



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Lâarbi Tebessi –Tébessa-



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : *DES ÊTRES VIVANTS*

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: *Science de la nature et de la vie*

Filière: *Sciences biologiques*

Spécialité : *Biotechnologie végétale*

Thème

***Réponse comparée du blé dur (*Triticum durum* Desf)
à l'irrigation par différentes sources d'eau***

Présenté par :

KHALFOUN Basma

Devant le jury :

<i>Dr. MEKAHLIA Mohammed Nacer</i>	MCA	Président
<i>Dr. MAALEM Souhaïl</i>	MCA	Rapporteur
<i>Mr. FATMI Hindel</i>	MAA	Examineur

Date de soutenance: 23/06/2019.

Note :..... Mention :.....

ملخص

تتمثل هذه الدراسة في مقارنة تأثير مياه من مصادر مختلفة على نمو ومردود القمح الصلب. أنجزت هذه التجربة في بيت محمي (نصف مراقب) في أصص تحوي على تربة زرع واستعملت مياه سقي مختلفة (ماء مقطر، ماء مطر، ماء معدني، ماء البئر وماء الحنفية).

قمنا بقياس بعض المعايير المرفولوجية والفسيزيولوجية والمردود عند صنف هقار (Virton).

أظهرت النتائج أن محتوى مركبات المياه المدروسة كانت في نطاق المعايير الدولية لمياه السقي. تجدر الإشارة أن ماء الحنفية قد أعطي أفضل القيم بالنسبة للمحتوي اليخضوري أ و ب ومساحة سطح الورقة. أما ماء البئر فقد تميز بتأثير مجهد على النباتات. تميز ماء المطر بالتأثير الأكثر فعالية على المحتوى المائي (RWC) ومعيار المردود دون استثناء.

تظل هذه الدراسة تمهيدية تتطلب استكمالاً ومواصلة، لكن في ظروف أفضل من ناحية التحكم في الوسط مع انجاز اختيارات أدق وأعمق.

Abstract

This work is a comparative study dealing with the effect of water from different sources on durum wheat. The experiment was conducted in a greenhouse (semi-controlled in pots containing vegetal earth and with five different waters (Distilled, Rain, Youkous, Pit, and Faucet). Some growth parameters, morphological, physiological like the yield components were measured in the Hoggar variety (Virton).

The results showed that the composition of the water tested complied with the irrigation standards and that the tap water gave high values for the A and B chlorophyll and the leaf area, while Well water has been characterized by a repressive effect, rainwater has been highly effective, both for the relative water content (RWC) and for all the yield parameters.

It would be interesting to continue the tests, under completely controlled conditions and with more advanced.

Résumé

Ce travail est une étude comparative traitant l'effet des eaux de différentes sources sur le blé dur.

L'expérience a été menée sous serre (semi-contrôlée en pots contenant de la terre végétale et avec cinq eaux différentes (Distillée, Pluie, Youkous, Puits et Robinet).

Certains paramètres de Croissance, morphologiques, physiologiques ainsi que les composantes de rendement ont été mesurés au niveau de la variété Hoggar (Virton).

Les résultats ont montré que la composition des eaux testées respecte les normes d'irrigation et où l'eau de robinet a donné des valeurs élevées pour la chlorophylle A et B et la surface foliaire, alors que, l'eau de puits s'est caractérisée par un effet répressif. Toutefois, l'eau de pluie s'est marquée par une importante efficacité ; tant pour la teneur relative en eau (RWC), que pour tous les paramètres de rendement.

Cette étude reste préliminaire, il serait intéressant de continuer les essais, dans des conditions complètement contrôlées et avec des tests plus poussés.

Table de matières

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Résumés.....	III
Sommaire.....	V
Liste des figures.....	XI
Liste des tableaux.....	XII
Introduction	01
CHAPITRE 1 : Revue bibliographique	
1.1. L'eau et la plante.....	02
1.1.1. Contenu en eau.....	02
1.1.2. Forme d'eau.....	03
1.1.3. Importance et fonctions de l'eau.....	03
1.1.4. Mouvement de l'eau.....	03
1.2. L'eau et le sol.....	07
1.3. Stress hydrique.....	09
1.3.1. Généralité	09
1.3.2. L'impact du stress hydrique sur le blé.....	09
1.4. Irrigation.....	10
1.4.1. Irrigation par aspiration.....	10
1.4.2. Irrigation goutte à goutte.....	10
CHAPITRE 2. Matériel et méthodes	
2. Matériel et méthodes.....	12
2.1. Matériel.....	12
2.1.1. Matériel végétal.....	12
2.1.2. Les eaux utilisées.....	14
2.1.3. Le sol utilisé.....	15
2.2. Méthodes d'étude.....	15
2.1.2. Dispositif expérimental.....	15
2.1.3. Installation de l'essai	15
2.1.4. Conduite de l'essai.....	16
2.2.5. Paramètres étudiés.....	16

a- Surface foliaire.....	16
b- Teneur en chlorophylles.....	16
c- Teneur relative en eau (RWC)	16
d- Nombre de Talle par plante.....	17
e- Nombre d'épis par plante.....	17
f- Nombre d'épis par pot.....	17
g- Poid de mille grain	17
h- Nombre de grains par pot.....	17
i- Poids de grains par pot	17
2.1.5. Analyse statistique de données.....	17

CHAPITRE 3. Résultats et Discussion

3.1. Caractéristique physico-chimique comparée des eaux d'arrosage	18
3.1.1. Le pH	18
3.1.2. Conductivité électrique (CE).....	18
3.1.3. Les éléments majeurs.....	18
3.1.4. Les éléments Na et Cl	18
3.1.5. Les oligoéléments.....	19
3.2. Cinétique de la croissance	21
3.3. Morphologie de la plante	23
3.3.1. Surface foliaire	23
3.3.2. Nombre de Talle.....	25
3.4. Paramètres physiologiques.....	26
3.4.1. Teneur en chlorophylles.....	26
3.4.2. Teneur relative en eau (RWC).....	27
3.5. Paramètres de rendement.....	28
3.5.1. Nombre d'épis par plante.....	28
3.5.2. Nombre d'épis par pot	29
3.5.3. Poid de mille grain (PMG).....	30
3.5.4. Nombre et poids de grains par pot.....	31
Conclusion et Perspectives.....	32

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Figure 1. Migration de l'eau dans les tissus radiculaires	04
2	Figure 2. Le mouvement de l'eau dans la plante	06
2	Figure 3. Interactions Sol-Plante dans la rhizosphère	08
4	Figure 3. pH et Teneur minérale des différentes sources d'eaux étudiées.	19
5	Figure 4. Conductivité électrique (CE) et Teneur en Oligo-éléments de différentes sources d'eaux	21
6	Figure 5. Evolution de la taille en fonction du temps des plantes du Blé irriguées avec différentes sources d'eaux (A: Distillée, B : Pluie, C : Youkous, D : Puits et E: Robinet)	22
7	Figure 6. Variation de la surface foliaire du blé en fonction de différentes sources d'eaux	23
8	Figure 7. Analyse de la composante principale (ACP)	24
9	Figure 8. Variation du Nombre de Talle par plante en fonction de différentes sources d'eaux	25
10	Figure 9. Variation de la teneur en chlorophylles A et B du blé en fonction de différentes sources d'eaux	26
11	Figure 10. Variation de la teneur relative en eau (RWC) en fonction de différentes sources d'eaux	27
12	Figure 11. Variation du Nombre de d'épis par plante en fonction de différentes sources d'eaux	28
13	Figure 12. Variation du Nombre de d'épis par pot en fonction de différentes sources d'eaux	29
14	Figure 13. Variation du Poids de Mille Grain de blé (PMG) en fonction de différentes sources d'eaux	30
15	Figure 14. Variation du Rendement (A : Nombre de grains/Pot, B : Poids de grains/pot) de blé en fonction de différentes sources d'eaux	31

Liste des tableaux

N°	Titre	page
1	Tableau 1. Teneur moyenne d'organe végétal en eau	02
2	Tableau 2. Fiche technique de la variété Vitron	12
3	Tableau 3. Caractéristique physicochimiques des eaux étudiées.	14
4	Tableau 4. Caractéristique du sol utilisé	15



Introduction

Introduction

L'eau est le premier facteur limitant de la croissance et de la productivité de la plupart des cultures végétales [1], [2], [3]. Sans elle la vie telle que la connaissons, ne pourrait exister [4]. C'est un élément indispensable aux êtres vivants, végétaux compris [5]. Les plantes présentent, en contenu, dans la partie aérienne de leurs organes des teneurs en eau très élevées. La teneur réel en eau dépend du tissu et de type cellulaire. L'eau est le vecteur des éléments nutritifs de la plante [6].

Le manque d'eau ; la sécheresse, est l'une des principales contraintes limitant la production et la qualité des cultures [7],[8].

Notre travail consiste en une contribution d'étude comparative entre cinq différents types d'eau à savoir : Eau Distillée, E. de Pluie, E. de source (Youkous), E. de Puits et E. de Robinet.

Ces eaux, de divers origines et qualités, ont été utilisées comme source d'arrosage de plantes du blé dur cultivé en pots et sous serre.

L'objectif de cet essai est de montrer qu'elle est l'eau la plus efficace pour le développement et la production des plantes suscitées.



Chapitre 1.

**Synthèse
Bibliographique**

Chapitre 1.

1.1.L'eau et la plante

L'eau, molécule composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H₂O) représente plus de la moitié de toute la matière vivante et plus de 90 % du poids de la plupart des tissus végétaux [9]. L'hydrogène et l'oxygène, ainsi libérés, représentent les plus importants constituants de la matière sèche qui assure la structure des cellules végétales[10] En comparaison, les ions chargés électriquement, comme le potassium (K⁺), le magnésium (Mg²⁺) et le calcium (Ca²⁺) n'en représentent qu'environ 1 % [9].

1.1.1. Contenu en eau

Le contenu en eau est facilement déterminable en tenant compte du poids frais après récolte, et du poids sec après mise à l'étuve à une température de 60°C [11]. Alors que certains organes de plantes, comme les feuilles et les tiges, présentent souvent des teneurs très élevées en eau (70-90 %)et le bois fraîchement coupé peut renfermer 30 à 50 % d'eau [12] ;Bien que certaines plantes tolérantes à la dessiccation puissent ne contenir que 20 % d'eau et que les graines sèches n'en contiennent que5%,ces deux types d'organismes sont métaboliquement inactifs et la reprise d'une activité métabolique importante est conditionnée par la restauration d'un contenu normal en eau [4].

Il faut 1 500 litres d'eau pour obtenir 1 Kg de blé, 500 litres d'eau pour 1 Kg de maïs et 4 500 litres d'eau pour 1 Kg de riz [13].

Tableau 1.Teneur moyenne d'organe végétal en eau [14].

Organe	Feuille de blé	Caryopse de blé	Tubercule de pomme de terre	Bois de pin
Eau (en % MF)	77	12	70	50

1.1.2. Forme d'eau

Présente dans tous les systèmes biologiques, l'eau est essentiellement à l'état liquide et s'y trouve sous trois formes différentes.

- L'eau de constitution. Elle fait partie intégrante de nombreuses molécules organiques et représente 3 à 4 % de la masse d'eau totale contenue dans le végétal.
- L'eau d'imbibition. Elle imprègne les colloïdes hydrophiles. Elle constitue de l'eau totale.
- L'eau libre. Elle circule dans les parois pecto-cellulosiques, les méats intercellulaires, les vacuoles et les vaisseaux. C'est cette eau qui est quantitativement importante mais aussi la plus facile à déplacer [14].

1.1.3. Importance et fonctions de l'eau

L'eau est un élément vital pour la croissance et le développement des cultures. Elle constitue d'une part, le milieu dans lequel s'effectuent les réactions biochimiques vitales et comme un véhicule des substances nutritives, déchets et hormones d'une cellule à l'autre et des racines aux organes aériens [14] [16] [13]. Précisément, L'eau est le composant principal et alimente des sèves qui assure le transport des substances nutritives : ions minéraux (K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}) et molécules organiques (Malate, Citrate, Sucres, etc.) [5] ,[17].

Il contribue aussi à la synthèse des protéines qui sont responsables de la formation de nouvelles cellules et de la croissance de la plante [18], [5].

1.1.4. Mouvement de l'eau

Le mouvement de l'eau entre les cellules et leur environnement, peut s'accomplir par diffusion selon le gradient de potentiel hydrique ou déterminé par la pression[4].L'eau absorbée dans les racines circule dans le parenchyme cortical puis passe l'endoderme avant de pénétrer dans le cylindre central et de se déverser dans les vaisseaux du xylème (On a l'habitude d'appeler " sève brute" la solution minérale venue du parenchyme cortical qui est véhiculée dans les vaisseaux (Figure 01) [13] leur transport est un phénomène passif [4].

Le transfert passif des solutés de cellule à cellule reste faible à cause de la faible perméabilité aux solutés des membranes. L'eau par contre circule plus facilement au travers des membranes [19]. Elle peut emprunter différentes voies de circulation (Figure 01).

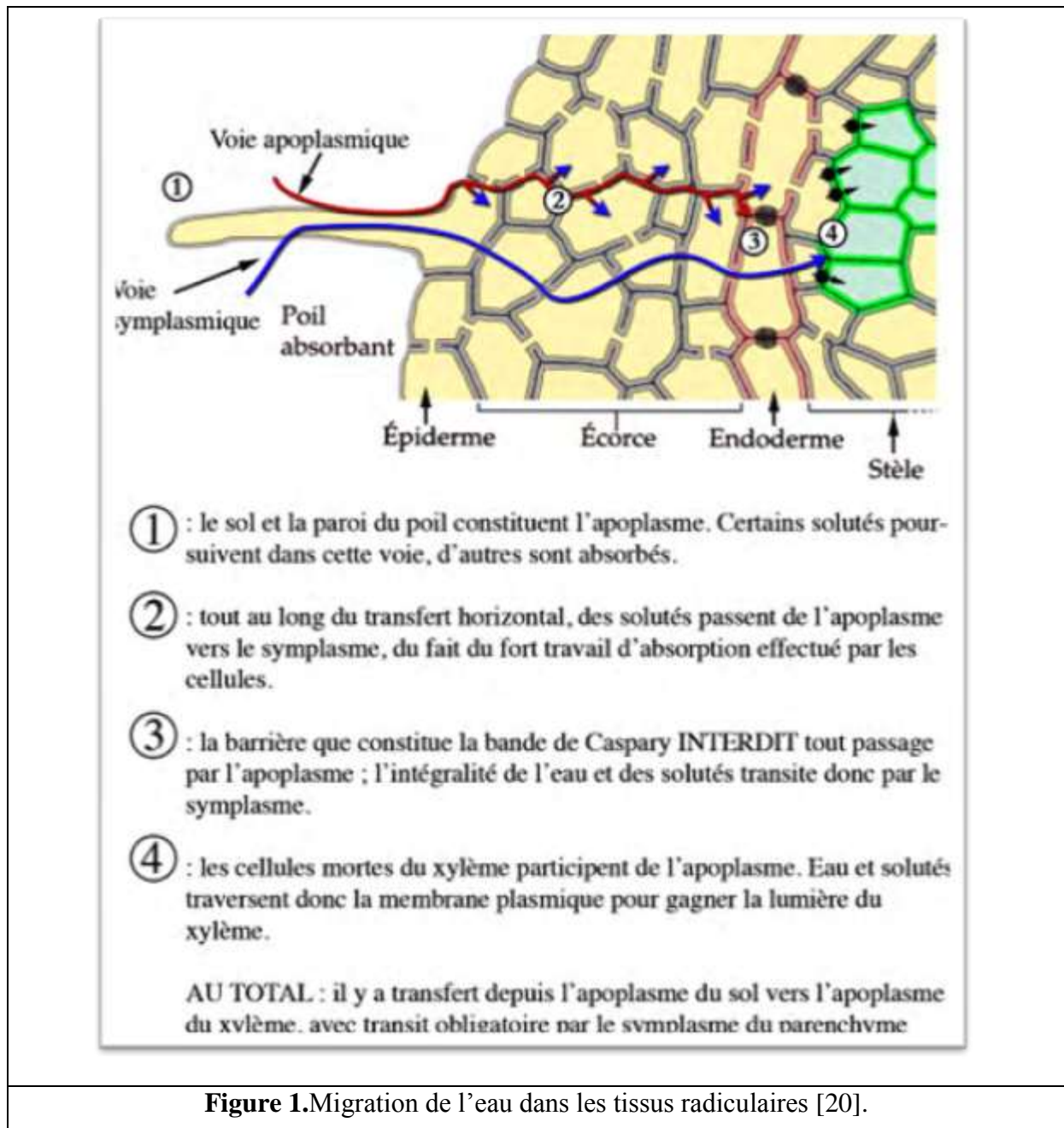


Figure 1. Migration de l'eau dans les tissus radiculaires [20].

