

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**



**Mémoire**

**MASTER ACADEMIQUE**

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

**Filière :** Sciences agronomiques

**Spécialité :** protection de la ressource sol-eau et environnement

**Présente par :**

**BOUTBILA Yousra**

**RABIA Karima**

***Thème***

*Etude de l'effet de la gestion de l'irrigation  
( magnétisation d'eau) sur la culture de blé à  
Ouargla*

**Soutenu le : 23/ 06/ 2018**

**Devant le jury**

Présidente :	<b>M<sup>elle</sup>. CHAOUCH Saida</b>	(MCA)UKM Ouargla
Promoteur :	<b>Mr. DADDI BOUHOUN Mustapha</b>	Professeur UKM Ouargla
Co-promoteur :	<b>Mr. SIBOUKEUR Abdallah</b>	Doctorant UKM Ouargla
Examinatrice :	<b>M<sup>eme</sup> . SLIMANI Rabia</b>	(MCA)UKM Ouargla

**Année universitaire : 2017/2018**

## **Remerciements**

*Tous nos remerciements vont d'abords à notre DIEU le tout puissant, Pour nous avoir donnée la force et la patience.*

« فاللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك, و عظيم سلطانك »

*Nos remerciement vont à notre encadreur **Pr. DADDI BOUHOUN***

***MUSTAPHA** et nôtre Co- encadreur **Mr SIBOUKEUR ABDALLAH***

*Doctorant, à l'Université KASDI MERBAH de Ouargla, pour avoir accepté de diriger ce travail, qu'ils trouvent ici, l'expression de notre profonde reconnaissance, notre immense gratitude et nos grand respect, pour tous leurs efforts, leurs idées, leur confiance et leurs encouragements .*

*Nous sommes agréable de remercier **Melle CHAOUCH SAIDA** la présidente et **Mme SLIMANI RABIA** l'Examinatrice pour leurs conseils et de nous avoir fait l'honneur de participer au jury de ce mémoire.*

*Nos remerciements vont également et sans exception à **Mr BABA HAMOU YOUSSEF** et **Mme KHIKHI OUM ELKHIR** pour nous avoir aidé dans notre stage et tous les professeurs, et les employés au département des sciences agronomiques.*

*Nous exprimons notre remerciement à tout nos amis qui nous ont aidé pour le bon achèvement de ce travail.*

*Nous remercions toutes les personnes qui nous ont apporté leur soutien.*

*Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont eu contribué de près ou de loin à construire ce travail, et à me former dès ma tendre enfance.*

**TABLE DE MATIERE**

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>I. Synthèses Bibliographique.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Situation de la céréaliculture.....</b>	<b>5</b>
1.1. Production de blé dans le monde.....	5
1.2. Production de blé en Algérie .....	6
<b>2. Différentes variétés de blé tendre .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Cycle physiologique du blé .....</b>	<b>7</b>
3.1. Période végétative: .....	8
3.1.1. Phase Germination – levée .....	8
3.1.2. Phase Levée- Tallage.....	8
3.2. Période reproductrice.....	9
3.2.1. Phase Montaison Gonflement.....	9
3.2.2. Epiaison – fécondation .....	9
3.2.3. Grossissement du grain.....	9
3.2.4. Maturation du grain .....	10
<b>4. Gestion de l'irrigation sur la culture de blé .....</b>	<b>10</b>
4.1. Définition de l'irrigation.....	10
4.2. Irrigation en début de cycle .....	10
4.3. Irrigation en fin de cycle.....	10
<b>5. Magnétisation de l'eau.....</b>	<b>11</b>
5.1. Définition.....	11
5.2. Propriétés d'eau magnétisée.....	12
<b>6. Présentation de la région de Ouargla .....</b>	<b>13</b>
6.1. Situation géographique .....	13
<b>7. Climat .....</b>	<b>14</b>
7.1. Températures .....	14
7.2. Précipitations .....	14
7.3. Vents.....	15
7.4. Humidité relative de l'air .....	15
7.5. Insolation .....	15
7.6. Evaporation.....	15
7.7. Classification bioclimatique .....	15
<b>8. Hydrogéologique .....</b>	<b>16</b>
8.1. Nappe albiennne (complexe intercalaire) :.....	16
8.2. Nappe du mio-pliocène (nappe du sable) .....	17
8.3. Nappe sénonien (nappe du calcaire).....	17
8.4. Nappe phréatique.....	17
<b>II. Matériel et méthodes.....</b>	<b>18</b>

<b>1. Matériel d'étude</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1. Choix de la région</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2. Choix des sites expérimentaux</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3. Matériel végétal</b> .....	<b>19</b>
<b>2. Méthodes d'étude</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1. Dispositif expérimental</b> .....	<b>19</b>
2.1.1. Objectifs .....	19
2.1.2. Composantes du protocole expérimental.....	19
2.1.3. Dispositif expérimental .....	20
<b>3. Echantillonnage et analyse du sol et de l'eau</b> .....	<b>21</b>
3.1. Echantillonnage du sol .....	21
3.2. Echantillonnage de l'eau .....	22
<b>4. Méthodes d'analyse du sol</b> .....	<b>22</b>
<b>5. Méthodes de suivi de la culture du blé</b> .....	<b>24</b>
<b>III. Résultat et discussion</b> .....	<b>25</b>
<b>1. Etude physico-chimique du sol</b> .....	<b>25</b>
<b>1.1. Etude physique du sol</b> .....	<b>25</b>
<b>1.1.1. Granulométrie</b> .....	<b>25</b>
<b>1.1.2. Densité apparente du sol</b> .....	<b>26</b>
<b>1.1.3. Conductivité électrique(CE)</b> .....	<b>26</b>
<b>1.1.4. Potentiel hydrogène (pH)</b> .....	<b>27</b>
<b>1.2. Etude chimique du sol</b> .....	<b>28</b>
<b>1.2.1. Matière organique</b> .....	<b>28</b>
<b>1.2.2. Calcaire totale</b> .....	<b>29</b>
<b>1.2.3. Gypse (CaSO<sub>4</sub>)</b> .....	<b>30</b>
<b>2. Paramètres physico-chimique des eaux d'irrigation</b> .....	<b>31</b>
<b>3. Gestion des eaux au cours de cycle de la culture</b> .....	<b>32</b>
<b>4. Durée des phases de développement de la culture de blé</b> .....	<b>33</b>
<b>5. Suivi de la culture du blé</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1. Paramètres de croissance</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1.1. Hauteur de tige</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1.2. Longueur des épis</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1.3. Entres nœud</b> .....	<b>35</b>

5.1.4.Distance entre dernier nœud et fin d'épi.....	36
5.1.5.Nombre de feuille .....	36
5.1.6.Surface foliaire .....	37
5.2. Paramètre de rendement.....	38
5.2.1. Nombre des plante par quart carrée .....	38
5.2.2. Nombre de talle par plante.....	39
5.2.3. Coefficient de tallage.....	39
5.2.4. Nombre des épis par plantes .....	40
5.2.5. Nombre de grain par plante .....	41
.5.26 . Nombre de grain par épi.....	41
5.2.7. Poids de 1000 grains.....	42
5.2.8. Rendement .....	42
<i>Conclusion.....</i>	<i>44</i>
<i>Référence bibliographique.....</i>	<i>45</i>

