe de ses graines non écorcées, et du fait que la farine qui en est tirée n'est pas panifiable en raison de l'absence de gluten.

Dans les années 1970, les pays industrialisés en quête d'une alimentation plus saine découvrent les qualités nutritionnelles du quinoa qui est désormais distribué dans la plupart des grandes surfaces, notamment dans les magasins de produits issus de l'agriculture biologique et du commerce équitable. (Mujica, 1992).

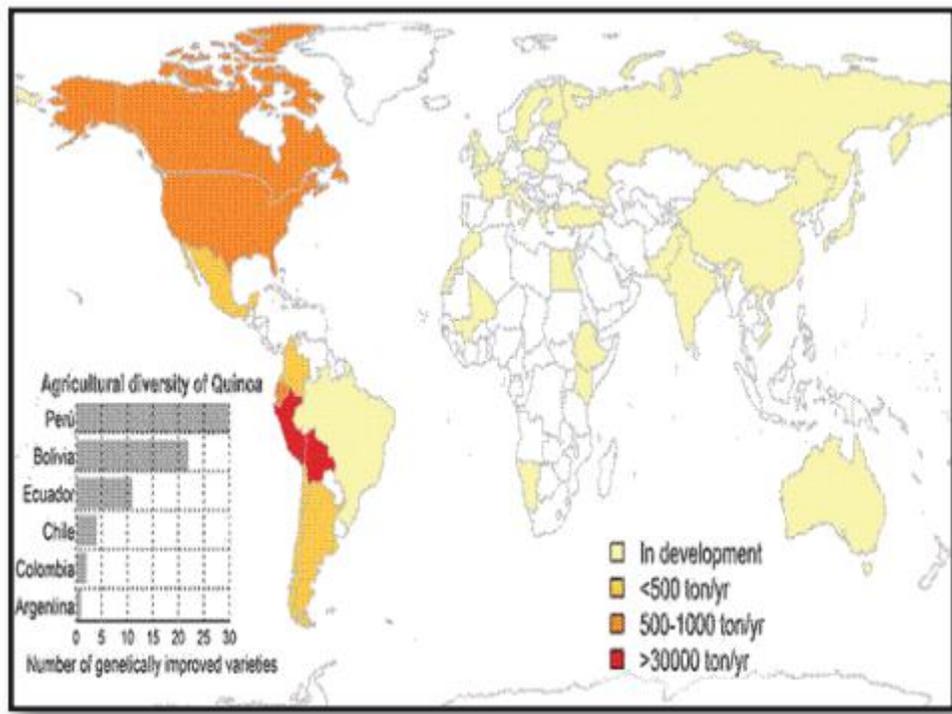


**Figure01 : Culture de Quinoa en Bolivie (FAO. 2013)**

#### **2. Origine:**

Le mot quinoa provient d'Amérique du sud .Selon les traces archéologiques, la plante a été découverte dans les grottes d'Ayacuchoen Pérou depuis 7800 ans .Sa plage naturelle de distribution spatiale varie de la Colombie jusqu'au Chili en particulier la Bolivie, le Pérou, l'Equateur et l'Argentine (Fuentes et al., 2012).Dans la langue de quechua , le quinoa est appelé chisiya ce qui signifie céréale mère grâce à sa valeur nutritive élevée .Les chercheurs ont appelé cette plante « la graine d'or des Andes » (Cauda et al.,2013).

Le Pérou et la Bolivie sont les principaux producteurs suivis par l'Equateur, Chili, Colombie et l'Argentine. Le Mexique produit essentiellement cette plante pour la consommation locale. Les autres pays sont en train d'élaborer des projets sur le quinoa (FAO 2011).



**Figure 02 : Répartition mondiale de la production de quinoa (FOA 2011)**

### 3. Classification botanique

-La classification botanique du quinoa est comme suit:

**Tableau 01** : La classification botanique du quinoa. (Rojas et al., 2010).

Règne	Plante
Sous-embr	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Genre	Chenopodium
Espèce	Chenopodium quinoa willd

### 4. Description de plante:

#### 4.1 . Appareil végétatif:

##### Les racines:

La plante de quinoa a un système racinaire pivotant, vigoureux, profond, bien ramifié et fibreux qui assure sa résistance à la sécheresse et sa bonne stabilité. (Herbillon, 2015).



**Figure 03 : Système racinaire du quinoa (Gandarillas, 1979)**

#### **+ La tige :**

La tige est cylindrique au niveau du collet puis devient plus anguleuse à partir des ramifications avec une position alterne des feuilles le long de chacune des quatre faces. Elle peut être unique ou bien présenter de nombreuses ramifications. Son diamètre varie entre 1 et 8 cm, et sa hauteur entre 50 cm et 2 m, selon les variétés et les conditions de culture comme la densité d'ensemencement ou la fertilisation (Mujica et al., 2001).

La couleur de la tige est également très variable. Elle peut être uniformément verte, verte avec des aisselles colorées (surtout rouges), verte avec des stries violettes ou rouges, ou bien uniformément rouge. A l'intérieur de la tige, on trouve une moelle de couleur blanche à crème, de texture molle chez les jeunes plants puis devenant aérée et spongieuse à l'approche de la maturité. En revanche, le cortex est ferme et compact, constitué de tissus solides (Gandarillas, 1979).

#### **+ Les feuilles :**

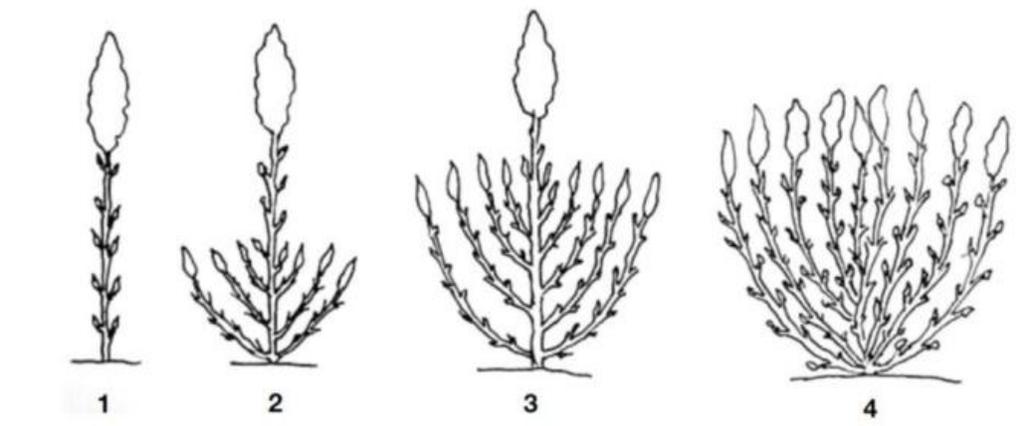
Elles sont nettement polymorphes, celles de la tige principale étant plus longues que celles des ramifications les feuilles alternes ont un limbe en forme de losange de triangle ou on lancéolé, plat ou onduleux, charnu et tendre. (Tapia et al., 1979).



**Figure 04:** Feuille du quinoa (Touati I., 2018).

#### ✚ Les ramifications :

Les branches naissent à l'aisselle de chaque feuille sur la tige. Leur longueur varie selon la variété et les conditions environnementales, allant de quelques centimètres jusqu'à une longueur équivalente à celle de la tige principale (Jacobsen et Stolen, 1993).



**Figure 05 :** Types des ramifications de quinoa

#### 4.2. Les organes floraux:

##### ✚ Les panicules:

Le quinoa présente des fleurs disposées en inflorescences appelés panicules, qui mesurent de 5 à 30 cm de diamètre et de 15 à 70 cm de longueur. La panicule est constituée de petites fleurs produisant une graine par fleur ( Yazar et al., 2014; Bhargava et al.,2006). Il a été décrit deux

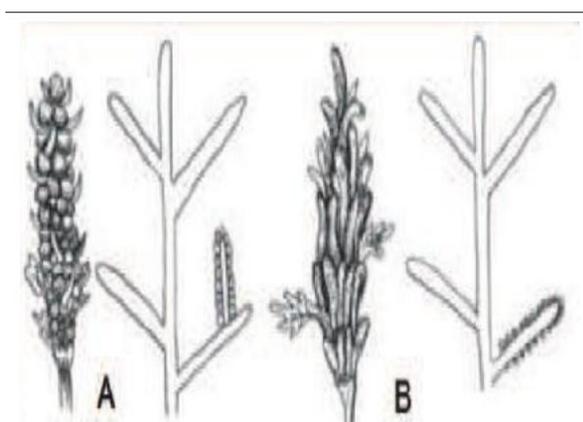
types des panicules chez le quinoa :

**1. Panicule Glomérulaire:** les glomérules (courtes ramifications portant un groupe de fleurs) sont insérés sur les axes tertiaires prenant naissance à partir des axes secondaires.

**2. Panicule amaranthiforme:** les glomérules sont directement insérés sur des axes secondaires (Herbillon, 2015).



**Figure 06:** Panicule de quinoa (Djedei et Merabet . 2018).



**Figure 07:** Les formes d'inflorescences du quinoa A) glomérulaire; B) amaranthiforme (Herbillon, 2015).

#### ✚ Les fleurs :

Le quinoa présente des fleurs hermaphrodites disposées en inflorescences en grappes, considérées comme de faux épis (panicules) (Del Castillo et al., 2008). dans l'étape reproduction du cycle de quinoa, l'inflorescence est terminale et longueur variable.