- L'eau peut circuler dans le symplasma, c'est-à-dire de cytoplasmes en cytoplasme sans transit par la vacuole, par l'intermédiaire des plasmodesmes qui sont des communications intercellulaires.
- Elle peut également circuler dans l'apoplasme qui englobe l'ensemble des parois pecto-cellulosiques, lacunes et méats, en communication directe avec le milieu extérieur.
- Lorsque le transport s'effectue au travers des membranes plasmiques, il peut être facilité par des aquaporines. Il s'agit de la voie transcellulaire.

Dans les deux premiers cas, aucune membrane n'est traversée, alors que dans la circulation transcellulaire, deux membranes doivent être traversées par couche cellulaire. La régulation de la perméabilité membranaire par la présence d'aquaporines va pouvoir moduler la circulation hydrique. Les flux apoplasmiques vont dépendre de la composition et de l'épaisseur des parois et de la présence de barrières imperméables telles que la bande de Caspari ou une lamelle de subérine que l'on retrouve au niveau de l'endoderme (Figure 02). La présence de ces deux structures va modifier considérablement les propriétés hydrauliques du tissu considéré. Le trajet de l'eau va pouvoir être combinée entre les voies décrites. La circulation symplasmique et transmembranaire ne vont pas pouvoir être distinguées en pratique et forment la circulation de cellule à cellule.

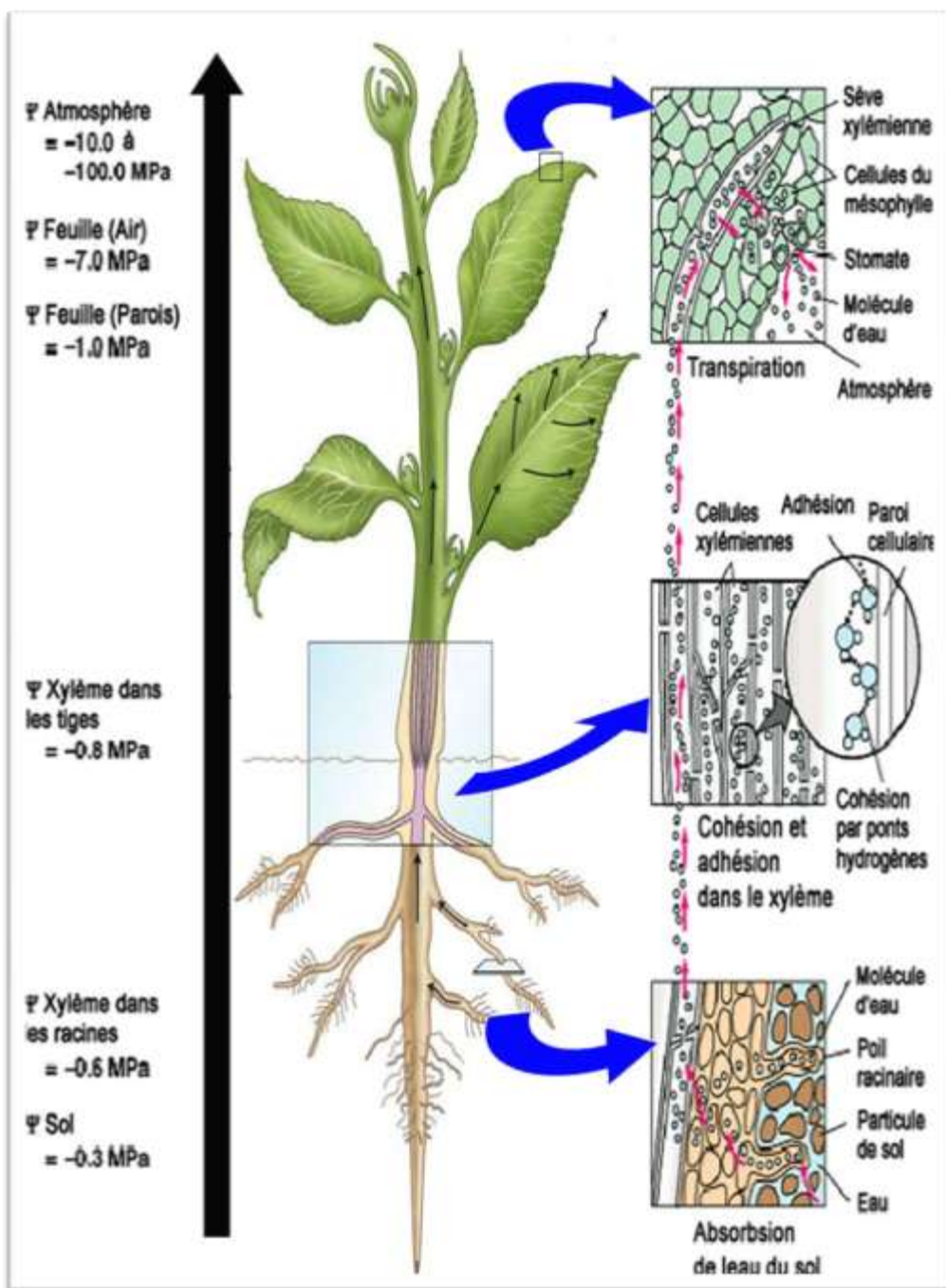


Figure 2. Le mouvement de l'eau dans la plante [21].

1.2.L'eau et le sol

Les sols ne sont pas isolés, ils font partie de l'écosystème [22] et renferment les plus grandes réserves d'eau assimilable par la plante. La diminution en eau du sol peut aussi altérer les processus de fonctionnement du sol, tels que la respiration, la minéralisation de l'azote et la décomposition de la matière organique [23], [24], [25]. C'est un milieu structuré et complexe qui comprend différents types de constituants, sa texture est un mélange de solides de taille très variable (issues des débris de la roche mère, graviers, sables, limon) et de colloïdales, macromolécules et micromolécules. La structure du sol n'est pas nécessairement permanente, elle peut se modifier en fonction de circonstances (pluie, vent, tassement par les engins et le piétinement par les animaux...). Ainsi, la stabilité de la structure représente la capacité d'un sol à conserver l'arrangement de sa phase solide et de sa porosité quand il est exposé à des stress [26]. La fraction organique du sol a depuis longtemps été identifiée comme une composante majeure dans le maintien des fonctions clés du sol. Ainsi, sur le plan chimique, les matières organiques interviennent dans la capacité d'échange cationique du sol et constituent une source d'éléments nutritifs pour les plantes [27] et contiennent des microorganismes qui sont impliqués dans les processus de décomposition, minéralisation et immobilisation de leur matière organique ce qui permet le recyclage du carbone [28], stocke 80 % du carbone total de l'écosystème [29].

Pour le système sol-plante, la biodisponibilité d'un élément peut être définie comme son aptitude à être prélevé par les racines des plantes [31] [32]. Pour extraire l'eau du sol, les arbres exercent une succion équivalente au potentiel hydrique, provoquée par un gradient de potentiels entre les feuilles et le sol au cours de la transpiration, une succion forte correspondant à un potentiel hydrique très négatif. L'absorption de l'eau dans le réservoir du sol est assurée par les racines fines non subérisées, souvent associées à des champignons mycorhiziens permettant de «drainer» l'eau vers la racine [32].

L'acquisition des éléments est un concept plus large qui recouvre l'absorption, mais également l'ensemble des processus découlant de l'action de la plante et permettant aux différents constituants solides du sol de réapprovisionner la solution du sol en éléments, ainsi que les processus de transfert jusqu'à la surface des racines [33] et l'acquisition des ressources au niveau racinaire concerne principalement le prélèvement de l'eau et des ions nécessaires au fonctionnement et à la survie de la plante .

L'influence des racines des plantes sur la structure du sol a été synthétisée par [34], [35] et [36]. Les racines des plantes agissent sur la stabilité des agrégats par leur action

mécanique, en rassemblant les particules minérales, par la quantité et la nature de leurs exsudats racinaires, par l'intermédiaire de la microflore rhizosphérique et par la déposition de racines mortes [37] [34]. Les plantes n'ont pas toutes la même architecture racinaire, ni la même capacité à produire des exsudats ou d'interagir avec les microorganismes du sol, ce qui explique leurs efficacités différentes dans la stabilisation des agrégats du sol [38], [39], [36].

Le massif cellulaire qui, dans la racine, sépare le sol du système conducteur de la sève brute est composé d'un certain nombre de couches cellulaires dont la structure pariétale constitue un continuum pouvant assurer presque intégralement la conduction de l'eau. On observe, en effet, un épiderme muni de poils absorbants qui assurent le contact racine-sol, puis une zone corticale sans particularité anatomique et enfin une zone circulaire entourant l'ensemble des vaisseaux conducteurs [40] (Figure 03).

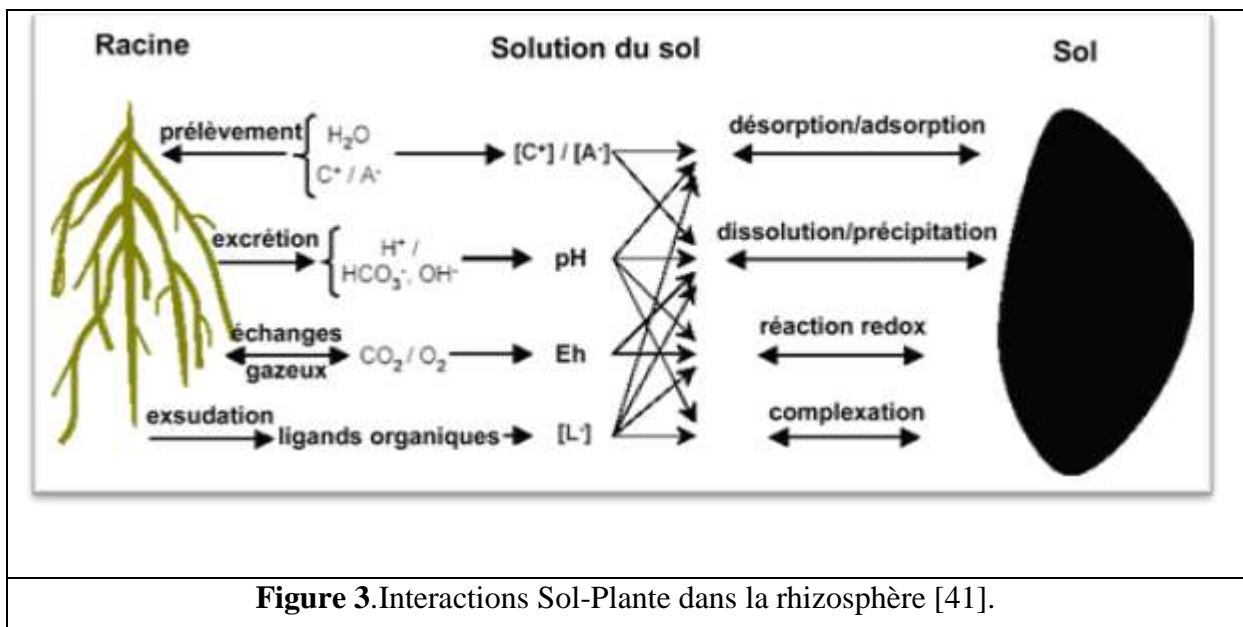


Figure 3. Interactions Sol-Plante dans la rhizosphère [41].

Il a été démontré par exemple que les stomates pouvaient réagir à l'humidité du sol, sans que l'état hydrique des feuilles ne change [42], Il a également été montré que les stomates répondaient de la même manière à toute variation de pression dans le xylème, quelle que soit sa source de variation : variation de la conductivité du sol, des racines, de la branche, ou variation du potentiel hydrique du sol [43].

Enfin, Ce flux d'eau, résultante de la demande évaporatoire dans les feuilles, est régi par la loi de la tension- cohésion dans le continuum sol- plante-atmosphère [44], [45], [46], [47].

1.3. Stress hydrique

1.3.1. Généralité

Le stress hydrique indique que la quantité d'eau utilisable par la plante est insuffisante pour sa croissance et son développement et résulte à une réduction du rendement en graines et à une accélération de la maturité et de la sénescence de la plante [48], [49]. Selon Jones et al. [50] un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux : Stress hydrique précoce affecte en parallèle la croissance des racines et des parties aérienne, le développement des feuilles et des organes reproducteurs [5]. Il réduit considérablement l'expansion des cellules et la croissance cellulaire en raison de la réduction de la pression de turgescence. Sur le plan quantitatif et qualitatif, la croissance des plantes dépend de la division et la différenciation cellulaire, et tous ces événements peuvent être touchés par le stress hydrique [52] [53]. Par exemple elle, augmente la teneur en sucre [54] par contre il diminue la qualité des fruits obtenus et selon [55] [56], la longueur des tiges est également limitée sous déficit hydrique.

La sécheresse est un complexe de processus physico-chimiques, dans lequel de nombreuses macromolécules biologiques et de petites molécules sont impliquées, tels que les acides nucléiques (ADN, ARN, les micro ARN) , les protéines , les glucides, les lipides, les phytohormones, les ions, les radicaux libres , les éléments minéraux... [57],[58].La recherche de cultivars résistants à la sècheresse serait une alternative à une irrigation qui s'avère économiquement et écologiquement problématique[59], [60].La sécheresse a pour effet de réduire la teneur en eau des tissus et de limiter la productivité des plantes dans les systèmes naturels ou agricoles [61], [62].

1.3.2. L'impact du stress hydrique sur le blé

Le manque d'eau ou déficit hydrique représente le stress abiotique le plus sévère auquel la culture du blé dur fait face dans les conditions de productions des zones arides et semi- arides [63].Dans la plupart des régions du monde les rendements céréaliers sont périodiquement exposés au stress hydriques. Ce stress se traduit par une série de modification qui touchent les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques, à partir du moment où les besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles [64].Ceci se répercute sur le rendement économique de la culture, qui peut baisser de plus de 80% [63], [65], [66] ont montré que chez les espèces cérésières, les paramètres de l'enracinement

(nombre, volume et masse des racines) sont négativement affectés par le stress hydrique. Le tallage est l'un des principaux facteurs déterminant le rendement en grains chez les céréales [67] et une carence hydrique précoce durant la phase végétative réduit le nombre et la taille des talles chez le blé [68], [69], [70]. Le déficit hydrique à la montaison se traduit par la production très réduite du nombre d'épis par unité de surface. Il induit aussi la réduction du nombre de sites des grains par épi. Vers le stade méiose-épiaison, c'est l'avortement des fleurs qui devient important [51]. Le manque d'eau après la floraison, combiné à l'effet des hautes températures, entraînent une diminution du poids moyen du grain. Il affecte, en effet, la vitesse et la durée du remplissage du grain et entraîne une diminution du poids de 1000 grains [71].