## Listes des figures

<b>Figure 1.</b> Schéma du champ magnétique et de la direction de l'eau au cours du traitement .....	11
<b>Figure 2.</b> La structure de l'eau dynamisée en micromolécules (micro cluster) (MARWENI, 2015). ...	12
<b>Figure 3.</b> Limite géographique et découpage administratif de la Wilaya d'Ouargla .....	13
<b>Figure 4</b> Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de Ouargla (2008-2017) .....	15
<b>Figure 5.</b> Climagramme d'EMBERGER de la région de Ouargla (2008-2017).....	16
<b>Figure6</b> Carte de la localisation d'exploitation de BABZIZ.....	18
<b>Figure 7.</b> Carte de la localisation des exploitations de BABA HAMMOU et BEN KHELWAT.....	19
<b>Figure8</b> Dispositif expérimental sous pivot .....	21
<b>Figure 9</b> Dispositif expérimental sous l'aspersion.....	21
<b>Figure10</b> Variation de densité apparente à la fonction des exploitations.....	26
<b>Figure 11</b> Evolution de conductivité électrique du sol dans les trois exploitations en fonction du cycle végétative de la plante.....	27
<b>Figure 12</b> Evolution du pH en fonction de la profondeur .....	28
<b>Figure 13</b> Evolution de la matière organique en fonction de la profondeur.....	29
<b>Figure14</b> Evolution de la teneur de CaCO <sub>3</sub> en fonction de profondeur .....	30
<b>Figure 15</b> Evolution de la teneur de CaSO <sub>4</sub> au fonction des exploitation .....	31
<b>Figure 16</b> Variation moyenne de l'eau disponible (mm) en fonction des stades végétatifs du blé .....	32
<b>Figure17</b> Durée des phases végétatives chez la variété HD 1220 conduite sur sol irrigué par eau magnétisée et par eau non magnétisée. ....	33
<b>Figure18</b> Hauteur de tige en fonction du traitement des eaux d'irrigation.....	34
<b>Figure 19</b> Variation de longueur des épis en fonction traitement des eaux d'irrigation .....	35
<b>Figure 20</b> Variation des entre nœuds en fonction traitement des eaux d'irrigation .....	35
<b>Figure 21</b> Variation de la distance des entres nœuds en fonction traitement des eaux d'irrigation .....	36
<b>Figure 22</b> Variation du nombre des feuilles en fonction traitement des eaux d'irrigation.....	37
<b>Figure 23</b> Variation de la surface foliaire en fonction traitement des eaux d'irrigation .....	38
<b>Figure 24</b> Variation de nombre des plantes par care carrée en fonction traitement des eaux d'irrigation .....	39
<b>Figure25</b> Variation de nombre des talles par plante en fonction du traitement des eaux d'irrigation..	39
<b>Figure26</b> Variation de Coefficient de tallage en fonction en fonction du traitement des eaux d'irrigation .....	40
<b>Figure27</b> Variation de nombre d'épis par plante en fonction du traitement des eaux d'irrigation .....	40
<b>Figure28</b> Variation de nombre des graines par plante en fonction du traitement des eaux d'irrigation .....	41
<b>Figure 29</b> Variation de nombre des graines par épi en fonction du traitement des eaux d'irrigation ...	42
<b>Figure 30</b> le rendement par qx/ha en fonction du traitement des eaux d'irrigation .....	43

**Liste des tableaux**

<b>Tableau 1</b> Données climatiques d’Ouargla entre 2008 et 2017 (O.N.M. Ouargla ,2015).....	14
<b>Tableau2</b> Caractéristiques des trois sites expérimentales .....	20
<b>Tableau 3</b> Granulométrie des sols dans les Trois exploitations étudiés.....	25
<b>Tableau4</b> paramètre physico-chimique d'eau d'irrigation.....	31

### Introduction

La majorité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières (**GREENWAY et MUNNS, 1980**) ; (**BONJEAN et PICARD, 1990**). Parmi ces céréales, le blé compte parmi les espèces les plus anciennes et constitue une grande partie de l'alimentation de l'humanité, d'où son importance économique (**KARAKAS *et al.*, 2011**).

La consommation moyenne des produits céréaliers en Algérie se situe à environ 205kg/ha/an (**CHEHAT, 2007**). En réalité, les besoins alimentaires nationaux sont en augmentation continue, principalement du fait de la croissance du nombre de consommateurs. Actuellement, les besoins de consommation annuel en céréales sont estimés à environ plus de 80 millions de quintaux de céréales avec plus de 40 millions d'habitants en 2016.

Le niveau de production céréalière algérienne est loin de pouvoir répondre aux besoins de consommation exprimés, ce qui fait de l'Algérie un important importateur de produits céréaliers du marché international (**BOUHANIA et ZEHRI, 2005**). En réalité la production totale des céréales en 2015 est de 37 554 894 qx avec une surface d'environ 3.4 millions d'hectares dont 2 millions d'hectares du Blé assurant une production d'environ 26.6 millions de quintaux soit un rendement moyen de 12.77 qx/ha (**DEKKICHE *et al.*, 2015**).

Dans les zones sahariennes, le blé est cultivé en mode d'irrigation qui est assurée par l'exploitation des eaux des nappes hydriques souterraines. Malgré la disponibilité de l'eau, on assiste à des fluctuations de rendement, qui varient de 19 à 44 q/ha pour le blé dur et 25 à 31 q/ha pour le blé tendre (**DEKKICHE *et al.*, 2015**).

L'amélioration des rendements des céréales surtout dans ces régions sahariennes reste tributaire à l'adaptation aux conditions de températures élevées et au déficit hydrique (**ALLAM *et al.*, 2015**); ainsi que de la maîtrise d'un certain nombre des facteurs liés essentiellement à la nutrition minérale des plantes et au choix des variétés adaptées, comme la durée du cycle de végétation et la résistance à la salinité des sols (**BADIS ET BEN ABDESSADEK, 2014**).

D'une manière générale, la salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production



agricole. Cependant, le choix de variété nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité. (ARBAOUI *et al.* , 2000)

Les effets de la salinité se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible ramification, le faible diamètre des organes, le nombre réduit des nœuds et les réductions du nombre de feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige. Une baisse des poids de matières fraîche et sèche est aussi démontrée (RUSH *et* EPSTEIN, 1981).

Les nouvelles techniques utilisées pour l'amélioration de la situation est l'installation de « delta-water » qui est un appareil qui permet le traitement magnétique des eaux et lutter contre la salinité.

Afin d'atteindre l'objectif visé, cette étude s'est basée sur un dispositif expérimentale à base d'une culture de blé tendre, variété HD1220, mise en place selon le système d'irrigation par pivot central avec et sans traitement magnétique des eaux, dans la région de Ouargla. La question principale à prendre en charge est :

Quelle est l'impact de la gestion d'irrigation et du traitement magnétique des eaux d'irrigation sur le comportement et le rendement de la culture du blé dans la région de Ouargla ?

L'objectif principal de la présente étude est l'effet de la gestion de l'irrigation sur la culture de blé sur le comportement des céréales dans la région de Ouargla. En réalité notre travail se repose sur l'hypothèse suivante :

Le traitement des eaux d'irrigation par magnétisme à pour conséquence l'amélioration de la productivité de la culture du blé suite à l'amélioration de la qualité physico-chimique du sol. Le travail s'articule autour de quatre volets principaux à savoir :

- **le premier**, s'intéresse une présentation de la région d'étude
- **le second** concerne l'étude bibliographique sur les concepts de base, les caractéristiques du milieu expérimental et les travaux réalisés dans ce domaine;
- **le troisième** l'expérimentation, avec choix, réalisation et suivi du dispositif expérimentale ;
- **le dernier** porte sur l'analyse des résultats obtenus et confirmation ou infirmation de l'hypothèse de travail, avec proposition de recommandations.