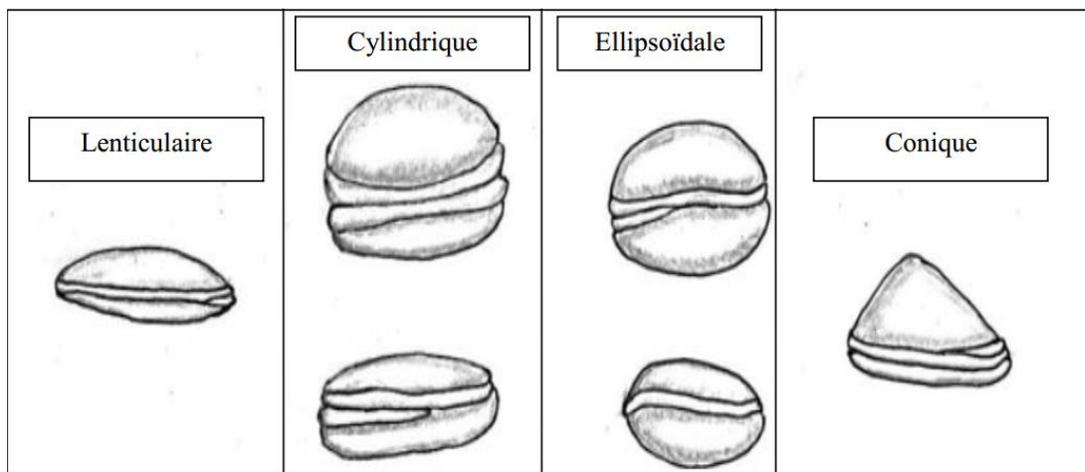
**Figure 08 : Gros plan des têtes de fleurs de quinoa (FAO, 2013)**

**✚ Le fruit :**

Le fruit Est un akène, de forme cylindrique à lenticulaire , dans lequel l'embryon périphérique entoure le périsperme central ( tissus de réserve) et se trouve couvert par le péricarpe et deux assises tégmentaires ( **DELCASTILLO et al , 2008**).

**✚ Les graines :**

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



**Figure 09: Forme des grains (FAO, 2013).**

## 5. les stades de développement de la culture de quinoa :

Selon échelle de développement de Mujica et Canahua (1989) il y a 12 phases (**Lebonvallet. 2008**).

**Tableau 02.** Les stades phrénologiques de quinoa (**Mujica et Canahua, 1989**)

Les stades	Les jours après le semis	Description	Photos
Levée	7 et 10	Sortie de la plantule et au déploiement des feuilles cotylédonaire (germination épigée).	
Deux feuilles vraies	15 à 20	Conjointement à une croissance rapide des racines.	
Quatre feuilles vraies	25 à 30	Les feuilles cotylédonaire sont toujours vertes. La plantule montre une bonne résistance au froid et à la sécheresse	
Six feuilles vraies	35 à 45	L'apparition de la troisième paire de feuilles vraies. les feuilles cotylédonaire commencent à se flétrir	
Ramification	45 à 50	la présence de bourgeons axillaires. Les feuilles cotylédonaire, jaunies, tombent et laissent une cicatrice sur la tige.	
Début de formation	55 à 60	L'inflorescence commence à apparaître à l'apex de la plante. La tige s'allonge et son diamètre	

de la panicule		augmente	
Panicule	65 à 70	L'inflorescence est désormais clairement visible au-dessus des feuilles	
Début de floraison	75 à 80	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 entraîne 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	

## 6. Importance nutritionnelle du quinoa :

La graine du quinoa possède une valeur nutritive élevée et sa qualité nutritionnelle a été comparée à celle du lait par l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture Il est, en termes de quantité et de qualité de protéines, supérieur à de nombreuses céréales. Le quinoa contient ainsi de 11 à 22% de protéines selon les sources, alors que cette teneur n'est généralement que de 7 à 13% chez les céréales (Ayala *et al.*, 2001 ;). Il possède de plus une composition en acides aminés essentiels complète et relativement équilibrée, qui le rend complémentaire de la plupart des céréales, voire de certaines légumineuses. Il est en particulier

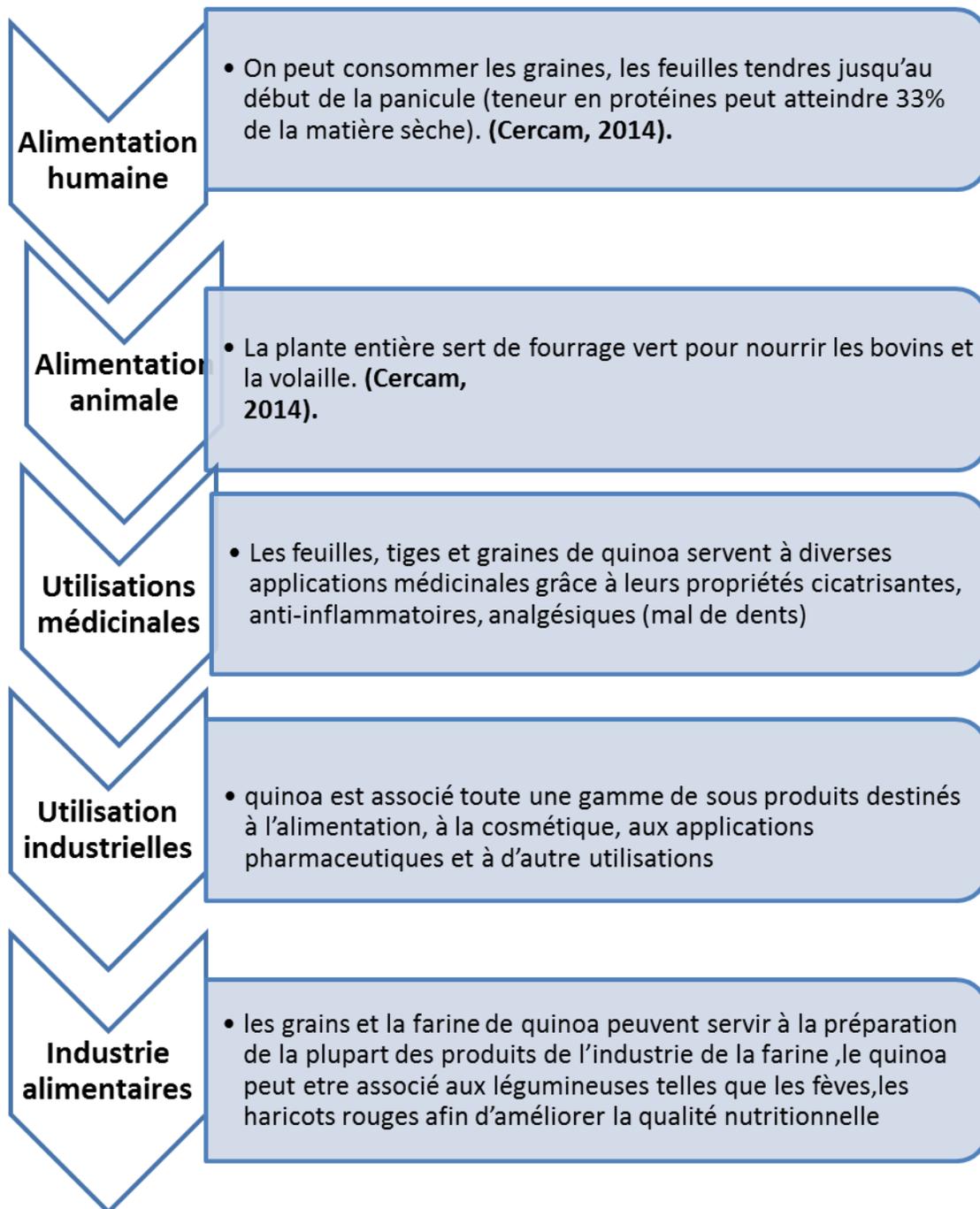
riche en lysine, présente en faible quantité chez le blé. Le quinoa s’approche ainsi des besoins en acides aminés pour l’alimentation humaine définis par la FAO (FAO, 1970 ; 1985). Le quinoa ne contient pas de gluten et est également riche en minéraux, en lipides et en fibres (Tapia, 2000).

**Tableau 03:** Composition des graines de quinoa et de blé (g/100g de matière sèche) (Tapia, 2000).

Composante	Quinoa	Blé
Protéines	11,0 - 21.3	12,5
Lipides	5,3 - 8.4	2 – 3
Glucides	53,5 - 74.3	67 - 71
Fibres	2,1 - 4.9	2- 4
Cendres	3,0 - 3.6	1,5 - 2,5
Humidité	9,4 - 13.4	14,5

## 7. Utilisations :

Les principales utilisations du quinoa peuvent être résumées comme suit :



### 1. Généralités sur la salinité

#### 1. Salinité et sel :

Les termes du sel et de la salinité sont souvent utilisés de façon interchangeable, et parfois de manière incorrecte. Un sel est tout simplement un minéral inorganique qui peut se dissoudre dans l'eau. Beaucoup de gens associent avec le sel de chlorure de sodium (sel de table). En réalité, les sels qui affectent à la fois les eaux de surface et les eaux souterraines sont souvent une combinaison de sodium, le calcium, le potassium, le magnésium, les chlorures, les nitrates, les sulfates, les bicarbonates et les carbonates. Ces sels proviennent souvent de la croûte terrestre. Ils peuvent également entraîner des intempéries, dans lequel de petites quantités de roche et d'autres dépôts sont dissous dans le temps et emportés par l'eau. Cette altération lente peut provoquer des sels accumulés à la fois dans les eaux superficielles et souterraines. Le ruissellement de surface de ces sels dissous est ce qui donne la teneur en sel de nos océans et nos lacs. Les engrais et amendements organiques ajoutent également des sels dans le sol (**Tony et Provin , 2012**).