1.4. Irrigation

Les techniques d'irrigation agricole sont des méthodes pour apporter de l'eau aux cultures et ils sont classifiés principalement en irrigation de surface, irrigation par aspersion et micro irrigation [72].

1.4.1. Irrigation par aspiration

Fait partie des techniques d'irrigation sous pression, elle requiert obligatoirement une mise en pression préalable de l'eau. L'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection alimentés sous pression, choisis et disposés de façon à obtenir la répartition la plus uniforme possible de la pluviométrie [73].

Dans la littérature l'efficacité en irrigation par aspersion se situe le plus souvent entre 55% et 85%, en fonction de la maîtrise technique des irrigants, du contexte climatique et des équipements [73].

1.4.2. Irrigation goutte à goutte

L'eau est délivrée au sol, goutte à goutte ou sous forme de minces filets, par des goutteurs, qui peuvent être soit de simples perforations pratiquées sur les rampes, soit des dispositifs plus élaborés dont les plus sophistiqués (goutteurs compensés) permettent une régulation automatique de la pression et du débit [74]. Il permet une distribution plus uniforme de l'eau à travers le champ (c'est à dire toutes les plantes reçoivent presque la même quantité d'eau) et

facilite l'application de l'eau (facilité d'utilisation, une fréquence plus élevée d'irrigation) [75], ce qui améliore le rendement des cultures [76], [77].



Chapitre 2.

**Matériel
et Méthodes**

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel végétal

L'étude a porté sur la variété Vitron (ex. Hoggar) de blé dur (*Triticum durum* Desf) (Tableau 02).

Tableau 2. Fiche technique de la variété Vitron [78].

Origine	La variété du blé dur Hoggar (Vitron), est une obtention du CIMMY(Mexique).Elle a été introduite en Algérie à partir de l'Espagne en 1986. Hoggar a été sélectionnée à la ferme expérimentale de l'ITGC de Tiaret.
Caractéristiques morphologiques	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Le grain</i> : Roux et moyen. - <i>L'épi</i> : Demi-lâche blanc. - <i>La paille</i> : Demie - pleine et courte (90à100cm de hauteur).
Caractéristiques agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cycle de vie</i> : semi précoce. - <i>Tallage</i> : moyen. - <i>Fertilité de l'épi</i> : Elle comporte 50 à 60 grains/épi.
- Type	C'est un blé de printemps destiné pour le semis d'hiver. Elle n'exige pas de vernalisation pour épier.
- Cycle végétatif	Semi précoce, ou légèrement plus tardive que la variété Waha. Semée en novembre, la variété Hoggar épi décade d'avril dans les zones du littoral et la fin avril dans les haute plaines.
- Fertilité de l'épi	Sous les mêmes conditions de culture. Hoggar a été légèrement plus fertile que la variété Waha. Elle compte en moyenne 50 à 60 grain/épi.
- Tolérance	Vitron est peu sensible à l'helminthosporiose et modérément tolérante aux rouilles. Elle présente une bonne tolérance à la verse.
- Productivité	Hoggar est productive, soit 50 à 60 qx/ha en culture sèche.
Caractéristiques	- <i>Le PMG</i> :élevé.

<i>technologiques</i>	- Hoggar est légèrement sensible au mitadinage et à la moucheture.
<p>Conseils techniques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zones de culture - Période de semis - Densité de semis - Mode et profondeur de semis - Fertilisation 	<p>La variété Hoggar s'adapte aux zones de culture où les variétés Oued zenati et Bidi 17 sont Traditionnellement cultivée. Autrement dit, dans toutes les zones céréalières où la pluviométrie annuelle moyenne est de 400 mm.</p> <p>Elle varie de novembre à la fin décembre selon les régions. Dans les zones à hautes altitudes (plus de 700 mm), le semis se fait tôt (novembre) et il se fait plus tard (décembre) dans les zones littorales.</p> <p>Elle varie de 120 à 150 kg/ha, tout en tenant compte de l'état du lit de semences, la date et le mode de semis. Le peuplement à la levée recherché est de 150 à 200 plants /m², ce qui correspond à un peuplement épis de 350 à 400 épis/m².</p> <p>Le semis en lignes est recommandé. La profondeur de semis : ne doit pas dépasser 4 cm en zone favorable et peut être un peu plus profonde de 5 à 6 cm zone sèche.</p> <p>Il est recommandé d'apporter 90 unités de phosphore en culture sèche et 50 à 70 unités/ha d'azote ; fractionné en 2 ou 3 apports (semis, tallage et montaison).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Désherbage 	<p>Sensible à la compétition des adventices, il est conseillé de cultiver cette variété sur une parcelle propre à précédent jachère travaillée ou culture sarclée.</p> <p>Une lutte chimique précoce est recommandée avant la fin du tallage. Les herbicides homologués et commercialisés actuellement en Algérie sont pour la plupart efficaces sur l'ensemble de la flore adventice du pays, à condition qu'ils soient bien appliqués.</p>

2.1.2. Les eaux utilisées

Nous avons utilisé cinq eaux différentes dont les caractéristiques sont récapitulées dans le tableau 03.

Tableau 3. Caractéristique physicochimiques des eaux étudiées.

Paramètre	Méthodes	Eaux étudiées				
		Distillée	Pluie	Youkous	Puits	Robinet
pH	pH metre	7.04	7.11	7.50	7.68	7.60
T (°c)	Thermomètre	20.1	20.2	20.2	20.2	20.1
C E (µS/cm)	Conductimètre	/	86.1	347	2110	649
Matières totales dissoutes (TDS)	Gravimétrique	/	40.5	/	1059	317
Alcalinité (mg/l)	Titration	/	110	14.5	90.0	31
Mg ⁺² (mg/l)	Volumétrique	/	15.07	12.56	41.81	5.83
Ca ⁺² (mg/l)		/	20.04	92.18	171.54	105.81
K ⁺ (mg/l)	spectrophotomètre	/	1.70	4.65	2.9	1.50
Na ⁺ (mg/l)	re à flamme	/	4.50	13.40	84.0	35.1
Cl ⁻ (mg/l)	Méthode de MOHR	/	5.99	29.99	199.98	73.99
Cu (mg/l)	SAA	/	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn (mg/l)		/	0.050	0.3	0.12	0.047
Fe (mg/l)		/	0.03	0.07		0.05
Cd (mg/l)		/	0.02	0.002	0.06	0.03
Pb (mg/l)		/	0.075	0.001	0.087	0.080

2.1.3. Le sol utilisé

Le sol utilisé provient d'un gisement de terre végétale, situé dans de la région d'Om Ali sise à l'Est de la wilaya de Tébessa en Algérie. Un échantillon de terre a été analysé au niveau du laboratoire de la société des mines de phosphates (SOMIPHOS-BirElater, Tébessa-Algérie. Le résultat d'analyse figure dans le tableau suivant.

Tableau 4. Caractéristique du sol utilisé

Paramètres	Unité	Résultat	Méthodes
pH	-	6.51	pH-mètre
CaCO ₃	%	08	Par titrage (méthode classique)
P ₂ O ₅	%	04	Gravimétrique par photo –analyseur
CO ₂	%	3.52	Calcimètre de Barnard
Mg ⁺²	Ppm	0.41	Photo-analyseur-analytique
MgO	Ppm	0.67	Par conversion : MgO = Mg ⁺² x 1.658
Matière Organique	%	4.48	Perte feu (méthode Anne)
Carbone organique	%	2.6	Par conversion : MO=C (%) x 1.72

2.2. Méthodes d'étude

2.2.1. Dispositif expérimental

Nous avons opté pour un dispositif expérimental aléatoire complet (DAC), à un seul facteur (Type d'eau) avec ces 5 niveaux : Distillée, Pluie, Youkous, Puits, Robinet. Chaque traitement a fait l'objet de 3 répétitions.

2.2.2. Installation de l'essai

Dans la serre de la faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, université Tébessa, nous avons mené cet essai dont l'installation c'est réalisée comme suit :

- Nous avons rempli des pots, de 1000ml de capacité, avec de la terre végétale suscitée.
- Nous avons semé 7 grains de blé dur par pot.
- Nous avons arrosé chaque pot avec 200 ml d'eau.

2.2.3. Conduite de l'essai

L'expérimentation s'est déroulée sous les conditions semi-contrôlées de la serre, où nous n'avons assuré un arrosage homogène de 100 ml/jour pendant les périodes froides, et de 200ml/jour pendant les périodes chaudes.

2.2.4. Paramètres étudiés

a- Surface foliaire

La surface foliaire a été déterminée par la méthode de [79]. (Nous avons modifié la méthode en utilisant la photocopie au lieu du traçage manuel), qui consiste à transcrire la forme des feuilles sur papier A4 puis à découper et peser les images obtenues et couper et peser aussi un carré de 100cm² (utiliser comme référence) de ce même papier. Enfin, déduire la surface foliaire par la règle de trois.

b- Teneur en chlorophylles

L'extraction de la chlorophylle a été réalisée suivant la méthode de Holden (1975) in Mâallem [80] qui consiste à un broyage et une macération du végétal dans de l'acétone à 80 %, en ajoutant quelques milligrammes de sable. La solution obtenue a été filtrée et mise dans des boîtes noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière), puis nous avons fait la lecture des densités optiques des solutions à l'aide d'un spectrophotomètre à deux longueurs d'ondes : 645nm et 663 nm, après l'étalonnage de l'appareil avec la solution témoin d'acétone à 80%.

La qualité de la chlorophylle a été déduite à partir de la formule suivante :

$$\text{Chlorophylle A} = 12.7 (\text{DO } 663) - 2.69 (\text{DO } 645).$$

$$\text{Chlorophylle B} = 22.9 (\text{DO } 645) - 4.86 (\text{DO } 663).$$

c- Teneur relative en eau (RWC)

La teneur relative en eau des feuilles a été déterminée par la méthode décrite par Serrieys [81]. Elle consiste à prélever et à peser les feuilles entières (Poids frais (PF)). Puis elles sont mises dans des tubes à essai contenant de l'eau distillée et placées à l'obscurité. Après 24 heures, les feuilles sont retirées et passées dans un papier buvard (pour l'élimination d'excès d'eau) puis pesées, de nouveau, pour

obtenir le poids turgescent (saturation hydrique) (PT). Les feuilles ont été, enfin, mises à l'étuve à 85°C pendant 24h et pesées pour avoir leur poids sec (PS).

La teneur relative en eau a été déduite par la formule de (Clark et Mac-Caig, 1982 in Mâlleme et Redjel [82]). $TRE (\%) = [(PF-PS) / (PT- PS)] \times 100$.

d- Nombre de Talle par plante

En phase de plein tallage, nous avons compté le nombre de talle, pour chaque plante, où chaque résultat correspond à une moyenne de talle par plante et par pot.

e- Nombre d'épis par plante

Le nombre d'épis par plante a été estimé en phase de pleine épiaison, où chaque résultat correspond à une moyenne d'épis par plante et par pot.

f- Nombre d'épis par pot

Ce paramètre correspond au nombre total d'épis par pot.

g- Poids de mille grain (PMG)

Estimé par le comptage et pesage de 1000 grains par pot.

h- Nombre de grains par pot

Estimé par le comptage de la totalité des grains produits par pot.

i- Poids de grains par pot

Estimé par pesage de tous les grains produits par pot.

2.2.5. Analyse statistique de données

A l'aide d'un logiciel statistique (XLSTAT 2019). Les données pour chaque paramètre mesuré ont fait l'objet d'une analyse de variance (AV1) à 1 critère de classification où l'Eau correspond au facteur étudié avec ces 5 niveaux (différents types d'eau). Pour les analyses significatives, des comparaisons de moyennes correspondant au test de TUKEY ont été réalisées. Finalement, nous avons étudié les corrélations existantes entre les paramètres mesurés et les niveaux de facteur étudié, par l'élaboration d'une ACP.



Chapitre 3.

**Résultats
etDiscussion**

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristique physico-chimique comparée des eaux d'arrosage

3.1.1. Le pH

Le pH des eaux utilisées dans l'irrigation du blé dur étudié (figure 3.) varie de 7.04 à 7.7. Ces valeurs témoignent sur un état d'acidité neutre. D'après FAO [83], l'eau d'irrigation est considérée comme habituelle lorsque son pH est compris entre 6 à 8.5.

3.1.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (CE) (figure 04) des eaux utilisées est dans les normes [83] à l'exception de l'eau de puits, très salin, qui présente la plus haute valeur (2110 $\mu\text{S}/\text{cm}$) [84]. Il est aussi à noter que l'eau de Robinet présente une conductivité électrique plus élevée et que l'eau minérale (Youkous). Toutefois, l'eau distillée et de pluie ont une CE quasiment nulle ; ce qui est très logique.

3.1.3. Les éléments majeurs

Les résultats obtenus pour l'élément majeur (K^+ , Mg^{+2} et Ca^{+2}) montrent que la teneur en eau de ces minéraux, est dans les normes K^+ (0-2mg/l), Mg^{+2} (0-5méq/l) et Ca^{+2} (0-20 méq/l) FAO [83]. Il est à signaler que l'eau de Youkous est la plus chargée en potassium (K^+), alors que l'eau de puits est la plus chargée en cation (Ca^{+2} et Mg^{+2}).