### I. Synthèses Bibliographique

#### 1. Situation de la céréaliculture

Selon **DAHECHE ET DJELLABI (2015)**, les céréales ont été de tout temps la base de l'alimentation humaine. Ils apportent 31% des calories de la ration journalière. Le blé (*Triticum*) constitue la première ressource en alimentation humaine et la principale source de protéines, il fournit également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. A l'échelle mondiale, le blé dur prend la cinquième place après le blé tendre, le riz, le maïs et l'orge avec une production de plus de 30 millions de tonnes.

##### 1.1. Production de blé dans le monde

Selon **DJELTI, (2014)** la culture des céréales et particulièrement le blé a connu un véritable essor, ceci est dû à la forte croissance des populations consommatrices et donc à son intérêt majeur au niveau du marché mondial. Cet essor est très remarquable au niveau de la production mondiale qui a connu une évolution notable d'une décennie à une autre. Elle était de 460 millions de tonnes en 1990 et a atteint les 582,7 millions de tonnes à 1990-2000 et pour l'année 2003 la production mondiale est située aux alentours de 592,6 millions de tonnes, et s'élève pour la campagne 2010-2011 à 691,5 millions de tonnes.

Dans ce cadre, la Chine vient au premier rang avec (16,9 %) de la production mondiale, devant l'Inde (11,8 %), la Russie (9,1 %), les États-Unis (8,8 %) et la France (5,6 %) mais l'ensemble de l'Union Européenne à 27 est le premier producteur mondial avec 143 millions de tonnes en 2010 (**DJELTI, 2014**)

Depuis plus de 10.000 ans, l'histoire de la civilisation humaine et celle de la culture du blé ont évolué conjointement. Le blé constitue la première ressource en alimentation humaine et la principale source d'hydrates de carbone des pays de la zone tempérée. L'importance des surfaces consacrées au blé sur la planète dépasse celle de toutes les autres cultures (**BONJEAN et PICARD, 1990**)

**AIT-SLIMANE-AIT-KAKI, (2008)** montre que les conditions de la production ont été profondément modifiées, tandis que la consommation augmentait. Parmi les pays

producteurs de blé dans le monde, la Chine, les Etats Unis, la France, l'Inde, la Turquie, le Canada et l'Ukraine (**CLEMENT-GRANDCOURT et PRAT., 1970; PASTRE et ROA, 1993**).

La Chine et l'Inde ont multiplié par trois les surfaces consacrées au blé. Mais le plus significatif reste l'élévation des rendements mondiaux moyens : de 12 qx en 1960 à plus du double en 1990 (25,8 qx /ha). Si les pays de l'Amérique du Sud demeurent stables avec 20 qx /ha, et l'Afrique et le Proche-Orient avec 10 qx, l'Égypte et l'Arabie Saoudite ont atteint, en culture irriguée, 35 à 40 qx. (**AIT-SLIMANE-AIT-KAKI, 2008**)

### 1.2. Production de blé en Algérie

D'après **BELAGROUZ, (2013)** la superficie totale de l'Algérie est de 238 millions d'hectares dont 191 millions sont occupés par le Sahara. La superficie agricole représente 3% de ce total, la surface agricole utile (SAU) est de 7,14 millions d'hectares, dont près de la moitié est laissée en jachère chaque campagne agricole.

Les cultures herbacées couvrent 3,8 millions d'hectares. La céréaliculture constitue la principale activité après la phoeneciculture, notamment dans les zones arides. Les terres annuellement emblavées représentent 3,6 millions d'hectares, soit 50% des terres labourées. Les grandes cultures, notamment les céréales, les légumineuses alimentaires, les fourrages et les oléagineux sont des produits alimentaires de première nécessité dans l'agriculture algérienne elles constituent la consommation de base qui est estimée à environ 228 kg par habitant et par an pour les céréales (**AIT ABDALLAH-DJENNADI et al., 2010**) comparativement à l'Égypte dont la moyenne est de 131 kg/ha/an et à la France dont la moyenne est de 98 kg/ha/an (**FAO, 2007**).

La production totale des céréales est très variable d'une année à une autre sous l'effet des facteurs du climat, en particulier le manque d'eau. La production totale des céréales est loin de couvrir la demande qui est de plus en plus importante elle est d'ordre de 6.5 MT (**BADRANI, 2004**).

Selon **HAKIMI (1993)**, l'orge et le blé assuraient le gros des besoins alimentaires des habitants et de leur cheptel, au cours de la période coloniale et bien avant cette dernière.

Depuis l'indépendance, une forte demande alimentaire se faisait sentir sur le blé dur et le blé tendre, alors que l'orge prenait une destination fourragère .

La situation concernant la production nationale de blé montre une stagnation sur 34 ans à partir de 1961 à 1995, pour doubler en 1996 Cette production ne représente que 0,48 % de la production mondiale , Cette situation est due à plusieurs contraintes dont (**BELAID, 1990**) cite:

- Le travail du sol mal réalisé
- Les engrais peu utilisés
- Les variétés pas toujours adaptées aux conditions climatiques régionales

### 2. Différentes variétés de blé tendre

Le blé tendre est une monocotylédone qui est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Le genre *Triticum* appartient à la tribu des Triticées au sein de la famille des Poacées et plus largement au groupe des angiospermes monocotylédones ( **BOLOT *et al.* , 2009 et FEUILLET, 2000**).

Les botanistes classe le blé tendre dans le groupe des blés hexaploïdes ( $2n= 42$ ). Le blé hexaploïde *Triticum aestivum* à génome est très vraisemblablement apparu seulement après la domestication des blés diploïdes et tétraploïdes (**CHERVET *et al.* , 2005**).

Selon **CNCC, (2015)** Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plants, il y a 34 variétés de blé tendre cultivés en Algérie:

Andana , Ain abid, Akhamokh, Almirante, Anapo, Anforeta, Anza, Arz, Bonpain, Boumerzoug, Buffalo, Djanet, Djemila, El Wifak, Florence Aurore, HD1220 (Hiddab), Hodna, Guadalupe, Mahon Demias, Massine, Mezghana, Mimouni, Nesser, Orion, Pinzon, Rmada, Salama, Sensas Sidi Okba, Tamezghida, Tessalah, Tidis, Ziad, et Zidane.

### 3. Cycle physiologique du blé

Selon **CHABI *et al.* , (1992)** le cycle annuel est une série d'étapes séparées par des stades repères, permettent de diviser le cycle évolutif du blé en deux grandes périodes

- Une période végétative.
- Une période reproductrice.

### **3.1. Période végétative:**

Elle débute par la germination qui correspond à une activation métabolique de l'embryon décelable par les échanges respiratoires de la graine. C'est un processus préparatoire à l'élongation de la radicule et du coléoptile (**BOYELDIEU, 1999**). La levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse la coléoptile. Le stade début tallage est repéré dès que la plante possède trois à quatre feuilles et une tige sur le maître brin à l'aisselle de la feuille la plus âgée (**GATE, 1995**).

Elle s'étend de la germination à l'ébauche de l'épi. On y trouve deux stades:

#### **3.1.1. Phase Germination – levée**

La germination est le passage de la semence de l'état de vie lente à l'état de vie active. Le grain de blé ayant absorbé au moins 30% de son poids en eau. Le coléoptile joue un rôle protecteur et mécanique pour percer le sol. A la levée les premières feuilles amorcent la photosynthèse. Néanmoins les réserves du grain continuent à être utilisées. On parlera de levée lorsque 50% des plantes seront sorties de la terre (**CHABIET *et al.*, 1992**).

#### **3.1.2. Phase Levée- Tallage**

Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale primaire. Il est caractérisé par trois caractéristiques:

- Formation du plateau de tallage
- Emission des talles
- Sortie de nouvelles racines.