#### 2. Définition de la salinité :

La salinité est définie comme une masse de sels (composés ioniques) dissous dans un litre d'eau c'est-à-dire leur teneur globale en sels. Elle s'exprime en g par kg d'eau, L'eau douce et l'eau salée contiennent de nombreux sels minéraux, présents en concentration différentes.

#### 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).

En effet, il existe une relation simple liant la conductivité d'une solution à sa teneur en cations ou en anions exprimés en milliéquivalents (méq )

### CE (à 25°C) : 100 x c

- **C**: représente la teneur en milliéquivalents par litre, positives ou négatives, de la solution.

Cette relation est valable pour les solutions diluées des électrolytes forts, mais le transport d'électricité se faisant par les ions, elle devient rapidement approchée puis fautive quand la concentration augmente, elle dépend alors du degré de dissociation des sels dissous, donc de leur nature (**Durand, 1983**).

En outre aussi que la salinité est une mesure de la concentration des minéraux dissous dans l'eau. La salinité (S ‰) est définie conventionnellement comme la masse en grammes des composés solides séchés à poids constant (**Rodier, 1996**).

#### 4. Classification des eaux d'irrigation :

Il existe plusieurs types de classifications de l'eau d'irrigation vis-à-vis de la salinité dans la littérature, cependant la classification de **AYERS et WESTCOT (1985)** définit 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 HALITIM (1994)**, l'évaluation des eaux d'irrigation varie en fonction d'un pays à l'autre.

**Tableau 04.** Evaluation des eaux d'irrigation (**DAOUD et HALITIM (1994)**)

Conductivité électrique	Concentration (g/l)	Evaluation		
		Américaine	Russe	De Durand pour l'Algérie.
CE < 0.25	< 0.2	Faiblement salé	Bonne qualité	Non salme
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. Principaux sels solubles :

Les principaux sels solubles qui participent à la formation des sols salés dans la nature on trouve :

**-Les carbonates** : les plus rencontrés sont le carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), bicarbonate de sodium ( $\text{Na HCO}_3$ ), carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) et le carbonate de magnésium ( $\text{MgCO}_3$ ).

**-Les sulfates** : ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont: le sulfate de magnésium ( $\text{MgSO}_4$ ), sulfate de sodium ( $\text{NaSO}_4$ ) et le sulfate de calcium ( $\text{Ca SO}_4$ ).

**-Les chlorures** : principalement : le chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ), le chlorure de calcium ( $\text{Ca Cl}_2$ ) et chlorure de magnésium ( $\text{MgCl}_2$ ) ce sont plus soluble et forte toxicité. La présence de sels solubles en quantité importante ou d'un horizon sodique à structure dégradée, caractères qui ont une influence néfaste sur le développement de la végétation ou des cultures (**AUBERT, 1982**).

## 6. Origine de la salinité:

L'accumulation des sels dans les sols s'est effectuée grâce à plusieurs fractions, dont les principaux sont :

⇒ Salinité primaire

⇒ Salinité secondaire

### ✓ La salinité primaire :

C'est le résultat du processus d'altération des roches parentales plus ou moins salées, et la migration et le dépôt des sels dissous dans l'eau dépendent des caractéristiques du milieu naturel et des précipitations.

### ✓ La salinité secondaire :

La salinité secondaire est d'origine anthropique, résultant des activités humaines, notamment l'irrigation avec des eaux chargées de sels (**Munns et al., 2006**).

## 7. Effets de la salinité sur les plantes :

Les effets directs des sels sur la croissance des plantes peuvent être divisés en trois grandes catégories :

-une réduction du potentiel osmotique de la solution du sol qui réduit l'eau disponible pour les plantes,

-une détérioration de la structure physique du sol en réduisant la perméabilité de l'eau et l'aération du sol.

-l'augmentation de la concentration de certains ions qui ont un effet inhibiteur sur le métabolisme des plantes (toxicité des ions spécifiques et les carences en minéraux nutritifs).

Durant le début et le développement du stress salin à l'intérieur de la plante, tous les processus majeurs tels que : la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétique sont affectés. La première réponse est la réduction de la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivi par l'arrêt de l'extension avec l'intensification du stress (**Parida et Das, 2005**).

## **8. Effets de la salinité sur la physiologie des plantes**

### ➤ **Sur la germination :**

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (Maillard, 2001) Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (**Ungar, 1978 et Kabar, 1986 in BOUCHOUKH, 2010**).

La germination des plantes, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique :

- **Les effets osmotiques** : se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination.

- **Les effets toxiques** : sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (**Rejili et al., 2006 in Karoune, 2016**).

## ➤ **Sur la croissance et le développement**

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (**Bouauina et al., 2000**). La salinité affecterait de plusieurs manières la croissance de la plante :

En cas de stress salin, tous les processus majeurs tels que la photosynthèse, la synthèse des protéines et les métabolismes énergétiques sont affectés

**Selon Kadri et al ; (2009)**. Ils ont signalé que la diminution de la surface foliaire, la fermeture des stomates et la déficience de la fixation du gaz carbonique entraînent une réduction de la photosynthèse.

Aussi on ajoute que la présence du sel dans le milieu de culture affecte la croissance et le développement racinaire tel qu'une diminution du potentiel osmotique suivie d'un effet toxique par les ions contribuant ainsi à une lésion des

racines suivie par un flétrissement de la plante (**Greenyway et Munns,1980 ;Epron et Toussaint ,1999**).

En effet , les concentrations élevées de NaCl affectent également l'absorption de  $Ca^{2+}$  qui est relativement tolérante au sel, de même l'augmentation de la concentration en  $Na^{+}$  s'accompagne d'une réduction de la concentration en  $Mg^{2+}$ ,  $K^{+}$ , N, P et  $Ca^{2+}$  dans la plante (**Levitt, 1980**). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme  $K^{+}$ ,  $Ca^{2+}$  ou  $NO_3^{-}$  deviennent limitant

Selon **Soltani, (1988)** , La salinité diminue la croissance des glycophytes en modifiant l'équilibre hydrique et ionique des tissus.

## ➤ **Sur l'anatomie de la feuille**

D'après l'étude de **Parida et Das (2005)**, le stress salin affecte considérablement l'anatomie de la feuille en augmentant l'épaisseur du mésophyle et de l'épiderme ainsi que l'espace intercellulaire diminue significativement dans les feuilles traitées avec le NaCl chez la mangrove. Par ailleurs, le stress salin cause le développement de la vacuolisation et un gonflement partiel du réticulum endoplasmique, le gonflement de la mitochondrie, la vésiculation et la fragmentation du tonoplaste, ainsi que la dégradation du cytoplasme par le mélange de la matrice cytoplasmique et vacuolaire des feuilles.

## ➤ **Sur la biochimie de la plante**

La salinité réduit la vitesse de la photosynthèse suite à une diminution de la conduction stomatique de CO<sub>2</sub> (**Santiago et al ., 2000**). La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs comme la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO<sub>2</sub>, la toxicité du sel, la réduction de l'approvisionnement en CO<sub>2</sub> à cause de la fermeture des stomates, la sénescence accrue induite par la salinité et le changement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structure cytoplasmique (**IYENGAR et REDDY, 1996 in: PARIDA et DAS, 2005**).

**Selon Slama (2004)** on note que l'effet de NaCl sur la photosynthèse s'exerce par une baisse de la teneur en chlorophylle, une diminution de la surface foliaire, du nombre de feuilles, des dimensions des stomates, de la conductance stomacale et par l'augmentation de la résistance stomatique. Les teneurs en protéines solubles des feuilles se trouvent également réduites (**Parida et al., 2002**).

## ➤ **Sur le rendement agronomique :**

La salinité diminue le rendement 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 (**Aslam et al., 2004**).

## **9. Stratégies d'adaptation à la salinité chez les plantes :**

Les plantes peuvent être groupées à cet égard en deux catégories principales sur la base de leurs comportements vis-à-vis des salinités :

- Halophytes sont des plantes qui peuvent se développer et grandir en présence de hautes concentrations en sel.
- Glycophytes sont des plantes sensibles aux basses concentrations en sel ; presque toutes les espèces de récolte (culture).

Les différences de réponse des plantes à la salinité et au stress salin dépendent non seulement de la quantité de sel disponible dans le sol et dans l'eau d'irrigation ou des espèces végétales, mais aussi des stades de développement des cultures (**Maas and Hoffman 1977**).