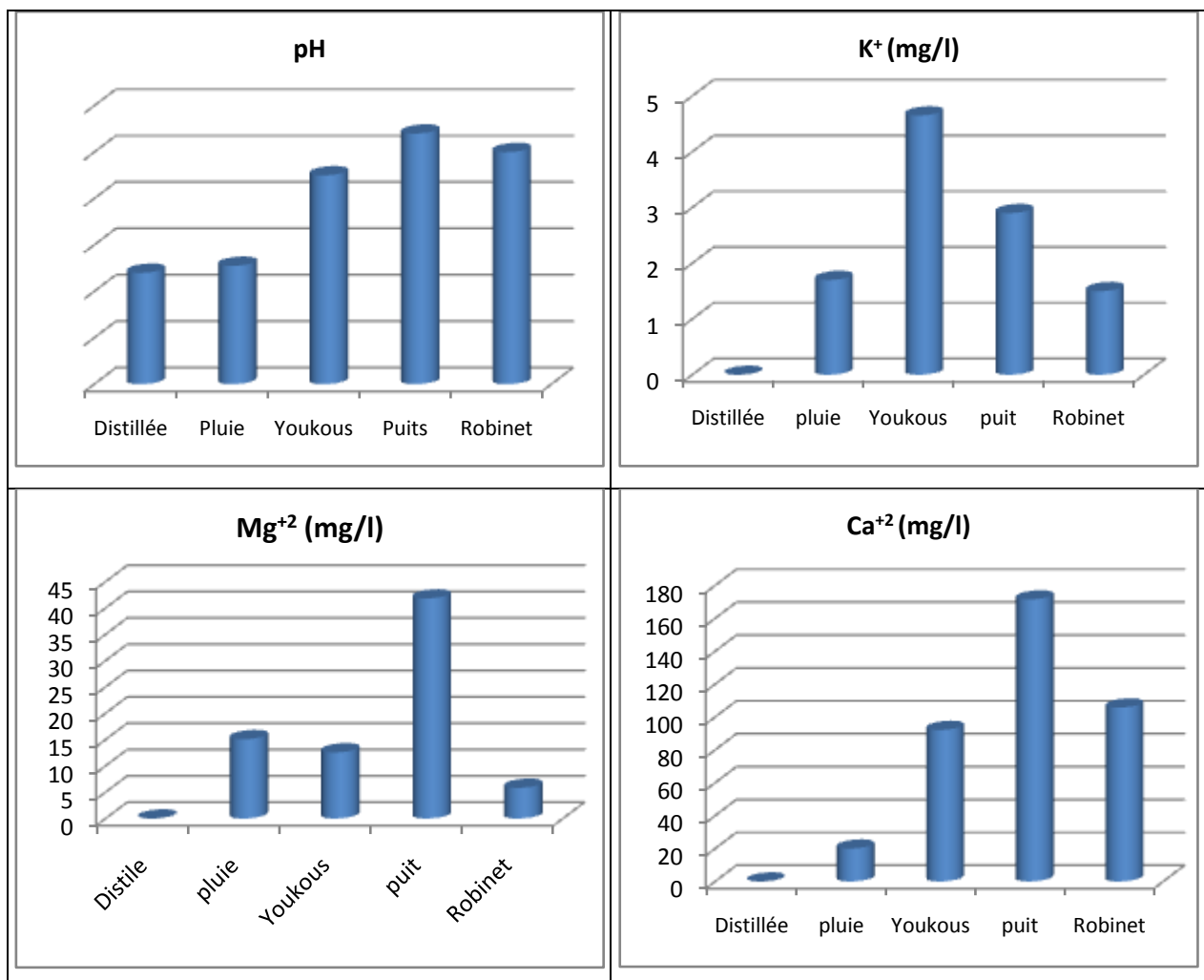
3.1.4. Les éléments Na et Cl

La teneur en sodium (Na^+) et en chlorure (Cl^-) (figure 03) de l'eau de puits est largement plus importante par rapport aux autres eaux utilisées dans les normes FAO [83]. Il est à noter que la variation du Na^+ et du CE sont très liée (Voir figure 3 et 4 respectivement). Selon la FNDAE [85], le chlorure et le Sodium, à forte concentration, ont des effets toxiques sur certaines cultures, tel que : La vigne et les agrumes

Il est aussi très important d'évoquer le risque de sodicité que celui de salinité car les électrolytes les plus élevés sont ceux du sodium Na^+ .

3.1.5. Les oligoéléments

Notant que les teneurs en zinc et en fer (figure 04) sont dans les normes (Zn(2mg/l),Fe(5mg/l)) [86], [87],[88], dans ce travail, les eaux qui les contiennent présentent une différence importante. En effet le taux du zinc est très élevé dans l'eau de Robinet par rapport aux autres sources, alors que le taux de fer est plus élevé dans l'eau de Puits. Cependant l'eau de source minérale Youkous présente les valeurs moyennes pour ces deux éléments en question (Zn et Fe).



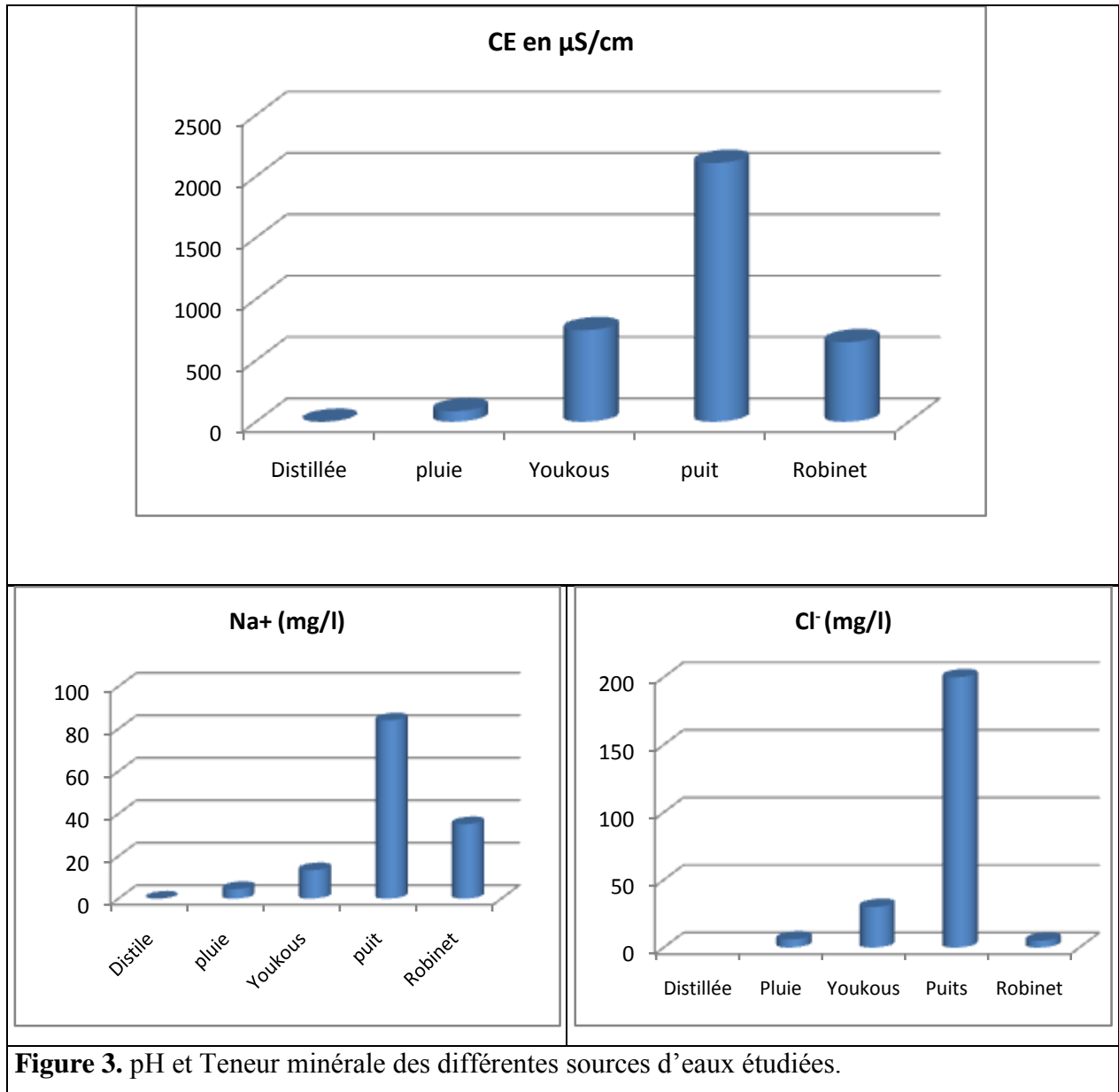


Figure 3. pH et Teneur minérale des différentes sources d'eaux étudiées.

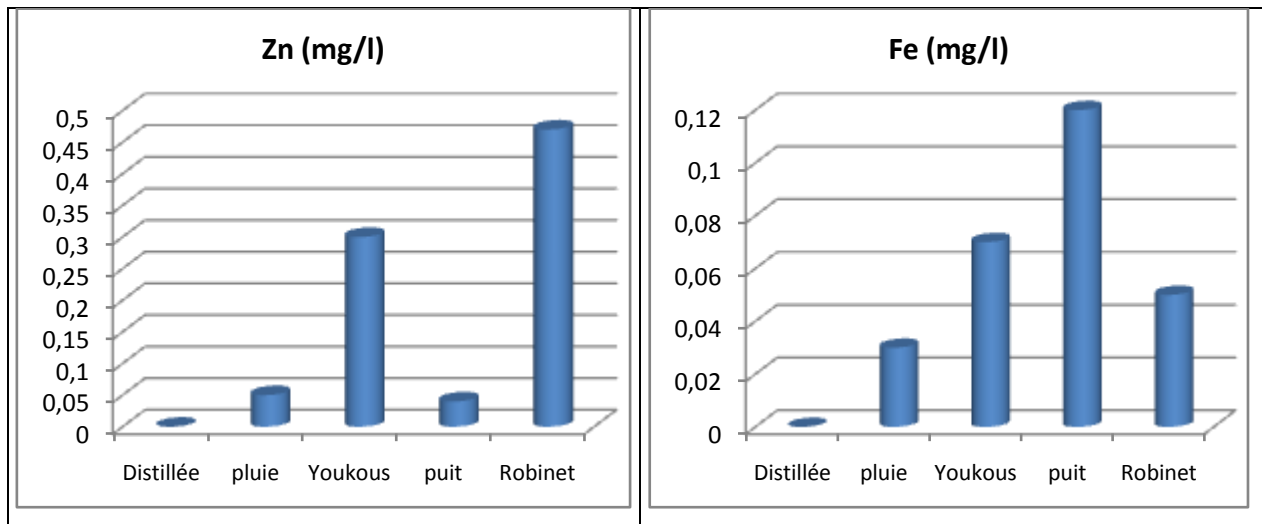


Figure 4. Conductivité électrique (CE) et Teneur en Oligo-éléments de différentes sources d'eaux

3.2. Cinétique de la croissance des plantes du blé

La figure suivante (05) présente la cinétique de la croissance du blé dur en phase végétative et sous différentes sources d'eau (Distillée, Pluie, Youkous, Puits et Robinet). Généralement, les résultats permet de classer la réponse des plantes à travers leur développement, et en fonction des eaux d'irrigation, en 3 catégories :

- La première classe (figure 01.D) concerne les plantes recevant l'eau de puits où la taille finale ne dépasse pas la moyenne de 30cm.
- La deuxième classe concerne l'eau distillée et l'eau de pluie et l'eau minérale (Figure 1 : A, B et C). Le développement des plantes irriguées, avec les eaux suscitées, est compris entre 30 à 40 cm. Ce résultat va de pair avec celui obtenu par Bouaouni et al. [89], dans un travail similaire réalisé sur la variété de blé (Vitron).
- La troisième classe concerne les plantes croissant sous l'eau de Robinet où elle se marque par le meilleur développement et cinétique de croissance, qui été supérieur à 50cm. L'explication possible dans ce cas, est le fait que cette dernière eau est stérilisée (javellisée) et par conséquent, elle a permis, probablement, d'améliorer l'aspect microbiologique de l'eau et du sol (le chlore résiduel addition à l'eau est recommandé pour empêcher le développement bactérien) [90].

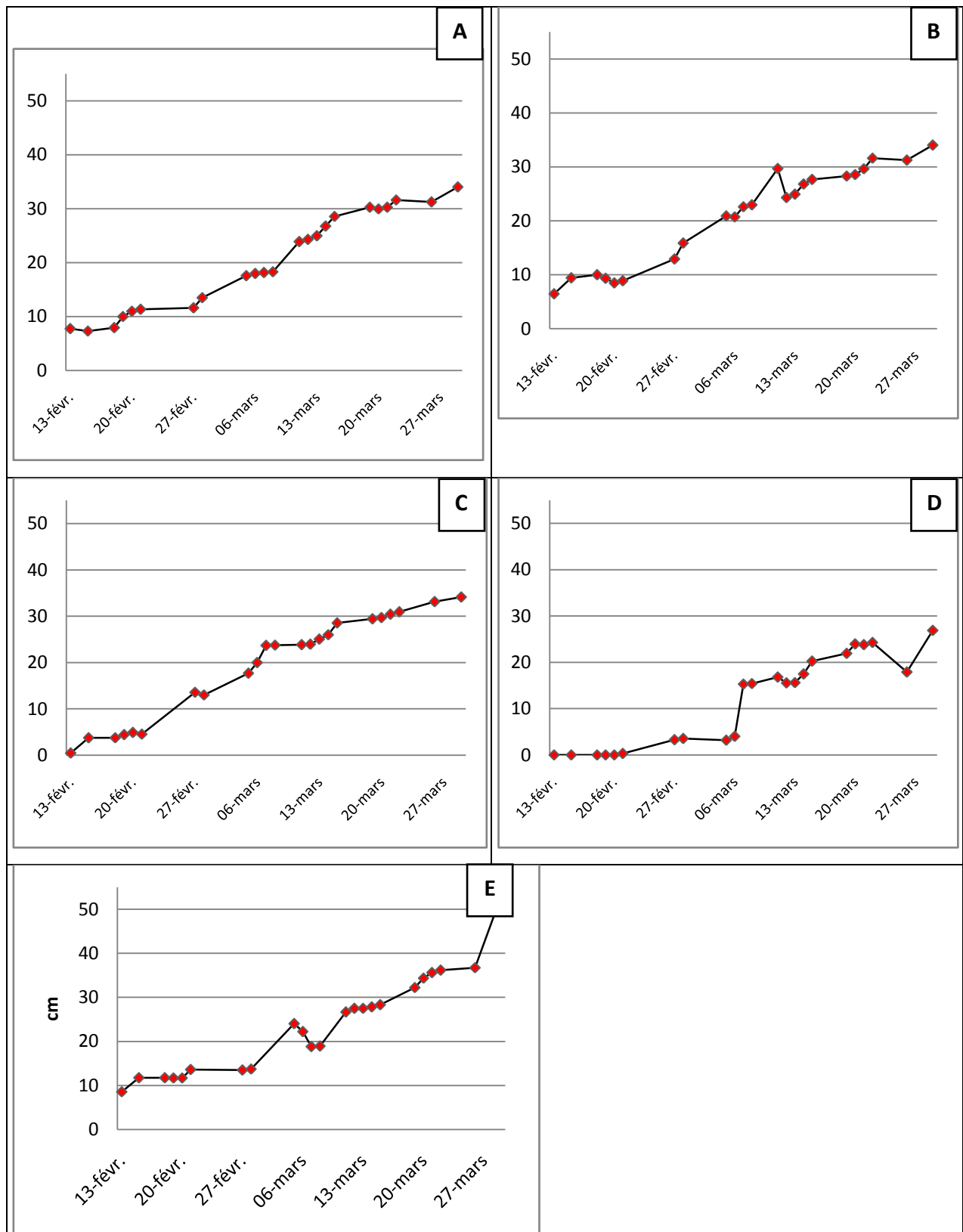


Figure 5. Evolution de la taille en fonction du temps des plantes du Blé irriguées avec différentes sources d'eaux (A: Distillée, B : Pluie, C : Youkous, D : Puits et E: Robinet).

3.3. Morphologie de la plante

3.3.1. Surface foliaire

La figure suivante représente la variation des valeurs de la surface foliaire de plantes du blé dur arrosé avec différentes qualités d'eaux. Les résultats montrent que ce dernier paramètre diffère en fonction de cinq sources d'eaux utilisées.

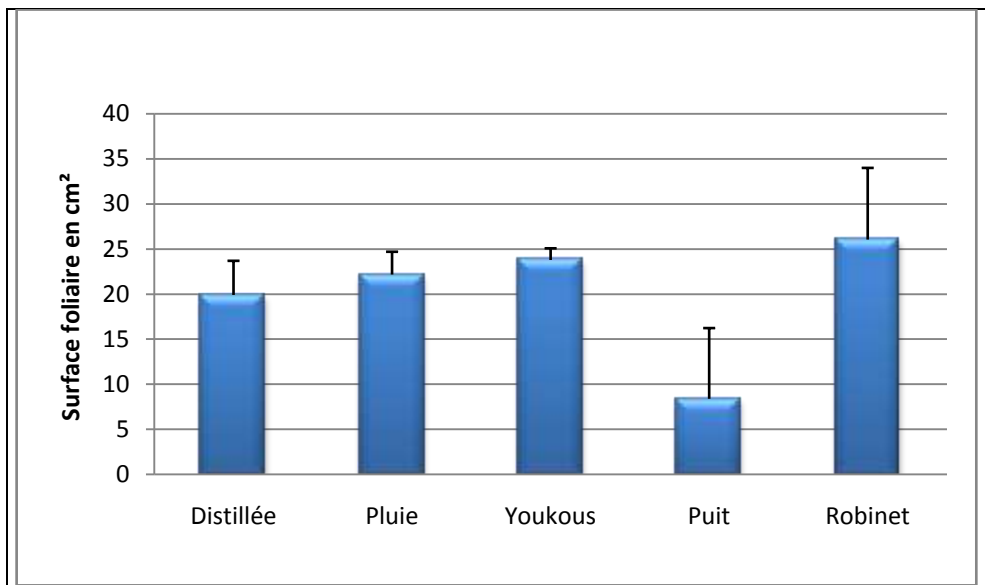


Figure 6. Variation de la surface foliaire du blé en fonction de différentes sources d'eaux d'irrigation utilisées.