L'importance du tallage dépendra de la variété, de la densité de semis, de la densité d'adventices et de la nutrition azotée (**CHIKHI, 1992**). Le tallage marque la fin de la période végétative et le début de la phase reproductrice, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (**GATE, 1995**).

### 3.2. Période reproductrice

La période reproductrice se caractérise par la formation et la croissance de l'épi. Elle s'étend du stade épi 1cm, montaison, au stade de la floraison. La montaison débute à la fin du tallage. Elle se distingue par l'allongement des entre-nœuds et la différenciation des pièces florales (**CLEMENT -GRANDCOURT et PRATS, 1970**). Le stade de l'épiaison – floraison se réalise au stade méiose pollinique, la gaine de la dernière feuille s'écarte progressivement suite à l'allongement des derniers entre-nœuds de la tige, la gaine s'éclate et le sommet de l'épi sort de la dernière gaine (**GATE, 1995**).

Elle comprend la formation et la croissance de l'épi ; elle se caractérise par :

#### 3.2.1. Phase Montaison Gonflement

Elle se manifeste à partir du stade épi à 1 cm, c'est la fin du tallage herbacé et la tige principale ainsi que les talles les plus âgées commencent à s'allonger suite à l'élongation des entre-nœuds, auparavant emplies sous l'épi (**BELAID, 1996**).

Il est suivi du stade 1 à 2 nœuds où les nœuds sont aisément repérables sur la tige. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (**MERIZEK, 1992**).

#### 3.2.2. Epiaison – fécondation

C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux et que va s'effectuer la fécondation. Le nombre de fleurs fécondées durant cette période critique dépendra de la nutrition azotée et l'évapotranspiration (**CLEMENT et PRATS, 1970**).

Elle correspond au maximum de la croissance de la graine qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de transpiration qui influencent le nombre final de grain par épi.

#### 3.2.3. Grossissement du grain

Il correspond à la croissance de l'ovaire. Il s'agit d'une phase d'intense activité de la photosynthèse. A la fin de cette phase 40 à 50% de réserves se sont accumulées dans le grain qui, ayant bien sa taille définitive, reste mou et de couleur verte. C'est le stade grain laiteux (**CLEMENT et PRATS, 1970**).

### 3.2.4. Maturation du grain

A ce stade, l'élongation du dernier entre-nœud assure l'élévation de l'épi au-dessus de la dernière feuille. Le stade gonflement du grain est marqué par une photosynthèse intense pour l'élaboration des substances de réserve, l'amidon qui migre vers l'albumen du grain qui grossit tandis que l'embryon se forme. Cette migration nécessite une circulation d'eau, il peut y avoir échaudage en cas de stress hydrique (MOULE, 1998). Le grain subit trois stades, du grain laiteux au pâteux au grain dur. Entre les stades laiteux et pâteux, la quantité d'eau contenue dans le grain est stable, c'est le palier hydrique (ROBERT *et al.*, 1993).

## 4. Gestion de l'irrigation sur la culture de blé

### 4.1. Définition de l'irrigation

L'irrigation de culture peut-être définie comme étant l'application d'une quantité limitée d'eau aux cultures quand les précipitations ne fournissent pas suffisamment d'eau pour la croissance des plantes afin d'augmenter et de stabiliser les rendements. C'est une intervention temporaire, selon la disponibilité en eau, pour augmenter l'évapotranspiration (BOUTHIBA, 2007).

### 4.2. Irrigation en début de cycle

Les irrigations en début de cycle permettent une levée précoce et une couverture rapide du sol et augmentant l'efficacité d'utilisation de l'eau. De bonnes conditions d'alimentation hydrique de la phase 3 nœuds à début tallage permettant au blé de composer la baisse du peuplement épi par une fertilité des épis supérieurs. Des auteurs insistent sur l'irrigation du blé avant le semis pour améliorer la recharge en eau du sol car le rendement en grains est significativement amélioré. (BOUTHIBA, 2007)

### 4.3. Irrigation en fin de cycle

L'irrigation complémentaire en fin de cycle est devenue une nécessité en climat aride et semi-aride car la sécheresse affectant ces régions et souvent régulière et quasi permanente à partir des mois d'avril avec le début de l'augmentation de la demande d'évaporation et le déficit en eau du sol, ce qui se traduit par une pénalisation des rendements de blé (BOUTHIBA, 2007)

Selon BOUTHIBA, (2007) les conditions climatiques durant la période de remplissage du grain semblent être crucialement importantes pour la détermination de la

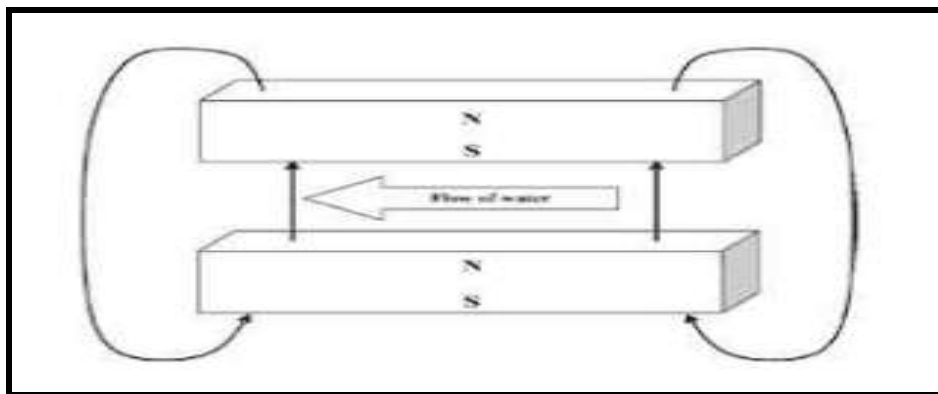
qualité du grain en environnement méditerranéen. Le rendement en grains est positivement corrélé avec l'utilisation de l'eau en post-floraison avec un coefficient de corrélation de 0.59.

## 5. Magnétisation de l'eau

### 5.1. Définition

Magnétiser une eau c'est lui céder la propriété vitales qui animent les eaux stagnantes tels que l'eau de pluie, l'eau de forge et l'eau de rivière de torrent, c'est réanimer cette eau (LIN et YOTVAT in MARWENI, 2015).

La magnétisation de l'eau est l'opération par laquelle on restitue à l'eau ses qualités énergétiques et vitales. Une eau restructurée est une eau qui a retrouvé sa vitalité, donc la puissance de son électromagnétique lui permettant de recréer des liens ou structures caractérisant l'eau vivante (fig. 1)

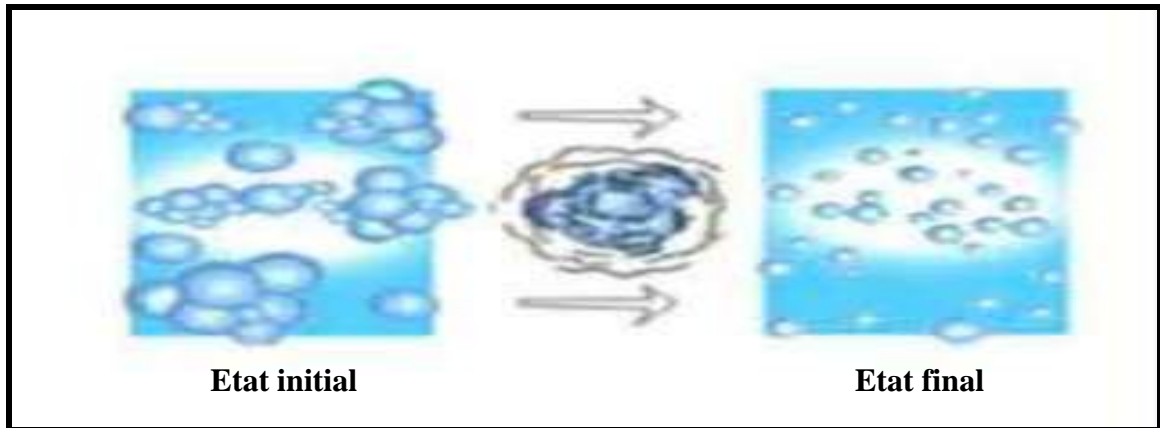


**Figure 1.** Schéma du champ magnétique et de la direction de l'eau au cours du traitement (MAHESHWARI et GREWAL, 2009) in (MARWENI, 2015)

MARWENI, (2015) montre qu'une eau magnétisée, redynamisée sur le plan moléculaire, retrouve son pouvoir inné d'absorption de l'oxygène ; elle est aussi moins tendue en surface. La magnétisation permet d'obtenir une eau hautement énergisée, contrairement à l'eau fournie par le réseau public qui perd toute vitalité.