La plante peut d'adapter au stress salin de différentes manières:

- **Excluser** : Les plantes exclues sont généralement sensibles à la salinité et sont incapables de contrôler le niveau de  $\text{Na}^+$  cytoplasmique. Cet ion est transporté dans le xylème, véhiculé vers les feuilles par le courant de transpiration puis en partie ré-circule par le phloème pour être ramené vers les racines. Ces espèces sensibles contiennent donc  $\text{Na}^+$  dans les feuilles et un excès dans les racines (**Jabnoue, 2008**).
- **Incluser** : les plantes résistantes au NaCl, accumulant le  $\text{Na}^+$  dans les feuilles ou est séquestré soit dans la vacuole de l'épiderme foliaire ou les limbes âgées... (**Jabnoue, 2008**). Le sel est stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est aussi isolé dans des constituants cellulaires vitaux (**Berthmieu et al. 2003**), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (**Alem et Amri, 2005**).
- **L'ajustement osmotique** : L'ajustement osmotique du cytoplasme est réalisé suite à un stress osmotique provoqué par la présence de NaCl dans le milieu extérieur et se fait par l'accumulation de solutés organiques à l'intérieur de la cellule. Parmi ces composés qui s'accumulent lors du stress salin, on trouve les acides aminés comme la proline (**Hassani, et al. 2008**); des sucres (fructose, saccharose) et leur dérivés alcool (glycérol, mannitol, pinitol) (**Keller and Ludlow 1993**) et des méthylamines (**Glycine bétaine**) (**Weretilnyk, et al. 1989**).

#### 10. 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 ( $40 \text{ dS m}^{-1}$ ) 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 ( $\text{K}^+$ ) par rapport au ion sodium ( $\text{Na}^+$ ) et de faire la sélectivité du  $\text{Ca}^{2+}$  par

rapport aux sodium /( $\text{Na}^+$ ) dans les conditions salines (**Rosa, et al. 2009**). Elle peut aussi tolérer de fortes niveaux internes de  $\text{Na}^+$  (**Wilson, et al. 2002**).

En conclusion on peu 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**).

### 1. Objectif de travail

Objectif de cette expérimentation est d'étudier l'effet de quatre différents types d'eaux de irrigation sur la croissance et la production de deux variétés de quinoa

### 2. Site d'expérimentation :

Notre expérimentation a été réalisée au cours de l'année 2019/2020 au niveau du département des sciences agronomiques de l'université Mohamed-Khider.

Le travail a été mené à deux sites :

- Au laboratoire : pour l'essai de germination et l'analyse de quatre types d'eaux d'irrigation choisies et l'analyse du sol
- En serre ouverte : l'expérimentation dans des pots pour évaluer les effets d'eaux d'irrigation.

### 3. Les caractéristiques du sol et de l'eau d'irrigation :

Le tableau 05 représente les caractéristiques du sol, alors que le tableau 06 représente les caractéristiques chimiques des eaux d'irrigation. Les types d'eaux choisies pour l'irrigation sont : l'eau de l'institut (EL Allia), les autres (Oumache, Tolga et Ouled Djellal) proviennent des points d'eau appartenant aux agriculteurs de la région de Biskra

**Tableau 05 :** Résultats des analyses du sol

Paramètre	Résultat enregistré
pH	7,65
CE	3dS/m
Matière organique	1,70%
Calcaire total	42,3%

**Tableau 06 : Résultats des analyses de l'eau d'irrigation**

Qualité d'eau	Allia (département)	Oumache	Tolga	Ouled Djellal
(CE) (ds/m)	5,32	2,5	3,4	14,2
pH	7,23	7,10	7,30	7,50

#### 4 .Matériel et Méthodes :

##### 4.1 .Matériel végétal :

La présente étude a été porté sur le choisi deux variétés de Quinoa : la variété Santa maria (V1) et la variété Giza 1 (V2).



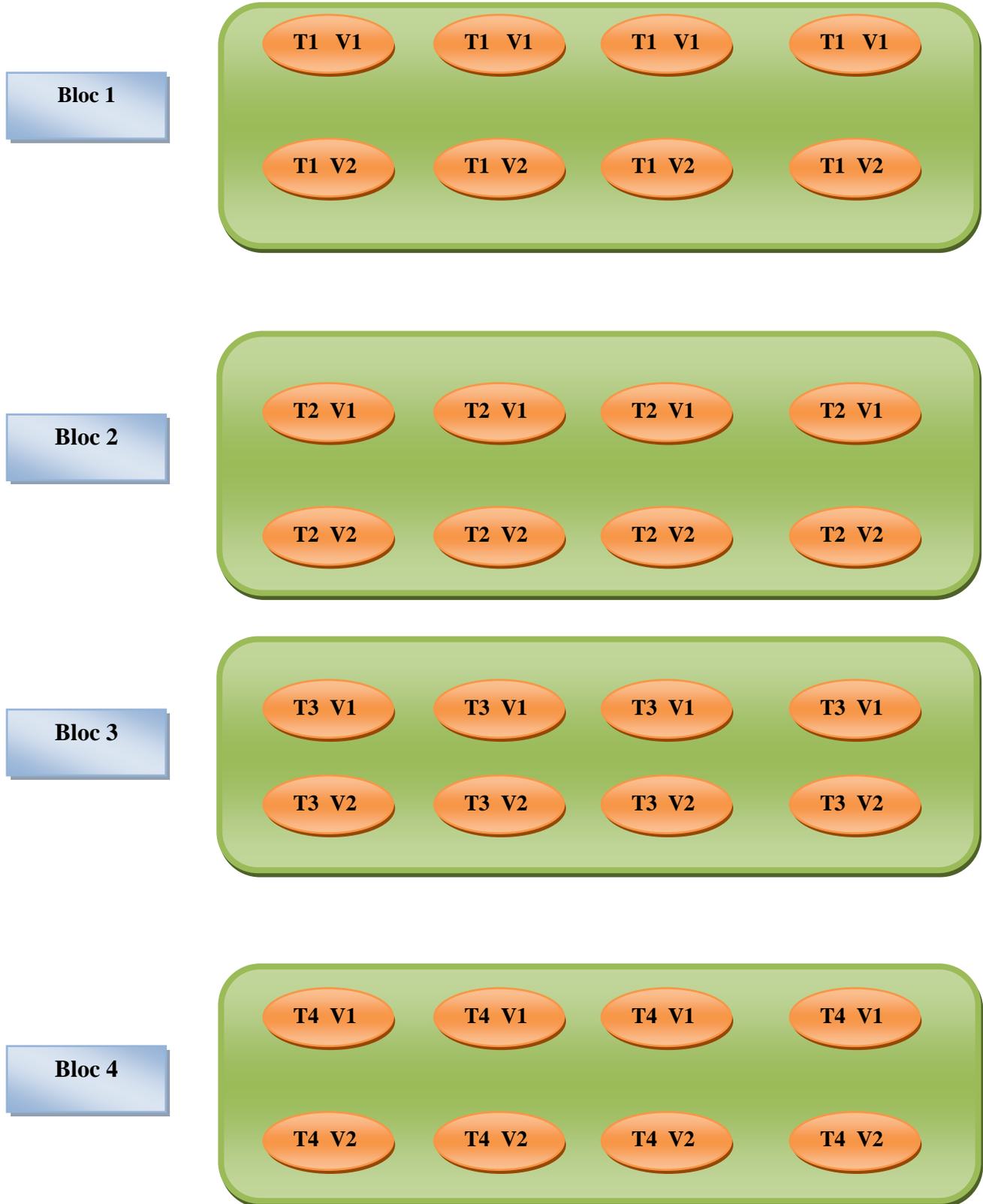
**Photo 01:** La variété Giza1 (ITDAS, 2019)      **Photo 02:** La variété santa Maria (ITDAS, 2019)

##### 4.2. Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental adopté est celui du bloc aléatoire avec quatre répétitions pour chaque traitement (T1, T2, T3, T4). Les traitements sont comme suit :

- **T1 :** eau d'irrigation provenant d'un agriculteur de Ouled Djellal
- **T2 :** eau d'irrigation provenant d'un agriculteur de Tolga
- **T3 :** eau d'irrigation du département (Allia)
- **T4 :** eau d'irrigation provenant d'un agriculteur d'oumache

**Figure 11 : Dispositif expérimentale**





**Photo 03 : site expérimentale ( originale, 2020)**

## **2. Opération culturale:**

### ➤ **Préparation du sol :**

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

Le sol a été tamisé pour éliminer les gros cailloux, on a ajouté du fumier pour préparer un substrat pour le semis

### ➤ **Semis**

Le semis est réalisé le 17 Novembre 2019, dans des pots plastique qui ont une capacité de 8Kg, une couche de deux centimètre de gravier de taille moyenne à placé au fond des pots pour faciliter le drainage.

Dans chaque pot ont été repiqués 10 poquets à raison de trois graines par poquets et quatre répétitions par traitement.

## ➤ Irrigation

La dose d'irrigation des pots a été calculée selon la capacité de rétention de l'eau du sol (1.5 L.). La déterminer la capacité de rétention, est comme suit :

On a amené un pot vide et on a le remplit avec le sol, et puis on a le peser, on a trouvé 10,12 kg, 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 pendant 24 heures et on a trouvé 11,62 kg est ça présent le poids du pot plus le sol humide. Pour déterminer la capacité de rétention on déduit le poids de pot plus le sol humide (11,62) par le poids du pot plus le sol sèche (10,12), on a trouvé environ 1.5 L. Donc on déduit que la capacité de rétention de ce sol environ 1.5 L.