En effet, les plantes irrigués avec l'eau de Robinet correspondent à la surface la plus large (26.036 cm^2), puis viens les plantes traitées avec Youkous, puis celles traitées avec l'eau pluie et l'eau de distillé. Enfin, l'eau de Puits correspond à la plus faible valeur (8.371 cm^2).

Il est à noter que l'intervalle de la surface foliaire enregistré concorde certaines travaux similaires, telque ceux de Mouellef [91] dont les valeurs été comprises entre 11 à 24 cm^2 et Oulmi et al. [92] dont les valeurs été comprises entre 9.35 à 17.98 cm^2 .

L'analyse de variance corroboreles résultats avec une différence significative entre les 5 niveaux du paramètre étudié, où on compte trois groupes homogènes (A, B et AB) correspondant respectivement : Eau de Robinet, Eau de Puits et (Youkous, Eau distillée et Eau de pluie).

On peut expliquer la faible surface foliaire chez les plantes recevant l'eau de puits par le fait que le stress salin n'est qu'une forme de stress hydrique et que la feuille est l'organe le plus sensible à la contrainte hydrique [93]. D'après Tamman et al. [94], la surface de feuille est sensible au stress salin. Papp et al. [95], Munns et al. [96], précisent aussi que la salinité réduit la surface foliaire pour diminuer l'assimilation du CO₂.

D'après l'ACP la surface foliaire est corrélée positivement avec les paramètres physiologiques (Chlorophylles, RWC) et l'eau Youkous et de Robinet et négativement avec les paramètres de salinité (K⁺, Na⁺, CE, Ca⁺⁺) et l'eau de Puits.

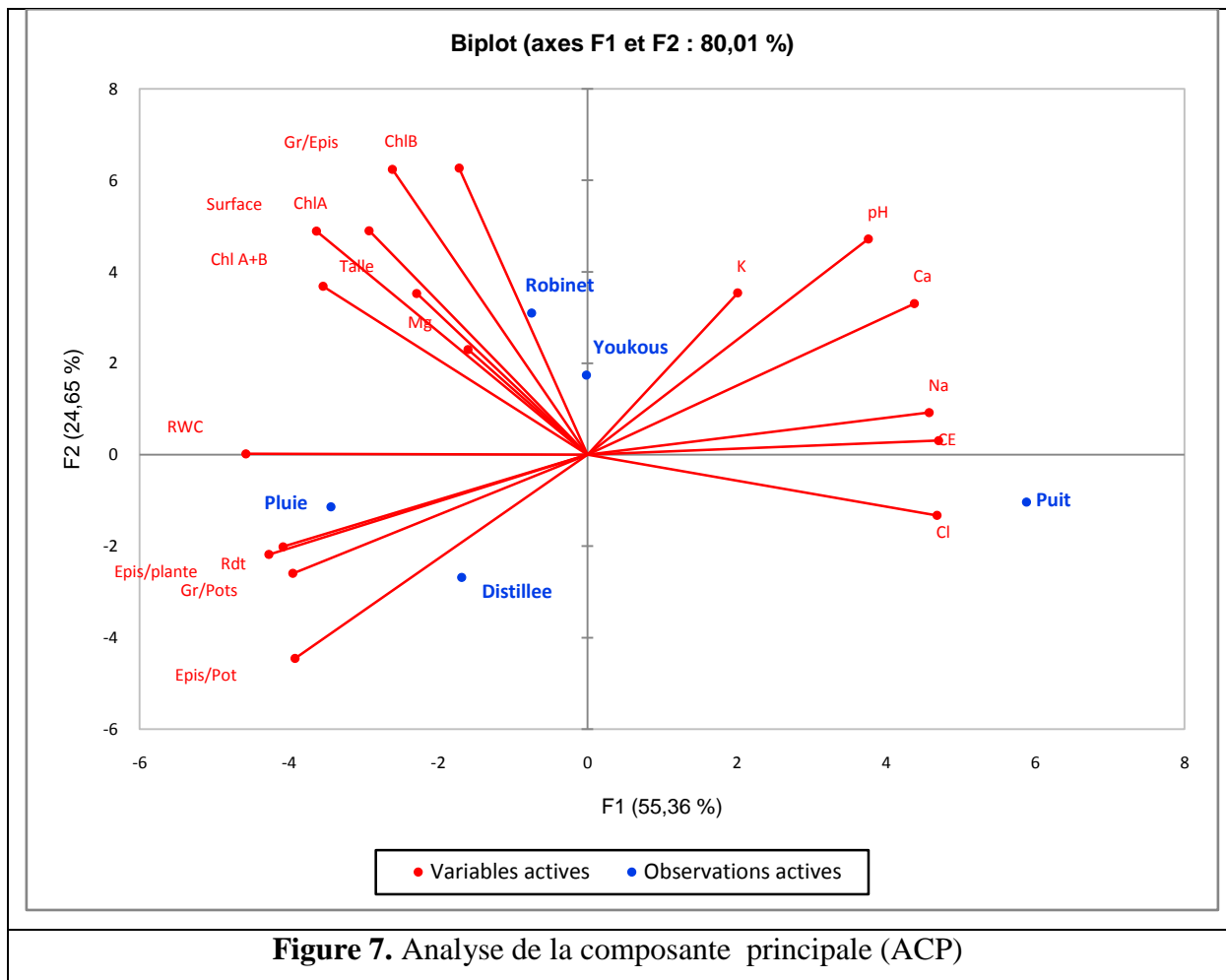


Figure 7. Analyse de la composante principale (ACP)

3.3.2. Nombre de Talle

La figure suivante affiche la variation du nombre de talle en fonction de différentes sources d'eaux d'arrosage.

Le résultat montre que les plantes irriguées avec l'eau de source (Youkous) donnent le nombre le plus élevé, qui est estimé à 3 talles par pot. Alors que les plantes liée aux valeurs basses sont celles recevant l'eau de Puits (0.33). Ceci montre encore une fois l'effet dépressif du stress salin, car cette dernière eau est la plus saline parmi les autres utilisée (CE=2110 μ S/Cm).

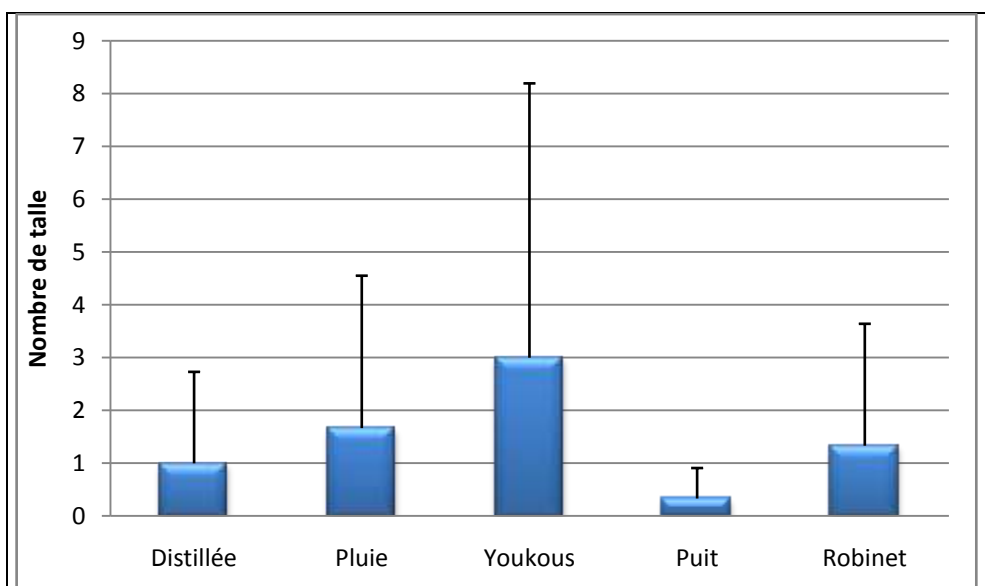


Figure 8. Variation du Nombre de Talle par plante en fonction de différentes sources d'eaux d'irrigation utilisées.

Il est à noter que dans un travail réalisé sur 25 génotypes de blé dur, le nombre de talle a varié de 0.03 à 3 talles herbacées [97]. Ce dernier taux est relativement proche de l'intervalle que nous avons obtenu, dans notre essai.

3.4. Paramètres physiologiques

3.4.1. Teneur en chlorophylles

D'après les résultats obtenus (Figure 09) concernant la teneur foliaire en chlorophylles, la réponse des plantes aux eaux utilisées correspondent à des teneurs élevées pour l'eau de Robinet, des teneurs basses pour l'eau de Puits et des teneurs intermédiaires pour le reste des eaux (Youkous, Pluie et Distillée).

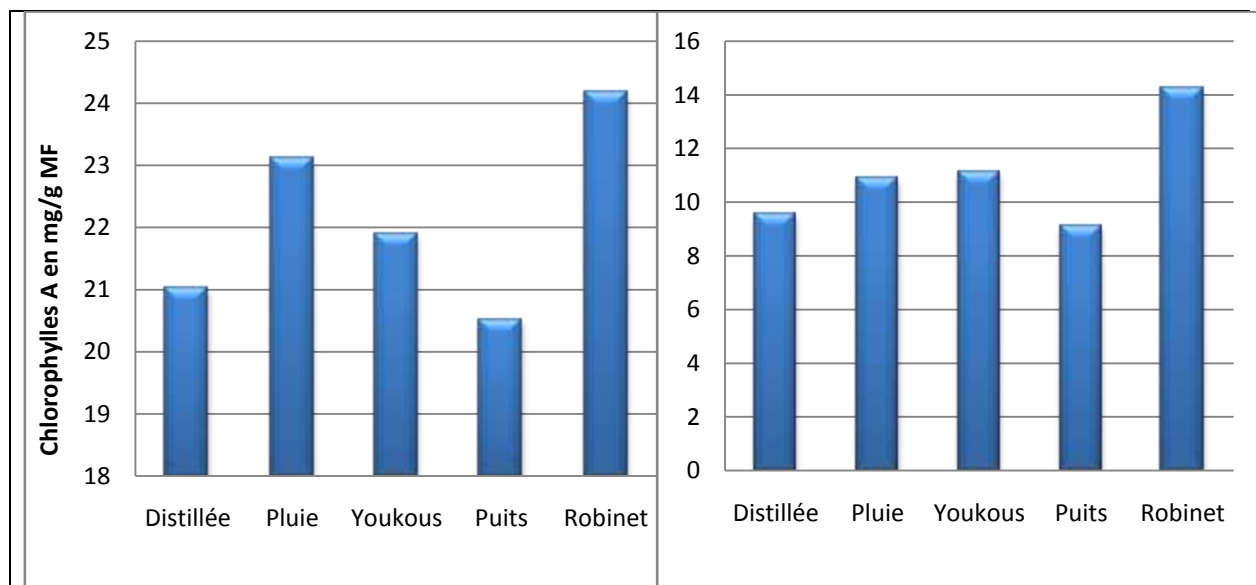


Figure 9. Variation de la teneur en chlorophylles A et B du blé en fonction de différentes sources d'eaux d'irrigation.

Drid et al. [98], signalent que la C.E de l'eau d'irrigation est très liée avec la teneur en chlorophylle, avec des valeurs de la C.E : 1,4 ;3 ;6dS/mqui sont inversement proportionnelles avec les taux de chlorophylles (74,73 ;72,68 ;67,74 spade).

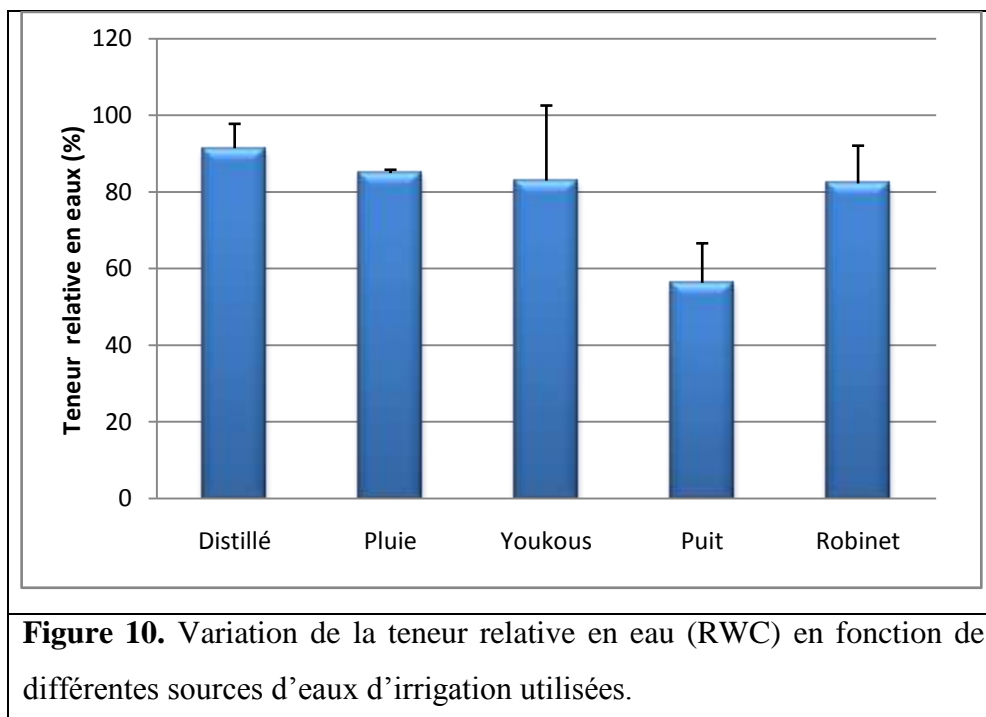
La diminution du pigment chlorophyllien A et B enregistrée dans notre travail parait être affectée par l'eau de puits dont la salinité est considérée très élevée (CE= 2110 μ S/cm). Ce même résultat a été évoqué par Walker et al. [99], Glemen et Smith [100], Chen et Kao [101] et Achour et al. [102] qui notent que le stress salin abaisse l'activité de la chlorophylle.

Il est aussi à noter que, la chlorophylle A et la chlorophylle B présentent, relativement, la même fluctuation vis-à-vis des eaux testées.

L'ACP classe les différentes chlorophylles dans un groupe commun avec le Mg. Ceci corrobore le fait que ce dernier élément est le noyau du pigment photosynthétique [13].

3.4.2. Teneur relative en eau (RWC)

Ce paramètre indicateur du remplissage des tissus végétaux en eau, présente des variations logiques ; vu que les eaux les moins chargées en sels minéraux solubles (E. Distillée, E de Pluie) présentent les valeurs élevées en RWC et celles les plus chargées, c-à-dire, salines correspondent aux valeurs basses de RWC.