La magnétisation vise à rectifier la nature subtile de l'eau qui peut produire des effets positifs sur la santé. La magnétisation de l'eau permet d'éclater les groupements de molécules en de plus petits amas qui hydrateront mieux les cellules des corps (fig. 2)





**Figure 2.** La structure de l'eau dynamisée en micromolécules (micro cluster) (MARWENI, 2015).

### 5.2. Propriétés d'eau magnétisée

Selon **MARWENI, (2015)** les propriétés de l'eau magnétisée sont les suivant:

- Elle augmente considérablement sa fréquence vibratoire qui passe de 1011 à 1015 hertz, la fréquence de la lumière visible.
- Elle favorise l'ionisation des molécules d'eau.
- Plus des ions hydroxyde (OH<sup>-</sup>) sont créés pour former des molécules alcalines, et réduire l'acidité.
- Elle détruit les masses d'eau inertes pour créer une majorité d'isomères trimères .
- Elle transforme une eau oxydée en eau réduite et produit des électrons libres.

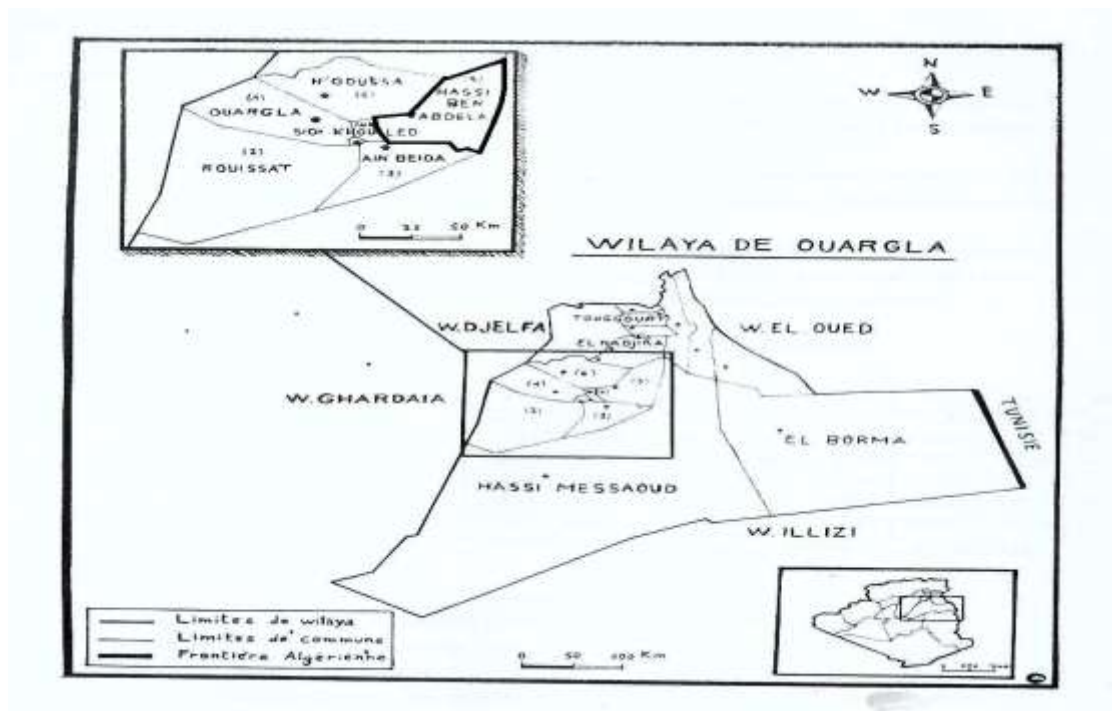
## 6. Présentation de la région de Ouargla

### 6.1. Situation géographique

La wilaya est située dans la partie Sud Est du pays. Le chef-lieu de la wilaya est située à 820 km au Sud de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 162 628 Km<sup>2</sup>. Elle est limitée :(fig. 3)

- Au Nord, par les wilayas de Djelfa, Biskra et El Oued
- Au Sud, par Illizi et Tamanrasset
- A l'Est, par la Tunisie et la wilaya d'El Oued
- A l'Ouest, par Ghardaïa

Administrativement, la wilaya de Ouargla est composée de 21 communes regroupées en 10 daïras. La région de Ouargla regroupe 6 communes à savoir ; Ouargla, Rouissat, N'Goussa, Sidi Khouiled, Ain Beida et Hassi Ben Abdellah. Cette région se localise au fond d'une large cuvette de la vallée de l'Oued M'ya et couvre une superficie de 99000 ha.



**Figure 3.** Limite géographique et découpage administratif de la Wilaya d'Ouargla  
(CHINOUNE, 2004)

## 7. Climat

Le climat qui caractérise la région de Ouargla est un climat saharien caractérisé par des fortes températures, un déficit hydrique, une humidité de l'air très faible, des vents forts et fréquents en printemps surtout et en période sèche durant presque toute l'année (BEBBA, 2011).

**Tableau 1** Données climatiques d'Ouargla entre 2008 et 2017 (O.N.M. Ouargla, 2015)

Mois	T min (°C)	T max (°C)	T moy (°C)	H min (%)	H max (%)	V(m/s)	Insolation (h)	Pluie (mm)	E(mm)
Jan	4.7	17.5	11.1	31.8	78.7	7.97	248	8.51	93.5
Fév	6.3	19.2	12.75	28.3	68.6	8.81	241	3.15	125
Mar	9.5	23	16.25	23.8	63.4	9.33	268	5.19	182
Avr	13.7	27.7	20.7	19.4	53.6	10.1	289	1.48	234
Mai	18	31.8	24.9	16.7	45.1	10.39	309.3	1.58	307.5
Juin	22.4	36.4	29.4	15.3	40.7	9.936	234.35	0.81	366.4
Juil	25.1	39.3	32.2	13.4	34.8	8.835	319.8	0.35	433.3
Aout	24.6	38.4	31.5	14.8	38.9	8.613	340.1	0.27	384.5
Sept	21.1	34.3	27.7	20.3	52.4	9.17	264	5.16	271
Oct	15.5	28.8	22.15	25	61.9	7.894	266.9	6.2	203.7
Nov	9.4	22.2	15.8	31.2	74.1	7.25	249.86	2.69	121.5
Déc	5.4	17.8	11.6	36.7	81.2	7.06	231	3.8	83.4
moyenne	14.64	28.03	21.34	23.06	57.78	8.78	271.7758		
cumul ↑								39.19	2805.8

Source : O.N.M Ouargla 2018 (2008 à2017)

### 7.1. Températures

La région de Ouargla est caractérisé par une température moyen qui varié entre 11.1°C en janvier et 32.2 C° en juillet. La température minimal la plus faible est enregistré durant le mois de janvier soit 4.7 C° alors que la maximal est enregistré durant le mois de juillet soit 39.3C°.