### 3. Paramètre étudiées :

En raison de la situation sanitaire du au virus du corona, les paramètres de production n'ont pas pu être atteint

#### 3.1. Test de germination :

La détermination du pourcentage de graines susceptibles de germer est réalisée par l'imbibition de 20 graines. L'arrosage des graines par les quartes qualités l'eau d'irrigation (T1, T2, T3, T4) 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.

### 3.2. Identification des stades de développement : l'identification des stades est comme suit

**Tableau 07:** 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 le stade a été atteint 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 <sup>ème</sup> 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 <sup>ème</sup> 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.

### **3.3. 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 jour jusqu'à stade de panicule.

### **3.4. Nombre des ramifications et nombre de panicules par plant :**

On compte ces deux paramètres à stade de formation de panicule, on raison de compter un nombre moyen des panicules pour trois plants pour chaque pot.

### **3.5 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.

## Résultats et discussion.

L'objectif essentiel de cet essai est d'étudier l'évaluation de la possibilité d'utilisation de quatre types d'eau de la région de Biskra de AL Allia, Oumache, ouled dejellal et tolga pour l'irrigation de deux variétés de quinoa, on rappelle Que ces d'eaux provenant des points d'eaux des agriculteurs de la région de Biskra

### 1. Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation :

Tableau 06 : Résultats des analyses de l'eau d'irrigation

Qualité d'eau	Allia (département) (T3)	Oumache (T4)	Tolga (T2)	Ouled Djellal (T1)
(CE) (ds/m)	5,32	2,5	3,4	14,2
pH	7,23	7,10	7,30	7,50
Ca <sup>++</sup> (meq/l)	11	8,1	13	41,5
Cl <sup>-</sup> (meq/l)	40	31	39	53
NO <sub>3</sub> – (meq/l)	0,634	0,093	0,513	0,128

Le tableaux 06 nous montre les caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation, on déduit d'après ces résultats trouvés, dans notre expérimentation que l'eau Oumache présente une salinité inférieure de 2,5d/m par rapport à l'eau Tolga, El Allia (département) et Olled Djellal qui présente respectivement une CE 3,4, 5,5 et 14,2 ds/m.

D'après la classification qui a été adaptée. Par **DAOUD et HALITIM (1994)**, montre que l'eau que l'eau Oumache, Tolga et Allia (département) présentent une salinité très fortes tan disque l'eau de Ouled Djellal présente une salinité excessive

Alors que la classification adaptée par la (**FAO, 1994 water quality for agriculture**) tableau 4 (voir annexe), montre que ces eaux présentent une salinité sévère pour l'utilisation des cultures

On remarque aussi ( Tableau 04 ) que ces eaux sont chargés en ion chlore, leur concentration dépassent 10meq/, d'après la classification de ( **FAO, 1994 water quality for agriculture** ) , on concluent que ces présente de sérieux problèmes de toxicité pour les plantes .

## 2. Test de germination :

D'après le **tableau 08**, nous indique le pourcentage de germination moyen des deux variétés étudiées, on remarque taux de germination élevé dépasse 98, 5 % chez la variété V2 et la alors que pour la variété V2 le pourcentage de germination moyen est de 96%.

Ces valeurs de test moyen de germination indiquent que les deux variétés ont une faculté germinative élevée

**Tableau 08 :** Test de germination % (moyen) des variétés de quinoa

Variété	L'eau irrigation	Total	Germées	Taux
<b>V1 santa maria</b>	<b>T1</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>90%</b>
	<b>T2</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
	<b>T3</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>95%</b>
	<b>T4</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
<b>V2 Giza 1</b>	<b>T1</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>95%</b>
	<b>T2</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
	<b>T3</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
	<b>T4</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
		<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

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

D'après le **tableau 09**, le stade levé on remarque chez les variétés (V1 et V2) le levé précoce dans la qualité d'eaux T2 et T4 (12 jours). La variété V1 atteint le stade deux feuilles vraies dans (17jours) dans la qualité d'eaux T2 et la variété V2 dans (17 jours) dans la qualité d'eaux T4

- le stade quatre feuilles vraies : la variété V1 et V2 qui enregistré a une durée (28jours) dans les qualités d'eau T2 et T4.
- Le stade six feuilles vraies : La variété V1 qui enregistré a une durée (35jours) à par rapport V2 (36 jours) dans la qualité T2 et T4
- Le stade de ramification on remarque la variété V1 et V2 avec une durée de (46 jours) dans la qualité d'eaux T4 et T2.
- Le stade début la formation de panicule : La variété V1 qui enregistré a une durée (61jours) dans la qualité d'eaux T4 et la variété V2 enregistré la même durée de V2 mais dans la qualité T2
- Le stade grain laiteux : La variété V1 qui enregistré a une durée (115jours) dans la qualité d'eaux T2 et T2 et la variété V2 dans (115jours) dans la qualité d'eaux T4
- Le stade grain pâteux : la variété V1 et V2 qui enregistré a une durée (138jours) dans les qualités d'eau T4.

On a observé un retard dans la durée tous les stades des semis jusqu'à à la maturité physiologique pour les qualités d'eaux T1 et T3 par rapport les autres qualités d'eaux.

A la fin du cycle maturité physiologique, que la variété dans la qualité T1, ont un cycle long : 174 jours par rapport les autres qualités T2, T3 et T4.

**Tableau 09** : La durée des stades phénologiques en jours.

Les stades	N° des jours théorique	N° des jours (2019 /2020)							
		V1				V2			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
<b>Stade levé</b>	<b>7-10</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Deux feuilles vraies</b>	<b>15-20</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>17</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Quatre feuilles vraies</b>	<b>25-30</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>28</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Six feuilles vraies</b>	<b>35-45</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>39</b>	<b>36</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>Jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Ramification</b>	<b>45-50</b>	<b>49</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>47</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Début de la formation de panicule</b>	<b>55-60</b>	<b>68</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>61</b>	<b>67</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>62</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Panicule</b>	<b>65-70</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>71</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Début de</b>	<b>75-80</b>	<b>84</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>82</b>	<b>85</b>	<b>81</b>	<b>84</b>	<b>82</b>

<b>floraison</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Floraison</b>	<b>90-100</b>	<b>98</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>95</b>	<b>94</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Grain laiteux</b>	<b>100-130</b>	<b>125</b>	<b>115</b>	<b>118</b>	<b>115</b>	<b>126</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>115</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Grain pâteux</b>	<b>130-160</b>	<b>148</b>	<b>139</b>	<b>142</b>	<b>138</b>	<b>147</b>	<b>139</b>	<b>143</b>	<b>138</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>Maturité physiologique</b>	<b>160-180</b>	<b>174</b>	<b>161</b>	<b>165</b>	<b>162</b>	<b>173</b>	<b>162</b>	<b>164</b>	<b>162</b>
	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>	<b>jours</b>
<b>N° totale des jours</b>	<b>/</b>	<b>174</b>	<b>161</b>	<b>165</b>	<b>162</b>	<b>173</b>	<b>162</b>	<b>164</b>	<b>162</b>
		<b>jours</b>							

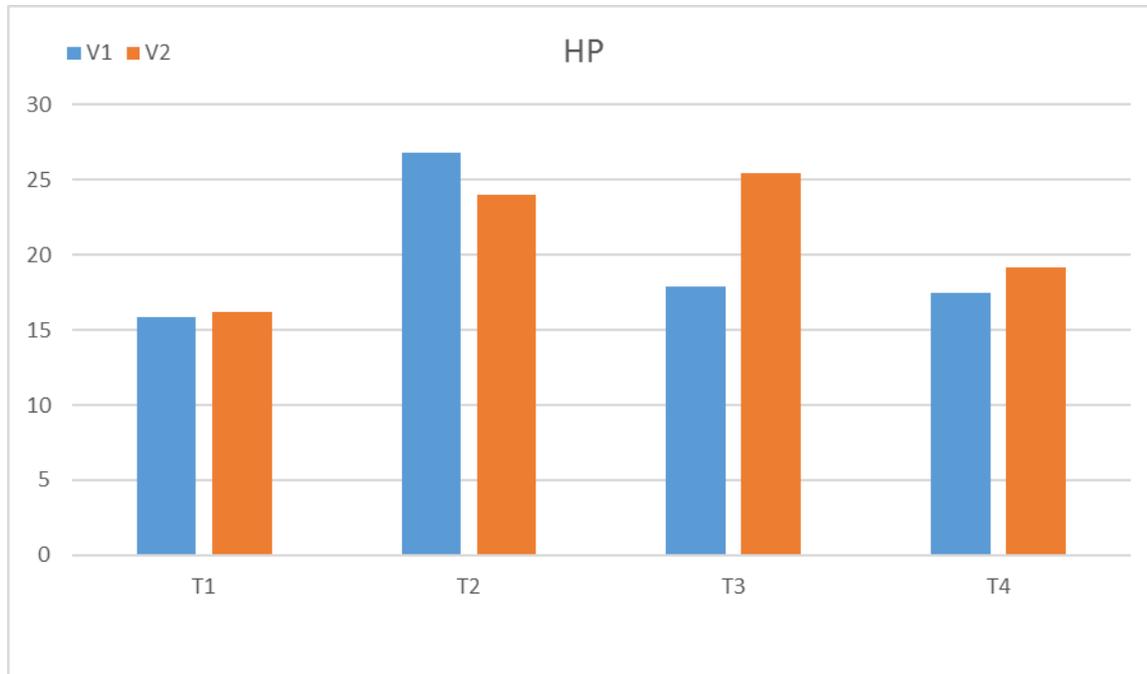
**3 photo : Les stades phénologiques du quinoa :**