Il est à indiquer que la meilleure valeur de la teneur relative en eau (RWC) obtenue, dans ce travail, est estimée à 91.44% chez les plantes recevant l'eau distillée. Des valeurs proches (90% à 95%) de cette dernière valeur ont été enregistrées aussi, dans un travail similaire sur 4 génotypes de blé dur de la même variété et ce chez les plantes témoins [103]. Toutefois la valeur la plus basse que nous avons obtenue (56.31%) correspond à celle obtenue dans une étude de recherche (53.51%) chez des plantes soumises au stress salin (200meq NaCl) [104].

L'ACP montre clairement que le paramètre RWC est fortement lié à ceux du rendement (Epi/Plante, Epi/Pot, Grain/Pot, Poids Grains/Pot) ; c'est-à-dire que, les plantes les plus remplies en eau sont celles les plus productives.

3.5. Paramètres de rendement

3.5.1. Nombre d'épis par plante

Les résultats présentés dans la figure 11 correspondent à un rendement d'épis par plante très faible, avec une moyenne estimée à (0.97), toutes sources d'eau confondues. Il est à signaler que l'eau de pluie donne la valeur la plus élevée (1.33) alors que la plus faible a été enregistrée chez les plantes recevant l'eau de Puits (0.66). Vu que l'épiaison est très liée au tallage [105], [106], dans notre expérience le tallage a été très faible, ce qui peut expliquer ce rendement, en épis, très bas.

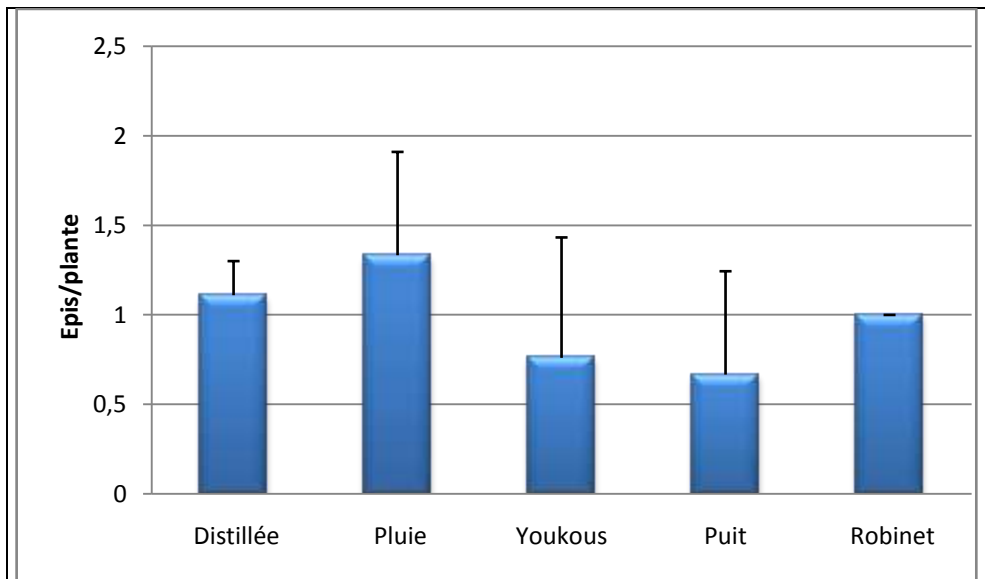


Figure 11. Variation du Nombre de d'épis par plante en fonction de différentes sources d'eaux d'irrigation utilisées.

3.5.2. Nombre d'épis par pot

La variation du nombre d'épis par pot paraît être très liée avec la qualité de l'eau d'irrigation, car les eaux qui sont moins chargées en sel (Distillée (CE=0) et Pluie (CE=86.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) correspondent avec le meilleur rendement (8 épis/pot), alors que l'eau de puits (CE=2110 $\mu\text{S}/\text{cm}$) donne un rendement très faible (1.33 épis/pot). Il est fort probable que l'eau de puits a provoqué un état de stress salin et hydrique chez le blé étudié, affectant ainsi son rendement. D'après Munns et Rawson [107], la salinité diminue le rendement ; plus souvent en réduisant le nombre de pointes portant les épis. Les résultats montrent aussi une réponse identique de l'eau distillée et de pluie, vis-à-vis du paramètre étudié (épis/Pot), ceci peut être expliqué par leur composition physicochimique comparable ; selon Tardat-Henry [108] l'eau de pluie est théoriquement une eau distillée.

Il est à noter que l'ACP, montre que tous les paramètres de rendement sont fortement liés à un même groupe avec l'eau distillée et l'eau de pluie.

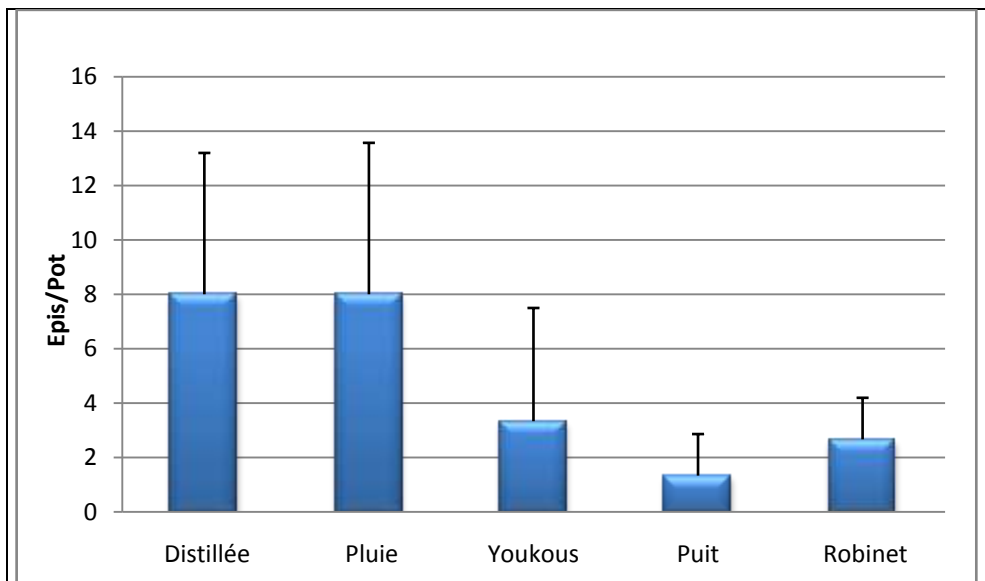


Figure 12. Variation du Nombre de d'épis par pot en fonction de différentes sources d'eaux d'irrigation utilisées.

3.5.3. Poids de mille grain (PMG)

Ce paramètre est considéré comme un bon indicateur rendement [109], [110], [111].

Les résultats exposés dans l'histogramme suivant montrent une réponse incomparable du blé dur aux eaux de différentes sources, où l'eau de robinet et distillée et de pluie correspondent aux valeurs comprises entre 41.5g à 57 g.

Toute fois, le poids de mille grains (PMG) des plantes irriguées avec l'eau de source Youkous et l'eau de Puits ont donné des valeurs basses (21 à 24).

Comme pour les autres paramètres, l'eau de Puits c'est marqué aussi par la plus basse valeur de rendement en PMG, que nous pouvons expliquer par sa forte salinité. Alkaraki [112], Baatour et al. [113] notent que la salinisation des sols et des eaux, limite la productivité végétale. Zid et Grignon [114] et Zhu [115] notent aussi que le rendement agricole est affecté par le problème de salinité.

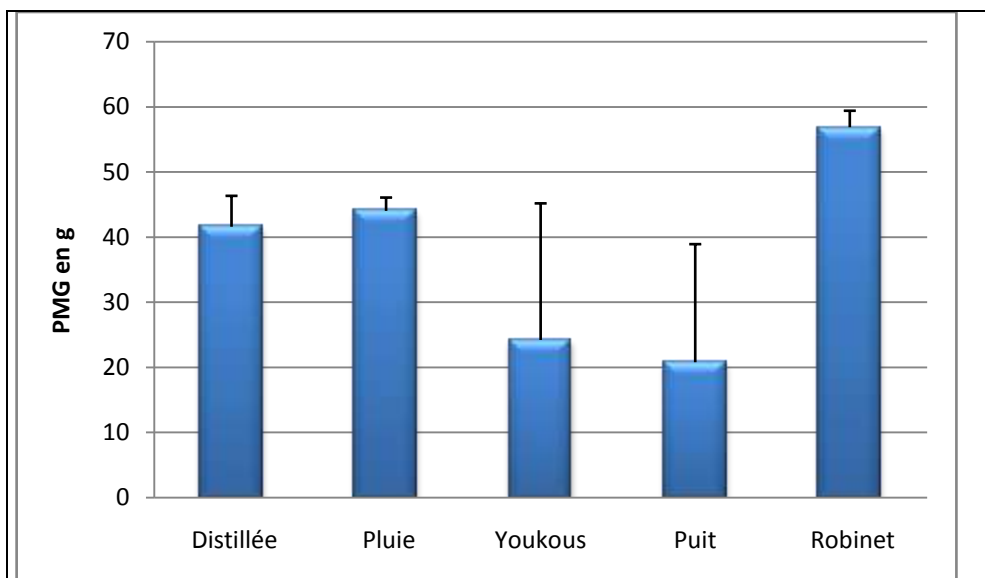
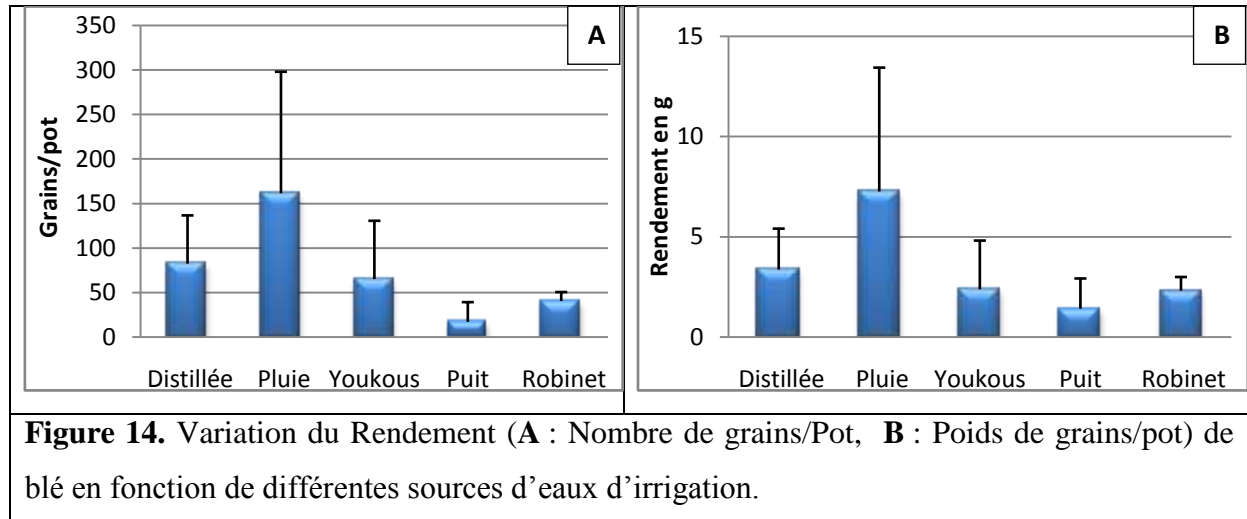


Figure 13. Variation du Poids de Mille Grain de blé (PMG) en fonction de différentes sources d'eaux d'irrigation utilisées.

3.5.4. Nombre et poids de grains par pot

La figure 14 présente la variation du rendement du blé dur en fonction de la qualité d'eaux d'irrigation.



En effet , les résultats montrent clairement que l'eau de pluie donne le meilleur rendement avec 7.252g de blé par pot .Cependant , l'eau distillée qui est supposée être la plus proche de l'eau de pluie (de point de vue physico-chimique), a donnée la miotié du rendement .

De leur part , l'eau de source (Youkous) et l'eau de Robinet en aussi enregistrées un rendement plus faible, mais cette fois, avec un rapport de un/tiers par rapport à l'eau de pluie. Il est à signler que le rendement le plus faible a marqué l'eau de puits.

Ces résultats obtenue montre que l'eau le plus chargé en chlorure (Cl-) 199.98 mg/l (5.641méq/l) et ayant la conductivité la plus haute (2110 μ S/Cm= 2.11ms/m) ; c'est-à-dire, la salinité la plus élevée, correspond au rendement le plus faible. Ceci confirme que les plantes de blé dur recevant cette eau sont fort probablement en état de stress salin.



**Références
Bibliographiques**

Conclusion

Il est à conclure que les résultats de cette étude qui consiste en une comparaison des effets des eaux de différentes sources sur le blé dur « *Triticum durum* Desf ».

L'analyse physico-chimique des eaux a montré que, malgré les quelques différences entre elles, mais elles restent toutes dans les normes de la FAO. Une exception de l'eau de puits a été remarquée pour la conductivité électrique CE, Na⁺ et Cl⁻ où un risque de salinisation est possible.

La cinétique de croissance s'est montrée, généralement, similaire à l'exception de l'eau de Robinet qui a enregistré une croissance plus importante. La chlorophylle A et B et la surface foliaire se sont aussi marquées par des taux élevés avec cette même eau.

Les paramètres physiologiques ont été aussi influencés négativement avec l'eau de puits et positivement avec l'eau de Robinet. Les autres eaux avaient présenté de surface foliaire légèrement proche de celle de l'eau de Robinet. Pour le tallage l'eau de Youkous a été la meilleure.

Cependant la teneur relative en eau et les composantes de rendement (nombre d'épi/plante, épi/pots, PMG, poids et nombre de grains/pots) ont enregistré les meilleures valeurs avec l'eau de pluie.



**Références
Bibliographiques**

Référence bibliographique

- [1] Schulze E-D., Turner N. Gollan T and Shackel K. A. 1987. Stomatal responses to air humidity and soil drought. In: Stomatal Function, Zieger E., Farquhar G.D. and Cowan I.R. Ed. Stanford University Press, Stanford (CA), pp : 311-321.
- [2] Araus J. L., Slafer G. A. Reynolds M. P. and Royo C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? *Annals of Botany*, 89: 925-940.
- [3] Chaves M. Mereira J. S., Maroco J. Rodrigues M. L. Ricardo C. P. P. Osorio M. L. Carvalho I. Faria T. and Pinheiro. C. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, 89: 907-916.
- [4] Hopkins W. G. 2003. *Physiologie Végétale*. 2^e Ed. Boeck : pp 23.64.65...
- [5] Morot-Gaudry J-F. 2017. *biologie végétal (nutrition et métabolisme)* 3^e Ed. Dunod, Paris , pp : 07. 10.
- [6] Riou. C .1993. L'eau et la production végétale. *Sécheresse*, 4: 75 – 83.
- [7] W Chandler D . Bartels W . Trimble Stanley . BA Stewart . Howell (Ed) . 2003 . *Encyclopédie des sciences de l'eau* , TA Taylor et Francis , pp : 163 - 165
- [8] Amigues J-P ., Philippe Debaeke ., Bernard Itier ., Gilles Lemaire ., Bernard Seguin ., François Tardieu ., Alban Thomas . 2006. *Sécheresse et agriculture Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la pêche* , pp : 12.
- [9] Evert Eichhorn . 2014. *Biologie Végétal*. 3^e boeck, pp : 18 .
- [10] <https://www.unifa.fr/qui-sommes-nous/comment-se-nourrit-une-plante>
- [11] Chorfi A . 1992. Réactions physiologiques de *Hordeum vulgare* L. cv Keys au chlorure de sodium en relation avec l'excès ionique. Thèse de doctorat, Gembloux, Faculté des sciences agronomiques : p 116.
- [12] Leclerc J.C . 1999. *Ecophysiologie végétale*. Publication de l'université de Saint Etienne. Paris, pp : 283.