### 7.2. Précipitations

La quantité la plus important de pluie est enregistrée en janvier 8.51 mm .pour par contre la plus faible en Aout 0.27 mm.

### 7.3. Vents

Les vents dans la région d'Ouargla soufflent pendant toute l'année avec des vitesses variables. La vitesse de vent maximal est de 10.39 m/s enregistré en mai et la plus faible en décembre soit 7.06 m/s .

### 7.4. Humidité relative de l'air

L'humidité la plus élevée au cours de la période 2008/2017 est égale à 78.7 % en janvier et 81.2% en décembre, par contre les taux les plus faibles sont enregistrés en juillet et août soit respectivement 13.4% et 14.8%

### 7.5. Insolation

La durée maximale d'insolation est de 340.1 heures en aout, cependant le mois où l'insolation est minimale en décembre soit 231 heures.

### 7.6. Evaporation

La région de Ouargla est caractérisée par une évaporation importante avec une moyenne annuelle de 233.82 mm, et un maximum mensuel de 433.3 mm en juillet et un minimum mensuel de 83.4 mm en décembre.

### 7.7. Classification bioclimatique

Nous avons utilisé le diagramme ombrothermique de GAUSSEN (fig. 4) et le Climagramme d'EMBERGER pour caractériser le climat de la région d'Ouargla.

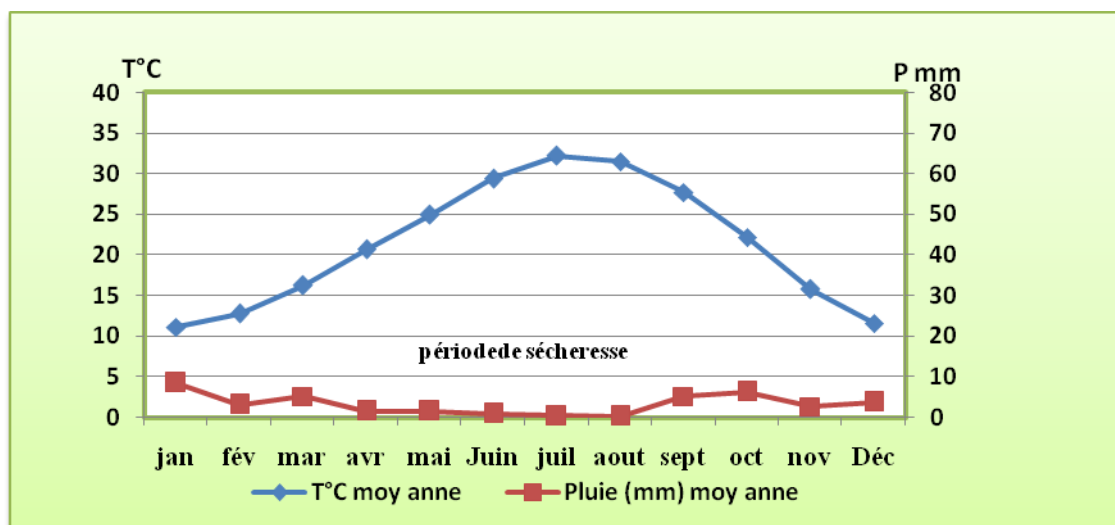


Figure 4 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de Ouargla (2008-2017)

Le diagramme ombrothèrmique de GAUSSEN montre que la durée de la période sèche à Ouargla s'étale durant toute l'année. (Figure 2)

Le climagramme d'EMBERGER (1971) qui propose un quotient pluviométrique pour l'analyse des formes climatiques méditerranéennes.

STEWART (1969) in (SIBOUKEUR, 2016) a montré que pour l'Algérie et le Maroc, la formule s'écrit comme suite :  $Q_3 = 3,43P / M-m$

**P** : Pluviosité moyenne annuelle en mm ;

**M** : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C ;

**m** : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en °C ;

Le quotient thermique ( $Q_3$ ) est de 0.32 donc Ouargla est caractérisé par un bioclimat hyper aride (saharien) à hivers doux (Fig. 5).

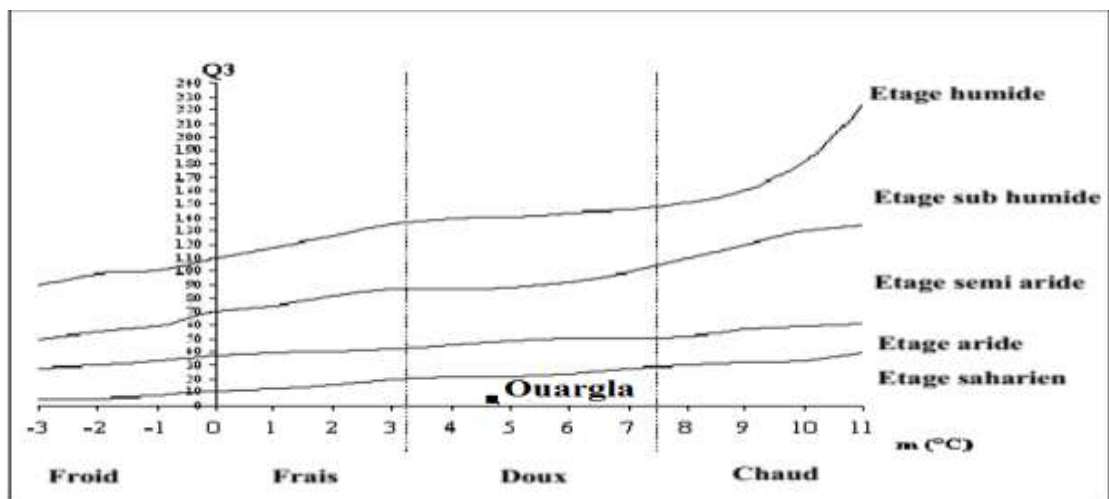


Figure 5. Climagramme d'EMBERGER de la région de Ouargla (2008-2017)

## 8. Hydrogéologique

Les ressources en eaux dans la région d'Ouargla sont représentées essentiellement par les nappes souterraines suivantes :

### 8.1. Nappe albienne (complexe intercalaire) :

Nappe varie suivant les zones Sahariennes, elle est captée dans la région de Ouargla entre 1120 et 1380 m de profondeur avec un écoulement général du Sud vers le Nord. Les eaux de l'albien sont beaucoup plus chaudes, ils arrivent en surface à une température de 55°C et une faible teneur en sels variant entre 1.7 à 2 g/l (BEBBA , 2011)

### **8.2. Nappe du mio-pliocène (nappe du sable)**

C'est la nappe la plus exploitée, c'est elle qui a permis la création des palmeraies irriguées, elle s'écoule du Sud-ouest vers le Nord-est en direction du chott MELGHIG. Cette nappe se trouve à une profondeur de 60 à 200 m, sa salinité varie de 1.8 à 4.6g/l, et sa température varie de 23 à 25 °C. **(BEBBA, 2011)**

### **8.3. Nappe sénonien (nappe du calcaire)**

C'est une nappe mal connue et son exploitation est négligeable à cause de la faiblesse du rendement de ses puits. Il est formé de calcaires, calcaires dolomitiques ou marneux, d'anhydrite et gypse, sa puissance de 350m ,200m à Touggourt, 360m à Meghaier. Il n'est pas très exploité. L'artisanisme étant à l'origine plus important au Nord. **(BEN SAADIA et GHEBBACHE ,2014)**

### **8.4. Nappe phréatique**

Elle est contenue dans les sables alluviaux de la vallée, à une profondeur de 1 à12 mètres selon les lieux et la saison. Son écoulement est du sud vers le nord, suivant la pente de la vallée **(ROUVILOIS-BRIGOL, 1975)**.