		
Six feuilles vraies	Ramification	Début de la formation de la Panicle
		
Panicule	Début de la floraison	Floraison
		
Grain laiteux	Grain pâteux	Maturité physiologique

**Photo 04:** les différents stades phénologique de quinoa (Original, 2020)

## 5. L'effet des qualités d'eaux sur la longueur des plantes en cm (HP) :

La figure 12 montre l'effet des eaux d'irrigations (T1, T2, T et T4) sur la hauteur moyennes des deux variétés



**Figure 12 : Hauteur des plantes (cm)**

On remarque que la qualité d'eaux d'irrigation (T2) a donnée une hauteur la plus élevée hauteur par rapport aux autres qualités d'eaux d'irrigation : 28,3 et 25, 4 cm pour V1 et V2 respectivement

l'analyse statistique a montré d'après le tableau 10 une différence significative sur l'effet de la qualité d'eaux d'irrigation par rapport à la hauteur , on remarque que la qualité d'eau (T2) est classée en groupe A présentant la hauteur la plus élevée (26cm), suivie par la qualité d'eau (T3 ) classé en groupe B . Alors que les qualités d'eau (T4) et (T1) sont classées en dernier groupe (c),

**Tableau 10 : Analyse de variance de l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur la hauteur des plants**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T2	25,900	A
T3	21,938	B
T4	18,300	C
T1	16,125	C

on observe aussi que statistiquement une différence significative sur l'effet variété par rapport à la hauteur moyenne des plants (tableau 10), on observe que la variété V1 est classée en premier lieu (groupe A) présentant la hauteur la plus élevée (21cm) et la variété V2 est classée en groupe B. (20,1cm)

**Tableau 11 : Analyse de variance de l'effet de la variété d'irrigation sur la hauteur des plants**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
V1	21,006	A
V2	20,125	B

l'effet de l'interaction entre la variété et la qualité de l'eau d'irrigation nous a donné d'après le tableau 11 une différence significative, par rapport à la hauteur moyenne on a enregistré que (V1T2) est classée en premier groupe (groupe A) présentant la hauteur la plus élevée (28,3 cm) par rapport aux autres groupes.

**Tableau 12 : groupes homogène de l'interaction entre la variété et la qualité de l'eau d'irrigation sur la hauteur des plants**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
V1T2	28,350	A
V2T2	25,400	A
V2T3	23,525	A
V1T3	19,300	B
V2T4	18,075	B
V2T4	17,525	B
V1T1	16,400	B
V2T1	15,850	D

**5. L'effet des qualités d'eaux sur le nombre des ramifications des plantes:**

Les résultats nombrés des ramifications des plants irrigués par les qualités d'eaux (T1, T2, T et T4) des deux variétés signalés dans la figure 13 nous montrent clairement que la qualité d'eaux d'irrigation (T1) a exercé une diminution de nombre de ramification chez les variétés par rapport aux autre qualités (T4, T3, et T2).

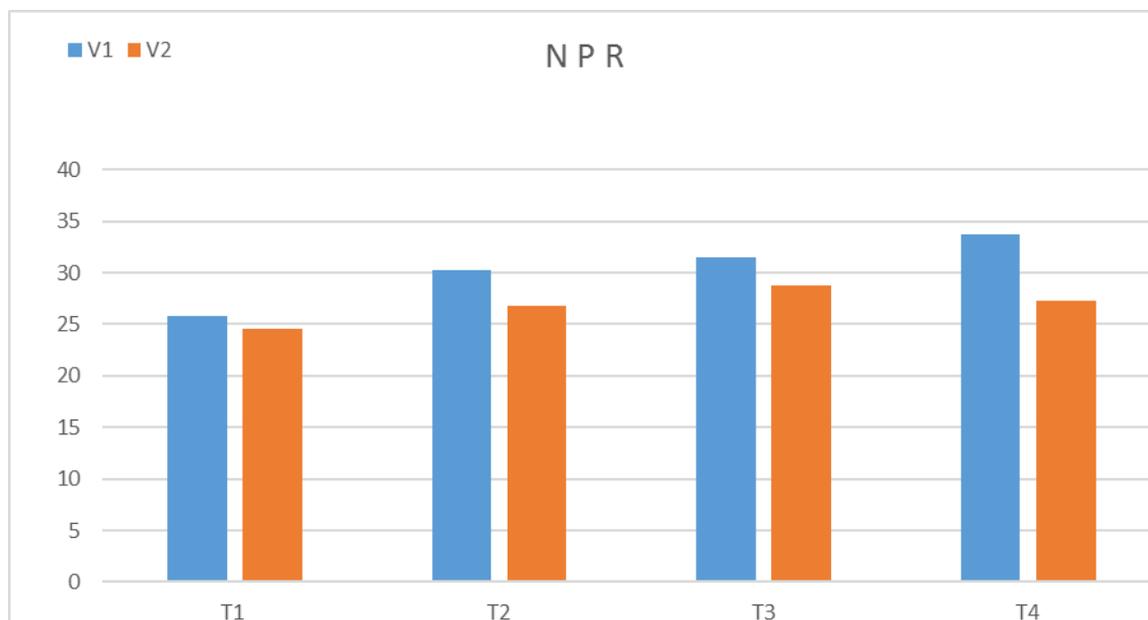


Figure 13 : Nombre de ramification moyen

l'analyse statistique a montré d'après le tableau 13 une différence significative de l'effet de la qualité d'eaux d'irrigation sur la hauteur de ramification , la qualité d'eau (T4) est classée en groupe A présentant la hauteur la plus élevée (31,1cm), suivie par les qualité (T3)et (T2) en qui sont classés en groupe B et alors que la qualité d'eau ( T1) est classée en dernier groupe (groupe (c) présentent un nombre inférieur de ramification

**Tableau 13 : Analyse de variance de l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur le nombre de ramifications**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T4	31,125	A
T3	29,8 25	B
T2	29,175	B
T1	12,125	C

Aussi, on remarque que l'analyse statistique a montrée une différence significative pour l'effet de variété tableau 14ou la variété V1 est classé en premier lieu (groupe A) présentant un nombre élevé de ramification (28) alors que la variété V2 est classée en groupe B.avec un nomre inférieur de ramification (

**Tableau 14 : analyse de variance de l'effet de la variété d'irrigation sur le nombre de ramifications**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
V1	28,063	A
V2	23,063	B

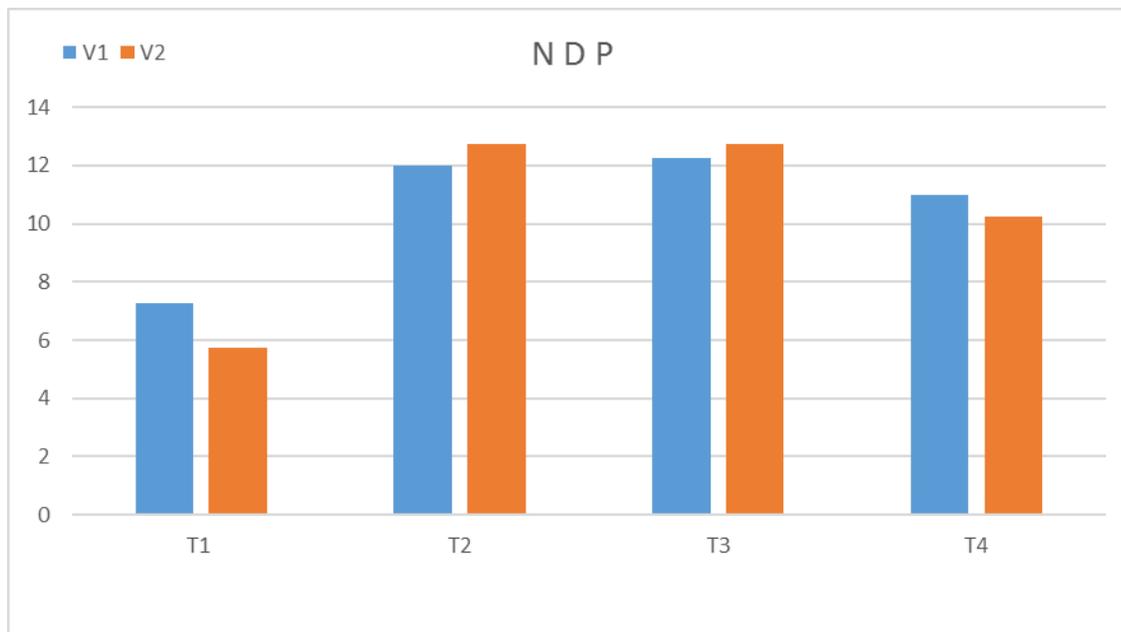
L'interaction (la variété et la qualité de l'eau d'irrigation) nous montre d'après le tableau 15 que statistiquement il ya une différence significative, on enregistre que V1T4, V2T4 est classée en premier groupe (groupe A) présentant la hauteur la plus élevée (34cm) et (33,5cm) par rapport le autre groupe.