Référence bibliographique

- [13]Bezzala A .2005.Essai d'introduction de l'arganier (*Argania spinosa*) dans la zone M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse ,pp :25 .28.
- [14]Laberche J-C. 2010. *Biologie Végétale*.3^eEd .Dunod. Paris ,pp :161-165.
- [15]Heller R., Esnault et Lance C.1998,physiologie végétal.Nutrition .Ed.Dunod ,pp : 85-115.
- [16]Martre P. 1999. Architecture hydrique d'une talle de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb). Implication pour les relations entre la transpiration et l'expansion foliaire. Thèse de doctorat, pp : 13.
- [17]http://www.sololiya.fr/tout_sur_l_eau/eau_et_sante/l_eau_source_de_vie/eau_vitale/1_l_eau_constituant_essentiel_des_etres_vivants.
- [18]Soltner D.1981.Les bases de la production végétale. Tome 1 cc Le sol . Sciences et techniques agricoles.
- [19]Steudle E. 2000. Water uptake by roots: effect of water deficit. *Journal of Experimental Botany*,51 :1531–1542.
- [20]http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Migration.De-l'eau-dans_les_tissus_radiculaires/1010163.
- [21]Barigah T-S., Bonhomme M., Ameglio T., CochardH,L'arbre et le changement climatique :Le stress hydrique :l'arbre et l'eau INRA, UMR547 PIAF, F-63100 Clermont-Ferrand, FranceTete.Barigah@clermont.inra.fr in <https://studylibfr.com/doc/878021/le-stress-hydrique>.
- [22]Jenny H.1980.The soil resource.Springer-Verlag. Berlin.
- [23]Fitter A.H;Self G.K; Brown T.K. 1999.Root production and turnover in an upland grassland subjected to artificial soil warming respond to radiation flux and nutrients, not temperature. *Oecologia*.120: 575–581.
- [24]Emmett B. A;BeierC;EstiarteM;TietemaA.Kristensen H. L.WilliamsD.PeñuelasJ.Schmidt I. K.Sowerby A.2004.The response of soil processes to climate change.Results from manipulation studies across an environmental gradient.*Ecosystems* .7:625–637.
- [25]Harper C-W,Blair J-M,Fay P-A,Knapp A-K and Carlisle J-D.2005.

Increased rain-fall variability and reduced rainfall amount decreases soil CO₂ flux in a grassland ecosystem.*Global Change Biology*, 11: 322–334

- [26] Kay B-D. 1998. Soil structure and organic carbon: a review. In Soil processes and the carbon cycle. Ed Lal et al: 169-197.
- [27] Bonneau J-M et Souchier B. 1979. Constituants et propriétés du sol, Tome 2, Ed Masson, pp :459.
- [28] Yuan H., Ge T., Chen C., O'Donnell A.G & Wu J. 2012. Significant role for microbial autotrophy in the sequestration of soil carbon. *Applied and Environmental Microbiology*, 78:2328-2336.
- [29] Nielsen U.N., Ayres E., Wall D.H & Bardgett R.D. 2011. Soil biodiversity and carbon cycling: a review and synthesis of studies examining diversity-function relationships *European Journal of Soil Science*. 62:105-116.
- [30] Juste C., Chassin P., Gomez A., Linères M. and Mocquot B. 1995. Les micro-polluants métalliques dans les boues résiduelles des stations d'épuration urbaines. Convention Ademe/INRA.
- [31] Thornton I. 1999. Bioavailability of trace elements in the food chain. Proceedings of the 5th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, 11-15th July, Vienna, Austria.
- [32] <https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/fr/fiche/reserve-en-eau-du-sol>.
- [33] Hinsinger P. 1998. How Do Plant Roots Acquire Mineral Nutrients? Chemical Processes Involved in the Rhizosphere. In: *Advances in Agronomy*. Elsevier, pp: 225–265.
- [34] Degens B-P. 1997. Macro-aggregation of soils by biological bonding and binding mechanisms and the factor affecting these: a review. *Aust. J. Soil. Res.* 35: 431-459.
- [35] Angers D.A et Caron J ; 1998, Induced changes in soil structure : processes and feedbacks. *Biogeochemistry*. 45 ,pp: 55-72.
- [36] Six J., Bossuyt H., Degryze S., Denef K. 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research*. 79: 7-31.
- [37] Tisdall J-M., Oades J-M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil. Sci.* 33:141-163.
- [38] Lynch J.M., Bragg E., 1985- Microorganisms and soil aggregate stability. *Advances in Soil Science*, 2: 133-171.
- [39] Oades J-M. 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*, 56: 377-400.

- [40] Berger A-L .1978.Long-term variations of daily insolation and Quaternary climatic changes. *J. Atmos. Sci.* 35: 2363-2367.
- [41] Hinsinger P. 2001. Bioavailability of trace elements as related to root-induced chemical changes in the rhizosphere. In: Gobran G.R., Wenzel W.W., Lombi, E. Ed
Trace Elements in the Rhizosphere. CRC Press LCC. Boca Raton. Florida. USA, pp:25–41.
- [42] Zhang J., Davies W-J. 1989. Abscisic acid produced in dehydrating roots may enable the plant to measure the water status, *Plant Cell and Environment*, 12:73-81.
- [43] Cochard H.A .2002. technique for measuring xylem hydraulic conductance under high negative pressures. *Plant, Cell & Environment*, 25:815–819.
- [44] Dixon H-H. and Joly J. 1895. On the ascent of sap. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London - Serie B Biological Science*, 186:563-576.
- [45] Philip J. 1966. Plant water relations. some physical aspects. *Ann. Rev. Plant Phys*, 17:245-268.
- [46] Wei C., Tyree M.T & Steudle E .1999. Direct measurement of xylem pressure in leaves of intact maize plants. A test of the cohesion-tension theory taking hydraulic architecture into consideration. *Plant Physiol*, 121: 1191-1205.
- [47] Tyree M.T & Cochard H .2003. Vessel contents of leaves after excision. a test of the Scholander assumption. *J. Exp. Bot.* 54:2133-2139.
- [48] Saxena A.M; Bajpai M.B; Murthy P.S; Mukherjee S .K .1993. Mechanism of blood sugar lowering by a Swerchirin-containing hexane fraction (SWI) of *Swertiachirayita*. *Ind J Exp Biol*, 31:178–181.
- [49] Sanou J et F Dabire . 2004. Progrès dans la sélection pour la tolérance du maïs au stress hydrique au Burkina; In: *Breeding & Seed Production* SECTION II :pp 176-201. <http://iita.org/cms/details/wecaman/SectionIIpdf>; Consulté le 12/11/007.
- [50] Jones H.G ., Flowers T.J et Jones M-B. 1989. *Plants under stress*. Univ. Cambridge.
- [51] Deckake P., Puech J., Casals. 1993. Elaboration du rendement du blé d'hiver en condition de déficit hydrique . l'étude en lysimètre. *agronomie* , 16 :3-23.
- [52] Correia M-J., Coelho D. & David M-M. 2001. Response to seasonal drought in three cultivars of *Ceratonia siliqua*; leaf growth and water relation, *Tree Physiol*, 21: 645–653.
- [53] Cabuslay G-S., Ito O. & Alejal A-A. 2002. Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L) to water deficit, *Plant Sci*, 63: 815-827.

- [54] Shivashankara K-S ; Srinivasa Rao N-K & Geetha G-A. 2013. Impact of Climate Change on Fruit and Vegetable Quality. *Climate-Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies* : 237-244.
- [55] Pita P. and Pardes J.A. 2001. Growth, leaf morphology, water use and tissue water relation of *Eucalyptus globules* clones in response to water deficit. *Tree Physiol.* 21: 599–607.
- [56] Marron N-D, Delay J-M, Petit E, Dreyer G, Kahlem F-M, Delmotte and F. Brignolas. 2002. Physiological traits of two populus x euramericana clones, Luisa avanzo and dorskamp, during water stress and re-watering cycle. *Tree Physiol.* 22: 849-858.
- [57] Savini I., INRA, Unité Expertise scientifique collective (Expertise scientifique collective Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA) .2007. la sécheresse et l'agriculture réduit la vulnérabilité à l'agriculture à un risque accru de manque d'eau ,p :12
- [58] Shao H-B., Chu L-Y., Jaleel C-A. & Zhao C-X. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *C-R. Biologies*, 331: 215–225.
- [59] McTernan W- F and Mize E- D. 1992. Simulated effects of irrigation management in Shao, H.B., Song, W.Y. & Chu, L.Y. 2008. Advances of calcium signals involved in plant antidrought. *C-R. Biologies*, 331: 587–596.
- [60] Siebe C. and Cifuentes E. 1995. Environmental impact of wastewater irrigation in central Mexico: An overview. *International Journal of Environmental Health Research*, 5:61-173.
- [61] Swindale L. D & F. R. Bidinger. 1981. The human consequences of drought and crop research priorities for their alleviation. *In* L. G. Paleg & D. Aspinall Ed, *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. Academic Press, New York, pp: 2–13.
- [62] Boyer J-S., Plant .1982. productivity and environment. *Science*, 218: 473-216.
- [63] Chenaffi H., Aïdaoui A., Bouzerzour H., Saci A. 2006. Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi-arid growth conditions. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5: 854-860.
- [64] Mefti A-A., Abdelguerfi A., Chebouti. 2000. Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula* L. *Field Crops Research*, 66: 165-174.
- [65] Lacaze X. 2006. Développer des plantes résistantes à la sécheresse. Exemple des recherches sur les céréales menées à l'Institut de L'Évolution. Ambassade France en Israël. Service de coopération & d'action culturelle, pp: 16.
- [66] A. Daaloul ; H. Bchini, R. Sayar, J. PGGGR Newsletter. 129 : 25-31.

- [67]HuclP;Baker R.J.1989. Tillering patterns of spring wheat genotypes grown in a semi-arid environment. *Can J Plant Sci.*69 : 71-9.
- [68]Davidson D-J., Chevalier P.M.1990. Pre-anthesis tiller mortality in spring wheat. *Crop Sci.*30: 832-6.
- [69]Stark J-C., Longley T-S .1986 .Changes in spring wheat tillering patterns in response to delayed irrigation. *AgronJ* , 78: 892-6.
- [70]Blum A.,Ramaiah S.,Kanemasu E-T., Paulsen G-M. 1990. Recovery of wheat from drought stress at the tillering developmental stage.*Field CropRes.* 24 : 67-85
- [71]Triboï E . 1990. Modèle d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre. *Agronomie.* 10: 191- 200.
- [72]<http://irrigazette.com/fr/articles/les-techniques-dirrigation-agricole>.
- [73]Penadille Y .1998. Irrigation localisée. In: Tiercelin J.R .Ed Traite d'irrigation. Lavoisier, Paris : pp 498-530.
- [74]Mermoud A.1995.Irrigation localisée. In méthode polycopie de cours EPFL, p : v3-v65.
- [75]Ayers R-S.,WestcotD-W.1985.Water quality for agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO Irrigation and Drainage pp: 29. Revision 1:<http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E00.htm>).
- [76]Wu I-P.,Gitlin H-M.1983. Drip irrigation application efficiency and schedules. *Trans Am SocAgricEng* ,26(1):92–99.
- [77] Wang M.,Zheng Q., Shen Q.,Guo S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *Int. J. Mol. Sci.* 14 :7370–7390. doi:10.3390/ijms14047370.
- [78]ITGC (Institut technique des grandes cultures) .1998.le blé dur Hoggar(vitron). Fiche technique. Ministère de l'agriculture et de la pêcheéal.Imp.Empreinte.
- [79]PAUL M-H .,Planchton C et Ecochard R .1979. Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le soja. *Amélio plants*, **29**: 479 -492 .
- [80] Mâalem, S. 2012. Etude de l'impact des interactions entre P/NaCl sur trois espèces végétales halophytes du genre *Atriplex* (*A. halimus*, *A. nummularia* et *A. canescens*).Thèse de doctorat, en Biologie végétale, Université d'Annaba. 100p.
- [81] Serries H. 1992. Agro-physiological consequences of a divergent selection based on foliar desiccation in sunflower.In: *Physiology- breeding of winter cereals for stressed*

Référence bibliographique

Mediterranean environments. Eds. Acevedo E.; Conese E.; Monneveux P. and Srivastava J.P., INRA. les colloques, 55:211- 225

[82] Clark et Mac-Caig, 1982 in Mâalem, S. et Redjel, F. 1998. Étude comparative de deux fertilisants phosphatés : le TSP et le DO₂₀ sur deux variétés précoces de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire d'ingénieur d'état en amélioration des plantes, Université de Tébessa, 65p.

[83] FAO. 1976. Food and Agriculture Organization. La qualité de l'eau en agriculture. Bull. d'irrigation et drainage n°29. Rome.

[84] Richards L- A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook 60, USDA, Washington D.C ,pp :160.

[85] www.Fndae.Fr/archive /PDF/Fndeh11-ap.pdf.

[86] Ayers R-S, Westcot D-W. 1985. Water quality for agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Revision 1; <http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E00.htm>).

[87] Peterson C-M; Klepper B; Pumphrey F-B and Rickman R-W. 1984. Restricted rooting decreases tillering and growth of winter wheat. *Agron. J.* 76: 861-863.

[88] Asano T., Levin A-D .1998. Wastewater reclamation, recycling, and reuse: an introduction. In: Asano T, ed. Wastewater reclamation and reuse. Lancaster, PA, Technomic Publishing Company, pp: 1-56.

[89] Bouaouina S ; Zid E ; et Hajji M. 2000. Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.) . CIHEAM - Options Méditerranéennes , pp :239.

[90] <https://www.lenntech.fr/applications/irrigation/qualite/irrigation/qualite-eau-irrigation.htm>

[91] Mouellef A. 2010. Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Thèse de magistère. Constantine ,pp :.....

[92] Oulmi A., Fellahi Z., Mahdaoui W., Semcheddine N., Rabi A. et Benmahammed A. 2017. Étude de la variabilité des caractères phéno-morpho-physiologiques de la génération F7 doublé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-arides. *Revue Agriculture* vol. 8 n°1 : 75- 87.

[93] Gate P., Bouthier A., Cosabionca H et Deleens .1993. caractère physiologie décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France : interprétation des corrélatons entre le

rendement et la composition isotopique du carbon des grains. Colloque diversité génétique et amélioration variétal montepellier (France).les colloques .64 Inra. Paris.

[94]Tammam A-A,Monaf M-H.and M-H Mabrouka.2008.Study of salttolerance in wheat (*Triticum aestivum*L) Cultivar Banysoif .Aust.J.of Crop Science,1(3):115-125.

[95]Papp J-C., Ball M-C and Terry N. 1983. A comparative study of the effects of NaCl salinity on respiration, photosynthesis, and leaf extension growth in *Beta vulgaris* L. (sugar beet).Plant CellEnvironment, 6: 675-677.

[96] Munns et al.2000.InMouhayaW .2008.Caractérisation Physiologique et Moléculaire De La Tolérance Au Stress Salin Chez Les Porte-Greffe TetraploïdesD'agrumes.Docteur De L'universite De Corse (Discipline : Biochimie Et Biologie Moléculaire)Universite De Corse – Pascal Paoli U.F.R Sciences Et Techniques, pp:22.