## II. Matériel et méthodes

### 1. Matériel d'étude

#### 1.1. Choix de la région

La commune de Hassi Ben+ Abdallah est située à 30 km du chef-lieu de wilaya de Ouargla et à 8 km de son chef-lieu de daïra Sidi Khouiled. Elle s'étend sur une superficie de 1762 km<sup>2</sup>. Cette commune est considérée comme une zone potentielle pour le développement de l'agriculture à travers la création des périmètres de mise en valeur et de concession destinés à la promotion d'une agriculture d'entreprise à base des cultures stratégiques comme les céréales sous pivots pour ces raisons on a choisi la région de Hassi Ben Abdallah.

#### 1.2.Choix des sites expérimentaux

Les essais ont été menés sur trois sites expérimentaux qui se localisent sur 3 exploitations agricoles à savoir ; l'exploitation de BABZIZ (Fig.6), l'exploitation de BABA HAMMOU et celle de BELKHALOUAT (Fig.7).



**Figure6** Carte de la localisation d'exploitation de BABZIZ



**Figure 7.** Carte de la localisation des exploitations de BABA HAMMOU et BEN KHELWAT

### 1.3. Matériel végétal

L'étude a été réalisée sur la variété de blé tendre **HD1220** inscrite au catalogue officiel des variétés cultivées en Algérie.

## 2. Méthodes d'étude

### 2.1. Dispositif expérimental

L'expérience a été conduite au cours de la campagne 2017/2018 dans la région de Ouargla.

#### 2.1.1. Objectifs

Il s'agit de mettre en place un essai, ayant pour but l'étude du comportement de la variété du blé tendre **HD1220**, en utilisant des eaux magnétisées et en utilisant l'irrigation par asperseur et par pivot central .

#### 2.1.2. Composantes du protocole expérimental

Les parcelles choisies diffèrent selon les modèles d'irrigation et l'utilisation de la magnétisation de l'eau. Il s'agit des :



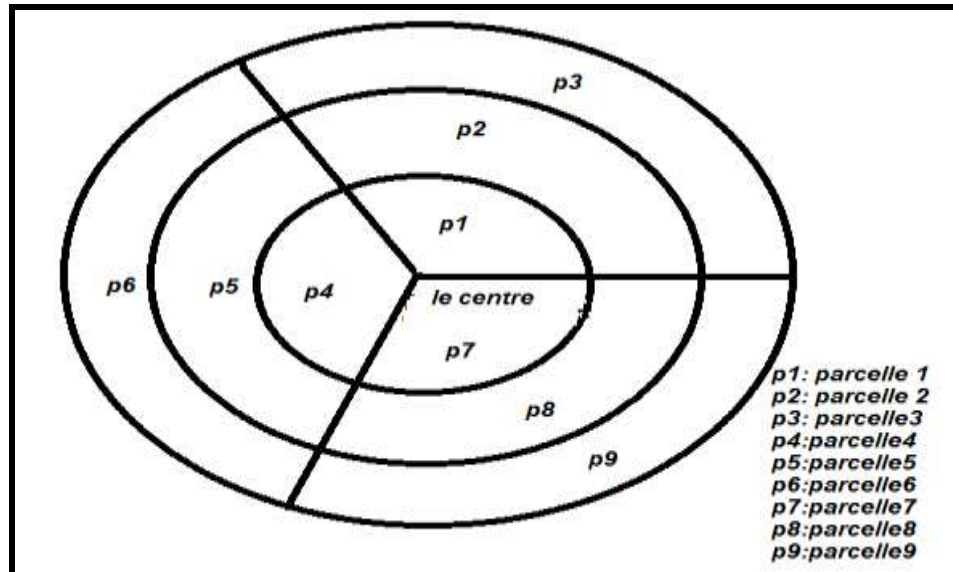
- **Site 1** : Périmètre agricole de BELKHELWAT avec parcelle sous pivot et magnétisation d'eau ;
- **Site 2** : Périmètre agricole de BABA HAMMOU avec parcelle sous pivot sans magnétisation d'eau ;
- **Site 3** : Périmètre agricole de BABZIZ Omar avec parcelle sous aspersion et magnétisation d'eau.

**Tableau2** Caractéristiques des trois sites expérimentaux

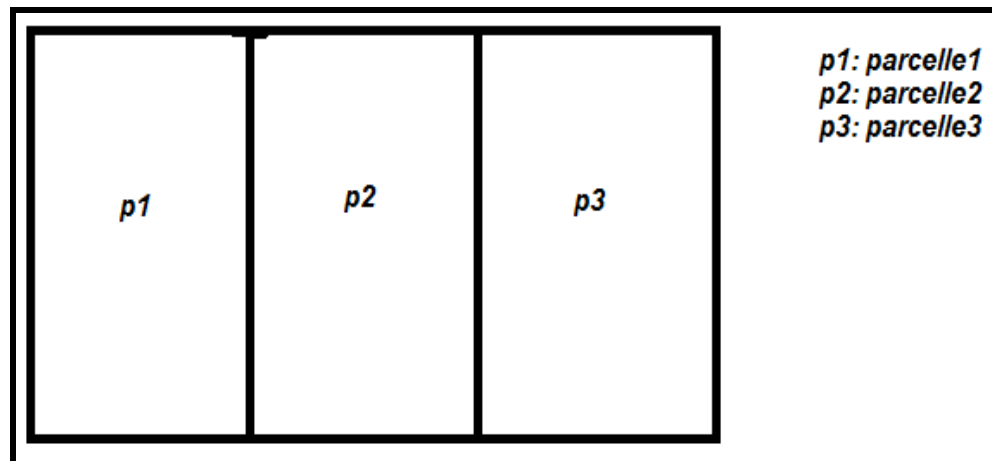
	<b>Site1</b>	<b>Site 2</b>	<b>Site 3</b>	<b>Total</b>
Irrigation	Pivot	Pivot	Aspersion	2 systèmes
Magnétisme	Existant	Sans	Existant	2 cas
Nombre de parcelle	9	9	3	21 parcelles
Surface	25 ha	25 ha	0.5 ha	50.5 ha
Culture	Blé tendre	Blé tendre	Blé tendre	1 espèce
Variété	HD 1220	HD 1220	Maouna	2 variétés

### **2.1.3. Dispositif expérimental ( dispositif aléatoire complet )**

Les blocs des sites expérimentaux sont divisés en parcelles. Le pivot est divisé en 3 blocs. Chaque bloc se compose de trois parcelles placées du centre vers la périphérie dans le cas de l'aspersion, on a trois blocs.



**Figure 8** Dispositif expérimental sous pivot



**Figure 9** Dispositif expérimental sous l'aspersion

### 3. Echantillonnage et analyse du sol et de l'eau

#### 3.1. Echantillonnage du sol

Dans chaque parcelle on réalise 3 points d'échantillonnage probabilité qu'on mélange pour obtenir des échantillons représentatifs de la parcelle. L'échantillonnage est réalisé selon les profondeurs suivantes :

1. 0-40 cm
2. 40-80 cm
3. 80-120 cm

L'échantillonnage du sol est effectué avant le semis et au cours de cycle végétal de culture de blé. Dans ce dernier cas, ce prélèvement concerne uniquement la première couche allant du 0 à 40 cm.