**Tableau 15** groupes homogène de l'interaction entre la variété et la qualité de l'eau d'irrigation sur le nombre de ramifications

<b>Modalité</b>	<b>Moyenne estimée</b>	<b>Groupes</b>	
<b>V1T4</b>	34,000	A	
<b>V2T4</b>	33,500	A	
<b>V1T3</b>	33 500	B	
<b>V2T3</b>	28,750	B	C
<b>V1T2</b>	26,750	B	C
<b>V2T1</b>	24,250	C	
<b>V1T1</b>	12,500	C	
<b>V2T1</b>	11,750	C	

## 6. L'effet des qualités d'eaux sur le nombre de panicule par plant :

D'après la figure 14 : on observe que la qualité d'eaux d'irrigation T3 a donné le meilleur nombre des panicules par plant chez les deux variétés, suivi par la qualité d'eau d'irrigation (T2) et (T4), alors que le faible nombre de panicule a été enregistré chez la qualité d'eau d'irrigation T1.



**Figure 14 : Nombre de panicules**

On remarque suite à l'analyse statistique tableaux 16 une différence significative de l'effet de la qualité d'eaux d'irrigation sur le nombre de panicules

Les qualité d'eaux d'irrigation (T3) et (T2) sont classée en même groupe A présentant le nombre plus élevée en panicules (14,60 ; 14,5), respectivement en T1 et T2

Alors que les qualités d'eaux d'irrigation T4 et T1 sont classé en groupe B avec un nombre de panicules de 11,5

**Tableau 16 : analyse de variance de l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur le nombre de panicules**

<b>Modalité</b>	<b>Moyenne estimée</b>	<b>Groupes</b>
<b>T3</b>	14,625	A
<b>T2</b>	14,500	A
<b>T4</b>	11,750	B
<b>T1</b>	11,500	B

pour l'effet de variété l'analyse statistique a montré une différence significative entre les variétés sur le nombre de panicules tableau 17, la variété V1 est classé en premier lieu (groupe A) présentant un nombre plus élevé de panicule (14,5cm) et la variété V2 est classée en groupe B.

**Tableau 17: analyse de variance de l'effet de la variété sur le nombre de panicules**

<b>Modalité</b>	<b>Moyenne estimée</b>	<b>Groupes</b>
<b>V1</b>	14,563	A
<b>V2</b>	11,625	B

L'interaction (la variété et la qualité de l'eau d'irrigation) a montré d'après le tableau 18 que statistiquement il y a une différence significative, on a enregistré que V2T3, V1T3 sont classés en premier groupe (groupe A) présentant un nombre plus élevé de panicule (16,2) par rapport aux autres groupes, le plus faible nombre de panicules 7,2 est observé dans le groupe V2T1 classé en groupe D.

**Tableau 18 : groupes homogène de l'interaction entre la variété et la qualité de l'eau d'irrigation sur le nombre de panicules**

<b>Modalité</b>	<b>Moyenne estimée</b>	<b>Groupes</b>
<b>V2T3</b>	16,250	A
<b>V1T3</b>	16,250	A
<b>V2T2</b>	14,750	B
<b>V1T2</b>	14,500	B
<b>V1T4</b>	14,000	B
<b>V2T4</b>	12,750	C
<b>V1T1</b>	11,000	C
<b>V2T1</b>	7,250	D

On déduit que la qualité de l'eau d'irrigation de Al Alia ( T3) et Ouled Dejallal ( T 1) qui sont considérées comme des eaux a forte salinité ont conduit à faible croissance pour la culture de quinoa caractérisé par une faible hauteur des plants pour les deux variétés et un faible nombre de ramification , et conclue aussi ces types d'eaux ont aboutit un la production fiable en nombre de panicules comparativement aux qualités d'eau de Tolga et Oumache

## **Conclusion**

La salinité pose de graves problèmes à l'agriculture dans le monde entier et surtout dans les régions arides et semi-arides. Elle affecte aussi bien la germination, la croissance que le développement des plantes.

L'objectif principal de ce travail consiste à étudier l'effet de quatre types d'eaux d'irrigation collectées auprès des agriculteurs de la région de Biskra : Oumache, Tolga , Ouled Djellal et l'eau de EL Allia (département d' agronomie) sur quelques paramètres morphologiques (hauteur des plantes, nombre de ramification ) et le seul paramètre de production (le nombre de panicules) sur deux variétés de quinoa : Santa Maria( V1) et Giza1 ( V2).

D'après les résultats trouvés lors de notre expérience quelques aspects importants ont révélé le comportement de cette culture vis à vis des quatre qualités d'eau :

- Concernant les stades de développement des deux variétés il ressort que la durée des stades de développement pour les plants irrigués avec les qualités d'eaux d'irrigation (T2 et T4) sont comprises dans l'intervalle de nombre de jours théoriques donné par (FAO,2013) par rapport aux plants irrigués avec les qualités d'eau d'irrigation ( T3,T1)
- Les plants des deux variétés irrigués par les eaux d'irrigation (T1) de Ouled Djellal) et (T2) de Tolga ont pris une durée plus longue pour la formation de la panicule
- Concernant les caractères morphologiques : la qualité de l'eau d'irrigation de ELAllia ( T3) et de Ouled dejelal ( T1) qui sont considérées comme des eaux à forte salinité ont conduit à une faible croissance : faible hauteur des plants pour les deux variétés avec un faible nombre de ramification par rapport aux autres qualités d'eau d'irrigation
- La meilleure hauteur est enregistrée dans les plants irrigués par l'eau Tolga (T2) et l'eau d'Oumache (T4)
- Du même on a observé que les qualités d'eaux T2 et T4 appliquées aux variétés V1et V2 ont donné un nombre élevé de panicules par rapport aux autres qualités d'eau d'irrigation : ELAllia (T3) et de Ouled dejelal (T1).

On conclut donc que la salinité a entraîné une réduction significative dans la taille des plants et le nombre de ramifications par plants ainsi que le nombre de panicules.

Enfin, le quinoa malgré la forte valeur de CE, les deux variétés ont montré une certaine adaptation remarquable. Il serait judicieux de reprendre cet essai dans des conditions meilleures pour le bon choix de variétés plus adaptées à la salinité. Il est nécessaire d'accomplir cet objectif avec d'autres études

## Références bibliographiques

- Ayala G., Ortega L., Moron C., 2001. Valor nutritivo y usos de la quinua. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) : ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Mujica, A., Jacobsen S. E., Izquierdo J., Marathe, J. P. et FAO (eds). CIP, UNAP. FAO, CD Cultivos Andinos, version 1.0. Santiago, Chile.
- 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.
- Bioersivity International et FAO., 2013- Quinoa et ses espèces sauvages apparentées. Bolivie. N° 538, pp:3-38.
- DEL CASTILLO C.,GREGORY M . ET WINKEL T .,2008. Le Quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente "bio- équitable "Biotechnol . Agron .Soc Environ .,12(4):421-435.
- FAO., 2003. L'irrigation avec les eaux usées traitées : manuel d'utilisation. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. <http://epuvaleau.fsagx.ac.be/Texte%5CManuelREUTFAO.pdf>
- FAO,2014: (food and Agriculture Organization ) , 2014 . Quinoa en algérie
- FAO. (2013). FAO Statistical Yearbook: World Food and Agriculture: FAO.
- FAO, 1997. Preventing micronutrient malnutrition. A guide to food based approachesmanual for policy makers and programme planners. Food and Agricultural Organization of United Nations and International Life Sciences Institute, ILSI Press.
- G. Durand. Les sols irrigables-Etude pédologique. Agence de coopération culturelle et technique- Presses universitaires de France. (1983).
- G.Rodier. L'analyse de l'eau 8e édition. Édition DUNOD. (1996).
- ITDAS,(2015). Protocole d'observation de la culture du quinoa.P :14.
- Herbillon M., 2015- Le Quinoa: Intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. Thèse doctorat en pharmacie. Université de rouen u.f.r de médecine et de pharmacie. France, p:27 50.
- Hassani, A., Dellal, A., Belkhodja, M., & Kaid-Harche, M. (2008). Effet de la salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum vulgare*). *Eur. J. Sci. Res*, 23(1), 61-69.

- **Jacobsen S.E., Stolen O. (1993).** Quinoa – Morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. *Eur. J. Agron.*, 2(1), 19-29.
- **Jabnourne, M. (2008).** Adaptation des plantes au stress salin: caractérisation de transporteurs de sodium et de potassium de la famille HKT chez le riz. Manuscrit de thèse.
- **Jacobsen, S., Quispe, H., & Mujica, A. (1999).** Scientists and farmer—partners in research for the 21st century. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. CIP Program Report, 2000, 403-408.
- **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.
- **Keller, F., & Ludlow, M. (1993).** Carbohydrate metabolism in drought-stressed leaves of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Journal of Experimental Botany*, 44(8), 1351-1359.
- **M.Dosso.** Géochimie des sols sales et des eaux d'irrigation aménagement de la basse vallée de l'Euphrate en Syrie. Thèse de doctorat. Université Paul Sabatier de Toulouse. (1980).
- **Mujica A., Izquierdo J., Marathe J.P. (2001).** Origen y descripción de la quinua. In : Mujica A., Jacobsen S. E., Izquierdo J., Marathe J. P. y FAO, editors. *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. CIP, UNAP. FAO, CD Cultivos Andinos, version 1.0. Santiago, Chile
- **Mujica, Á., Izquierdo, J., Marathe, J. P., & Capítulo, I. (2001).** Origen y descripción de la quinua. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Editores. Mujica, A., Jacobsen, SE, Izquierdo, J., Marathe, JP). FAO, UNA, Puno, CIP. Santiago de Chile, 9-29.
- **Rosa, M., Hilal, M., González, J. A., & Prado, F. E. (2009).** Low-temperature effect on enzyme activities involved in sucrose–starch partitioning in salt-stressed and saltacclimated cotyledons of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seedlings. *Plant physiology and biochemistry*, 47(4), 300-307
- **Rojas W ,Pinto.,Soto J.L.,2010.**Distribucion geográfica y variabilidad genética de los granos Andinos: Avances , logros y experiencias desarrolladas en quinua , canahua y amaranto en Bolivia . Bioversity International 2010. [http://www.proipa.org /index . php?](http://www.proipa.org/index.php)
- **Tapia M.E., 2000.** Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Mujica,

A., Jacobsen, S. E., Izquierdo, J., Marathee, J. P. et FAO (eds). CIP, UNAP. FAO, CD Cultivos Andinos, version 1.0. Santiago, Chile.