[97]Oudjani W. 2009. Diversité de 25 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) : étude des caractères de production et d'adaptation. Mémoire de magister en biologie végétale. université Mentouri de Constantine, pp : 89

[98].درید کامل عباس الطائي و عبد سراب حسین الحنابي احمد محمد رشید .2017. تأثير ملوحة مياه الري والاسمدة العضوية والكيميائية في نمو ومحتوي الاوراق من بعض العناصر الغذائية لنبات اللهانة *Brassica Oleracea* Var.capitate L مجلة جامعة بابل العلوم الصرفة والتطبيقية العدد(1) المجلد 25 :ص 2060.

[99]Walker R-R., Sedgley M., Blesing M-A., DauglasT. J.1984.Anatomy, ultra structure and assimilate concentrations of roots of citrus génotypes in ability for salt exclusion. Journal of Experimental Botany, n° 35,159 , pp :1481-1494.

[100]Glemen M., Smith F-A.1993.Gas exchange andchlorophyll content of “Trif blue” rabbitey and “Sharp blue” southern highbush. Bluberry exposed to salinity and supplimental calcium. J. Amerc. Soc. Horti. Sci. II, pp : 749-756.

[101] Chen C-T, Li C-C and Kao C- H.1991.Senescence ofrice leaves. XXXI changes of chlorophyll, protein andpolyamine contents and ethlene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant. J. Plant growth Reg.10, pp: 201-205.

[102]Achour A., Bidai Y. and Bel Khodja M.2015.The impact of salinity on water and metabolic behavior of a variety of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). International Journal Of Innovation and Applied Studies, vol 12, N° 4 :943-953.

[103]Ainaoui S et Lafala Z.2016.étude comparative de l'effet du stress hydrique sur le comportement de quatre génotypes de blé dur (*triticum durum* desf). master biologie et génomique végétale. université des frères mentouri constantine, pp:29-30

Référence bibliographique

[104]Cherief A et Bouhlili M.2016. Effet de stress salin sur les paramètres morpho-physiologique, et biochimique chez la fève vicia fabal. Magister biologie Motaganem,pp :108.

[105]Shanahan J-F.,DonnellyK.J., Smith D-H.andSmikka D.E.1985.Shoot development properties associated with grain yield in winter wheat .Crop. Science 25,770-775.

[106]Massele M-J. 1981.Relation entre croissance et développement pendant la montaison d'un peuplement de blé d'hiver. Influence des conditions de nutrition. Agronomie, 13 :365-370.

[107]Munns R et Rawson H-M.1999.Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley.Aust. J. Plant Physiol ,pp:459-464.

[108] Tardat-Henry M .1984.«Chimie des eaux», 1ere édition griffon d'argile INC, paris.

[109]Garcia del Moral L-F, Rharrabti Y., Elhani S., Martos V., Royo C. 2005. Yield formation in Mediterranean durum wheat under two contrasting water regimes based on path-coefficient analysis. Euphytica,143: 213 - 222.

[110]Richards R A.2006. Physiological traits used in the breeding of new cultivars for water-scarce environments. Agricultural water management, 80(1) : 197-211.

[111]Lopes M.S, Reynolds M.P, Jalal-Kamali M.R, Moussa M, Feltaous Y, Tahir ISA, Baum M.2012. The yield correlations of selectable physiological traits in a population of advanced spring wheat lines grown in warm and drought environments. Field Crops Research,128: 129-136.

[112]Al-karaki G-N. 2000.Growthwater use efficiency. And sodium and potassium acquisition by tomato cultivars green under salt stress.Journal of plant nutrition .Vol.23.N°,1:1-8.

[113]Baatour O., M'rah S., Ben Brahim N., Boulesnem F et Lachal M. 2004.Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrussativus*) à la salinité du milieu. Revue des Régions Arides, Tome 1, No, spécial: 346- 35.

[114] Zhu J-K. 2002 .Plant salt tolerance. Trendera in plant Sci. 6: 66-71.

[115]Zid E., 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, AUPELF-UREF. Jon Libbey Eurotext, Paris : 91-108.



Annexes

Annexe1

Tableau de la classification de la variété étudiée (Vitron).

Classification de blé dur	Dhalign et Clifford, 1985 in (Ghanem, 1995)*	Feillet, 2000
Embranchement	Phanérogames	Angiospermes
Sous embranchement	Angiospermes	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones	Monocotylédones
Ordre	Glumifloales	Glumiflorales
-Super- ordre	/	Commélinidé(commiliniidae)
Famille	Graminée	Poaceae
Tribu	/	Triticeae
Sous tribu	/	Triticinae
Genre	<i>Triticum</i>	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticumdurum</i> Sp.	<i>Triticumdurum</i> Desf

(*)Ghanem L. 1995. Caractérisation phréologique et morphologique de 20 variétés de blé dur (*Triticumdurum*Desf). Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. INRA-El-Harrach : PP 6-7.

(**)Feillet P. 2000.Le grain de blé composition et utilisation.1^{ère} édition INRA.Paris :pp 303.

[-https://viagallica.com/v/ble_dur.htm](https://viagallica.com/v/ble_dur.htm)

Annexe 2.

Tableau de la classification des eaux utilisées selon le diagramme de ritchard (1954)* et Wicalex (1955)****.**

Eaux	Classe	Observation
Pluie	C1S1	Exélent
Youkous	C2S1	Bonne
Puits	C3S1	Médiocre
Robinet	C2S1	Bonne

(***)Richards L. A. 1954.Diagnosis and improvement of saline and alkali Soils. Agric. Handbook 60, USDA, Washington D.C: pp160.

(****)Wilcox L.V .1955.Classification and use of irrigation waters, vol 969. U.S. Department of Agriculture Circular, Washington, DC :pp 19

Annexe 3

Tableaux de données des paramètres étudiés

Paramètres étudiés	RWC(%)		Surface foliaire(cm ²)		Chlorophylles	
Eaux	Répétition	Moy/Ectyp	Répétition	Moy/Ectyp	Répétition	Moy/Ectyp
Distillée	R1=91	M=91.44	R1=16.705	M=19,892	Chl A=21,037	
	R2=100	σ=6.363	R2=24.078	σ=3,786	Chl B= 9,555	
	R3=83.33		R3=18.894			
Pluie	R1=85.71	M=84.94	R1=23.617	M=22,157	Chl A=23,110	
	R2=85.12	σ=0.868	R2=23.617	σ=2,527	Ch B=10,885	
	R3=84		R3=19.239			
Youkous	R1=61.54	M=82.98	R1=22.35	M=23,770	Chl A=21,895	
	R2=87.4	σ=19.60	R2=24.078	σ=1,294	Ch B=11,129	
	R3=100		R3=24.884			
Puits	R1=44.44	M=56.31	R1=9.562	M=8,371	Chl A=20,518	
	R2=62.96	σ=10.307	R2=15.552	σ=7,844	Chl B=9,119	
	R3=61.54		R3=0			
Robinet	R1=86.66	M=82.25	R1=18.087	M=26,036	Chl A=24,174	
	R2=89.13	σ=9.855	R2=23.986	σ=7,949	Chl B=14,233	
	R3=70.96		R3=26.036			
Paramètres étudiés	Talle		Epis/plante		Epis/pot	
Eaux	Répétition	Moy/Ectyp	Répétition	Moy/Ectyp	Répétition	Moy/Ectyp
Distillée	R1=0	M=1	R1=1	M=1.11	R1=11	M=8
	R2=0	σ=1.732	R2=1	σ=0.190	R2=2	σ=5.196
	R3=0		R3=1.33		R3=11	
Pluie	R1=5	M=1.66	R1=2	M=1.33	R1=14	M=8
	R2=0	σ=2.886	R2=1	σ=0.577	R2=7	σ=5.567
	R3=0		R3=1		R3=3	
Youkous	R1=0	M=3	R1=0	M=1.33	R1=0	M=3.33
	R2=0	σ=4.196	R2=1	σ=0.673	R2=2	σ=4.163
	R3=9		R3=1.28		R3=8	
Puits	R1=0	M=0.33	R1=1	M=0.66	R1=3	M=1.33
	R2=1	σ=0.577	R2=1	σ=0.577	R2=1	σ=1.527
	R3=0		R3=0		R3=0	
Robinet	R1=0	M=1.33	R1=1	M=1	R1=1	M=2.67
	R2=4	σ=2.309	R2=1	σ=0	R2=4	σ=1.527
	R3=0		R3=1		R3=3	

Paramètres étudiés	PMG		Nombre grain/pot		Poids grain/pot	
Eaux Distillée	Répétition R1=41.41 R2=46.4 R3=36.91	Moy/Ectyp M=41.57 $\sigma=4.74$	Répétition R1=127 R2=22 R3=98	Moy/Ectyp M=82,33 $\sigma=54,224$	Répétition R1=5.26 R2=1.20 R3=3.62	Moy/Ectyp M=3.36 $\sigma=2,0417$
Pluie	R1=44.85 R2=45.47 R3=41.67	M=44 $\sigma=2.08$	R1=307 R2=141 R3=36	M=161.33 $\sigma=136$	R1=13.78 R2=6.48 R3=1.50	M=7.25 $\sigma=6.18$
Youkous	R1=0 R2=52.35 R3=37.06	M=24.19 $\sigma=20.96$	R1=0 R2=64 R3=131	M=65 $\sigma=65.50$	R1=0 R2=2.27 R3=4.85	M=2.37 $\sigma=2.43$
Puits	R1=29 R2=33.33 R3=0	M=20.77 $\sigma=18.12$	R1=42 R2=09 R3=0	M=17 $\sigma=22.11$	R1=1.22 R2=0.3 R3=0	M=0.51 $\sigma=0.63$
Robinet	R1=54.5 R2=59.53 R3=56.52	M=56.85 $\sigma=2.53$	R1=35 R2=52 R3=34	M=40.33 $\sigma=10.11$	R1=1.91 R2=3.09 R3=1.92	M=2.31 $\sigma=0.68$
Paramètres étudiés	Eléments majeurs		Na ⁺ et Cl ⁻		Acidité et conductivité	
Eaux Distillée	K ⁺ =0mg/l Ca ⁺⁺ =0mg/l Mg ⁺⁺ =0mg/l		Na ⁺ =0mg/l Cl ⁻ =0mg/l		pH=7.08 CE= 0 μ S/cm	
Pluie	K ⁺ =1.7mg/l Ca ⁺⁺ =20.04mg/l Mg ⁺⁺ =15.07mg/l		Na ⁺ =4.5mg/l Cl ⁻ =5.99mg/l		pH=7.11 CE=649 μ S/cm	
Youkous	K ⁺ =4.65 mg/l Ca ⁺⁺ =92.18mg/l Mg ⁺⁺ =12.56mg/l		Na ⁺ =13.5mg/l Cl ⁻ =29,99mg/l		pH=7.5 CE=747 μ S/cm	
Puits	K ⁺ =2.9mg/l Ca ⁺⁺ =171.54mg/l Mg ⁺⁺ =41.81		Na ⁺ =84mg/l Cl ⁻ =199.98mg/l		pH=7.68 CE= 2110 μ S/cm	
Robinet	K ⁺ =1.5 mg/l Ca ⁺⁺ =105.81mg/l Mg ⁺⁺ =5.83mg/l		Na ⁺ =35.1mg/l Cl ⁻ =5.12mg/l		pH=7.6 CE=649 μ S/cm	

Annexe 4

Tableau de données de la Cinétique de la croissance

Jours	13févr	14 févr	15 févr	18févr	19févr	20févr	21févr	22févr	25févr
Eaux									
Distillée	7.75	7.72	7.31	7.93	10	11	11.32	11.34	11.45
Pluie	6.44	9.35	9.41	9.97	9.3	8.47	8.86	8.93	11.5
Youkous	0.5	3.75	3.76	3.8	4.46	4.92	4.58	10.5	12
Puits	0	0	0	0	0	0	0.3	0.9	1.3
Robinet	8.58	9.02	11.73	11.74	11.7	11.70	13.58	13.47	13.73

Jours	26févr	27 févr	28 févr	05mars	06mars	07mars	08mars	11mars	12mars
Eaux									
Distillée	11.52	11.59	13.5	17.57	17.96	18.14	18.3	23.87	24.29
Pluie	12.80	12.89	15.87	20.88	20.72	22.6	22.93	29.67	24.29
Youkous	13.6...	13.6	13.02	17.69	19.98	23.7	23.76	23.84	23.96
Puits	3.23	3.25	3.52	3.15	4	15.3	15.4	16.8	15.55
Robinet	13.42	13.47	13.73	24.02	22.22	18.82	18.93	26.65	27.47

Jours	13mars	14mars	15mars	19mars	20mars	21mars	22mars	25mars	26mars
Eaux									
Distillée	24.95	26.75	28.57	30.24	29.95	30.24	31.61	31.25	31.22
Pluie	24.91	26.79	27,66	28,3	28,57	29,65	31,61	31.23	31.22
Youkous	25,04	26,01	28,52	29,42	29,67	30,43	30,95	33	33.12
Puits	15,62	17,47	20,22	21,92	23,95	23,8	24,25	17,70	17,87
Robinet	27.5	27.79	28.29	32.23	34.37	35.58	36.14	36.44	36.72

Jours	27mars	28mars	29mars
Eaux			
Distillée	32.50	33.20	34
Pluie	32.72	33.30	34
Youkous	33.70	34.10	34,12
Puits	25.59	26.57	26.87
Robinet	51.56	52.67	52.8



Remerciements

Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui m'a guidé sur le chemin droit tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

Mes remerciements vont tout particulièrement à mon encadreur, Monsieur Docteur MALLEM Souhail Maître de conférence à l'Université de Larbi Tébessi, pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée, pour ses conseils éclairés, sa patience et ses encouragements tout au long de ce travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance au Monsieur MEKAHLIA Mohammed Nacer Maître de conférence à l'Université de Larbi Tébessi d'avoir accepté de présider mon jury.

Mes remerciements vont aux Monsieur Fatmi Hindal Maître Assistant à l'Université de Larbi Tébessi qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail et leur aide

Je tiens également à remercier le chef et sous chef Rhidha de l'unité des eaux Tébessa, toute l'équipe de laboratoire de Mine de phosphate Somiphos Spa Bir El Ater, l'équipe de laboratoire de la santé publique cite Eldjabal Bir El Ater de m'avoir acceptés dans laboratoires et le Chef Inspection régionale du commerce BEA Salet R

je tiens cependant à remercier Monsieur Dakak Ahmed pour leur assistance dans l'étude statistique.

Ces remerciements seraient bien incomplets si ma famille n'y était associée. Merci donc à mon père, qui a tant voulu cette thèse, à ma mère et mon sœur

Enfin, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mes enseignants de biologie spécialement mes enseignants de biologie végétal et Madame Djaleb.S Chef de département de biologie des être vivant

Dédicace

A l'esprit de Grant père Ahmed

A mes chers parents « Nour Eddin et Naima » et ma Grant Mère « Mbarka »

A mon encadreur Monsieur le Docteur MALLEM Souhail

A tout mes enseignants

*A tout l'équipe de Inspection régionale du commerce BEA « Salet R, Salet, Ghoul J, Abbidi R... » et
l'équipe de laboratoire de la santé publique « Ali S, Abid'Kh, Arrar D, Baizid N, Belgacem F, Hamel CH, Chergui
F, Ali S, »*

A ma sœur Kanza et mes frères Zaid, Bouzid, Iskandar, Soltan, Abd Elghani

A tout mes Tontons

*A tout mes amies « Zina, Ghalia, Fatima, Abir, Nadia,
Houda, Nassima, Chahla, Kholoude, Zoubida, Rebaia, Intissar, Sara, Basma, Ahlem... »*

*A tout les étudiants de la science spécialement à mes étudiants de spécialité gestion et économie de l'eau
« Kaouther, Taib et Sara »*

إلى كل من يطلب العلم ويتقى الله