- Tony Provin and J.L Pitt. Managing soil salinity. Agrilife extension. (2012)
- Tapia M.E. et al., 1979. La quinua y la kañiwa: cultivos andinos. Serie Libros Materiales Educativos 49. Bogota: IICA, CIID.
- 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). 1440-1446.
- 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.

## Annexes

### Annexe 01 : Les valeurs de la plantes en cm (HP)

V	T	HP
V1	T1	16,00
V1	T1	15,70
V1	T1	16,70
V1	T1	15,00
V1	T2	28,40
V1	T2	33,00
V1	T2	25,00
V1	T2	27,00
V1	T3	17,80
V1	T3	18,00
V1	T3	18,50
V1	T3	18,90
V1	T4	17,00
V1	T4	17,40
V1	T4	17,70
V1	T4	18,00
V2	T1	16,90
V2	T1	16,20
V2	T1	16,00
V2	T1	16,50
V2	T2	23,00

V2	T2	23 ,10
V2	T2	24,00
V2	T2	23 ,70
V2	T3	25,20
V2	T3	25,70
V2	T3	26 ,00
V2	T3	25,40
V2	T4	19,30
V2	T4	18 ,70
V2	T4	19,30
V2	T4	19,00

## Annexe 02 : Les valeurs du nombre de ramification par plante

V	T	Nombre de ramifications
V1	T1	14
V1	T1	11
V1	T1	12
V1	T1	10
V1	T2	35
V1	T2	31
V1	T2	37
V1	T2	29
V1	T3	33
V1	T3	36
V1	T3	31
V1	T3	34
V1	T4	37
V1	T4	30
V1	T4	33
V1	T4	36
V2	T1	16
V2	T1	11
V2	T1	13
V2	T1	10
V2	T2	34
V2	T2	27
V2	T2	22

<b>V2</b>	<b>T2</b>	<b>24</b>
<b>V2</b>	<b>T3</b>	<b>32</b>
<b>V2</b>	<b>T3</b>	<b>22</b>
<b>V2</b>	<b>T3</b>	<b>27</b>
<b>V2</b>	<b>T3</b>	<b>34</b>
<b>V2</b>	<b>T4</b>	<b>26</b>
<b>V2</b>	<b>T4</b>	<b>20</b>
<b>V2</b>	<b>T4</b>	<b>32</b>
<b>V2</b>	<b>T4</b>	<b>19</b>

### **Annexe 03** : Les valeurs du nombre de panicule par plante

<b>V</b>	<b>T</b>	<b>Nombre de panicule</b>
V1	T1	13
V1	T1	7
V1	T1	4
V1	T1	5
V1	T2	16
V1	T2	14
V1	T2	10
V1	T2	8
V1	T3	22
V1	T3	10
V1	T3	22
V1	T3	11
V1	T4	10
V1	T4	14
V1	T4	11
V1	T4	9
V2	T1	10
V2	T1	7
V2	T1	22
V2	T1	19
V2	T2	9
V2	T2	3

V2	T2	21
V2	T2	18
V2	T3	17
V2	T3	22
V2	T3	11
V2	T3	9
V2	T4	26
V2	T4	11
V2	T4	12
V2	T4	16

## Annexes 04: GUIDELINES FOR INTERPRETATION OF WATER QUALITY FOR IRRIGATION

IRRIGATION PROBLEM	DEGREE OF PROBLEM		
	No Problem	Increasing Problem	Severe Problem
<b>SALINITY</b> (affects crop water availability)			
EC <sub>w</sub> (mmhos/cm)	< 0.75	0.75-3.0	> 3.0
<b>PERMEABILITY</b> (affects infiltration rate into soil)			
EC <sub>w</sub> (mmhos/cm)	> 0.5	0.5-0.2	< 0.2
adj. SAR <sup>1/</sup> <sup>2/</sup>			
Montmorillonite (2:1 crystal lattice)	< 6	6-9 <sup>3/</sup>	> 9
Illite-Vermiculite (2:1 crystal lattice)	< 8	8-16 <sup>3/</sup>	> 16
Kaolinite-sesquioxides (1:1 crystal lattice)	< 16	16-24 <sup>3/</sup>	> 24
<b>SPECIFIC ION TOXICITY</b> (affects sensitive crops)			
Sodium <sup>4/</sup> <sup>5/</sup> (adj. SAR)	< 3	3-9	> 9
Chloride <sup>4/</sup> <sup>5/</sup> (meq/l)	< 4	4-10	> 10
Boron (mg/l)	< 0.75	0.75-2.0	> 2.0
<b>MISCELLANEOUS EFFECTS</b> (affects susceptible crops)			
NO <sub>3</sub> -N (or) NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	< 5	5-30	> 30
HCO <sub>3</sub> (meq/l) [overhead sprinkling]	< 1.5	1.5-8.5	> 8.5
pH	[Normal Range 6.5 - 8.4]		

## ملخص

الهدف من هاته التجربة هو تقييم و دراسة تأثير مياه السقي على الخصائص المورفولوجية و الإنتاجية على صنفين من نبات الكينوا . حيث تمت عملية سقي النباتات بأربعة أنواع مختلفة من ماء تم الحصول عليها من طرف مزارعين من إقليم بسكرة ( اوماش, طولقة, اولاد جلال , العالبة ) قسم العلوم الزراعية)). حيث قمنا بدراسة و مراقبة مراحل تطور نبتة الكينوا و تحديد طول النبتة , عدد التفريعات و السنابل في كل نبتة .

النتائج سمحت لنا باستخلاص ما يلي :

التفريعات و السنابل في كل نبتة) إن مقاومة الملوحة للأصناف المدروسة لوحظت بطريقة مختلفة من حيث تأقلم بنيتها (طول النبتة , عدد

و منه نستنتج إن نبتة الكينوا تعد من النباتات المتحملة للملوح

الكلمات المفتاحية: الكينوا ، جودة المياه ، الملوحة ، الارتفاع ، عدد السنابل،بيت بلاستيكي

## Résumé

L'objectif de cette expérimentation est d'étudier l'effet de quatre types d'eaux d'irrigation (EL Allia, Oumache, ouled Djellal et Tolga ) toutes dans la région de Biskra, sur la croissance et la production de deux variétés de quinoa, a savoir : Santa maria, (V1) Giza 1 (V2).

Les résultats montrent que les plants des deux variétés irriguées par les eaux d'irrigation (T1) de Ouled djellal) et (T2) de Tolga ont pris une durée plus longue pour la formation de la panicule. Concernant les caractères morphologiques , la qualité de l'eau d'irrigation de El Alia ( T3) et de Ouled Djellal (T 1) qui sont considérées comme des eaux à forte salinité ont conduit à une faible croissance : une faible hauteur des plants pour les deux variétés avec un faible nombre de ramifications par rapport aux autre qualité d'eau d'irrigation . Du même on a observé que les qualités d'eaux T2 et T4 appliqué aux variétés V1et V2 ont donné un nombre élevé de panicules par rapport aux autres qualités d'eau d'irrigation : El Allia (T3) et de Ouled Djellal (T1).

En conclusion, on affirme que la salinité a entraîné une réduction significative dans la taille des plants, le nombre de ramifications par plants ainsi que sur le nombre de panicules.

**Mots Clés :** quinoa, qualité d'eaux, salinité, hauteur, nombre de panicules, serre.

## Summary

The objective of this experiment is to study the effect of four types of water irrigation systems (El Allia, Oumache, ouled Djellal and Tolga) all in the region of Biskra, on the growth and production of two varieties of quinoa, namely: Santa maria, (V1) Giza 1 (V2). The results show that the plants of the two varieties irrigated by water irrigation system (T1) from Ouled djellal) and (T2) from Tolga took a longer duration for the formation of the panicle. Regarding morphological characters, the quality of irrigation water from El Alia (T3) and Ouled Djellal (T 1) which are considered to be high salinity waters led to poor growth: low plant height for both varieties with a low number of ramifications compared to other irrigation water quality. Of the same we have observed that the water qualities T2 and T4 applied to the varieties V1 and V2 gave a high number of panicles compared to other qualities of irrigation water:

El Allia (T3) and Ouled Djellal (T1).

In conclusion, it is claimed that the salinity resulted in a significant reduction in the size of the plants, the number of branches per plant as well as on the number of panicles.

Keywords: quinoa, water quality, salinity, height, number of panicles, greenhouse.