### 3.2. Echantillonnage de l'eau

Le forage de BABAHAMMOU a une profondeur de 160 m, la nappe de ce forage est de type mio-pliocène. On a laissé la conduite ouverte pendant 10 minutes ensuite on a rempli la bouteille à ras bord. Les échantillons sont acheminés au laboratoire pour mesurer la conductivité électrique, le pH et le résidu sec. Cependant les résultats des analyses du forage de BENKHELWAT ont été obtenus à partir de l'ANRH.

## 4. Méthodes d'analyse du sol

Les paramètres utilisés pour l'analyse du sol sont :

- a) La granulométrie : (**tamissage**)
- b) La densité apparente, ce paramètre a été mesuré après 112 Jours du semis (01/05/2018) au stade de la maturation.
- c) **La quantité d'eau du sol disponible** (ESD) pour la plante au niveau de l'exploitation cultivée est évaluée par l'expression fonction de l'humidité pondérale observée (H%), l'humidité au point de flétrissement (Hf= 11%), la densité apparente du sol ( $d_a = 1.35$ ) et la profondeur utile du sol (Z, mm), paramètres notés par **CHENNAFI et al., (2011)**. in **(BELAGROUZ, 2013)**

$$\text{ESD (mm)} = [(H\% - H_f) / 100] \times Z \times d_a$$

- d) L'humidité du sol
  - e) La matière organique
  - f) Calcaire totale
  - g) Gypse
  - h) Le pH
  - i) La CE
- **Mesure du pH** : Il est mesuré par un pH-mètre avec l'utilisation de l'extrait dilué du sol/eau = 1/5, selon l'échelle (**MATHIEU et PIELTAIN, 2009**).

- **Mesure de la conductivité électrique (CE) :** Elle est mesurée par un conductimètre avec l'utilisation de l'extrait dilué du sol/eau = 1/5, selon la norme (MATHIEU et PIELTAIN, 2009).
- **Fractionnement granulométrique :** La méthode utilisée est le tamisage de la terre fine (<2 mm), après agitation de 200 g de terre sèche dans 500 ml d'eau. Nous avons passé les échantillons séchés dans une série de tamis de mailles décroissantes (1 mm, 0,5 mm, 0,2 mm, 0,1 mm et 0,05 mm).
- **Matière organique :** par calcination à l'aide d'un four à moufle (MATHIEU et PIELTAIN, 2009)
- **Dosage du calcaire :** Le dosage du calcaire a été effectué par la méthode gazométrique en utilisant le calcimètre de Bernard (MATHIEU et PIELTAIN, 2009).
- **Dosage du gypse :** Le dosage du gypse est fait par la méthode gravimétrique qui se base sur la précipitation des ions  $\text{SO}_4$  sous forme de  $\text{BaSO}_4$  par l'utilisation du Chlorure de Baryum (COUTINET, 1965)



### Test de Wilcoxon

Le test de la médiane utilise très peu d'information et comme le test du signe il est peu puissant. On introduit alors le test de Mann-Whitney-Wilcoxon qui est une extension du test des signes et rangs. Ce test est utilisé pour comparer deux échantillons qui ne peuvent se distinguer que par un glissement de leur position. Aussi, pour utiliser ce test, on fait l'hypothèse que la dispersion des deux échantillons est comparable. (MONBETV, 2009)

## 5.Méthodes de suivi de la culture du blé

Les notations effectuées au cours du suivi ont porté sur la détermination de :

- Nombre de plants levés et du nombre de talles émises par unité de surface à la fin de la phase tallage herbacée.
- Durée de la phase végétative est comptée en nombre de jours calendaires de la levée à la date de sortie de plus de 50% des épis par parcelle élémentaire.
- Durée du cycle de développement de la plante est comptée en nombre de jours de la levée à la date de la maturité physiologique marquée par l'apparition de la couleur jaune paille des épis.
- Hauteur des plantes est mesurée du sol jusqu'au sommet de la strate moyenne des épis, barbes non incluses.(10 plantes)
- Maturité un segment de rang de 1m de long a été fauché à ras du sol, par parcelle élémentaire, et sur lequel a été effectuée la mesure de la biomasse aérienne, par pesage du produit de l'échantillon récolté sans passage à l'étuve.
- Surface de la feuille étandard est estimée par le produit de la longueur (L, cm<sup>2</sup>) par la largeur (l cm<sup>2</sup>) par le coefficient 0.697 (**BELKHARCHOUCHE et al.**, 1979).

$$SF (cm^2) = 0.607 (L * l)$$

- Comptage des épis est déterminé à partir des épis présents dans le bottillon fauché, le nombre est ramené au m<sup>2</sup>.
- Rendement grain est estimé sur la base du poids des graines de l'échantillon récolté et à partir de la moisson des parcelles de l'essai.
- Indice de récolte est déduit par le rapport du rendement grain sur la biomasse aérienne.
- Poids de mille grains est estimé à la partir du comptage et pesage de1000 graines à l'aide de l'appareil de comptage.
- Nombre de grains par m<sup>2</sup> est déduit par la formule :

$$NGM^2=1000*(Rdt/PMG)$$

- NGM<sup>2</sup> est le nombre de grains produit par m<sup>2</sup>
- RDT est le rendement grain (g / m<sup>2</sup>)
- PMG est le poids de 1000 grains

### III. Résultat et discussion

#### 1. Etude physico-chimique du sol

##### 1.1. Etude physique du sol

##### 1.1.1. Granulométrie

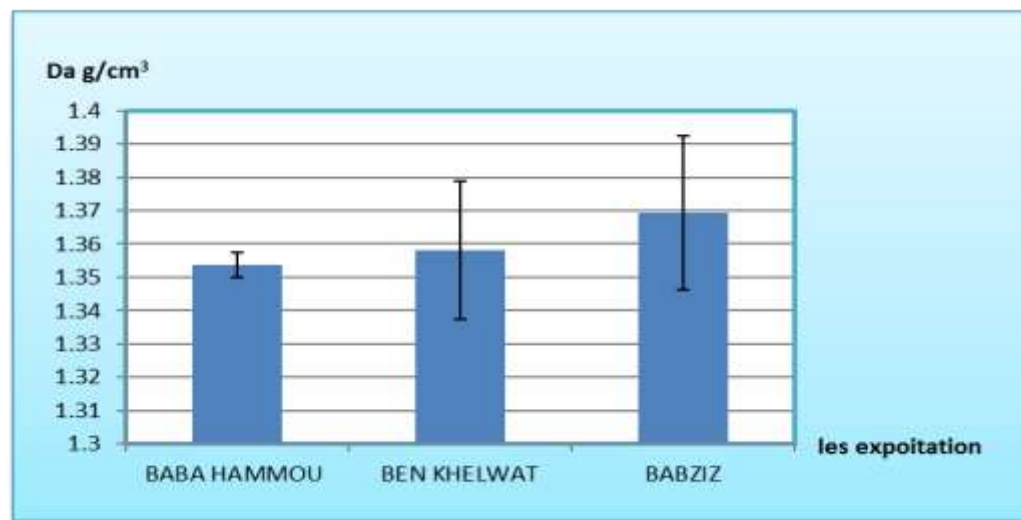
L'analyse granulométrique montre la dominance de la fraction sable moyen du sol dans la couche (0-40 cm) soit une moyenne de 38% ,37% et 34% dans les exploitations de BABA HAMOU, BEN KHELWAT et BABZIZ respectivement (Tab.3), alors que la fraction argile +limons est très faible. Nous avons enregistré dans la deuxième profondeur (40-80cm) des valeurs égales à 41% ,47 et 44% pour les exploitations de BABA HAMOU, BEN KHELWAT et BABZIZ respectivement. Toutefois, dans la dernière couche (80-120cm) la fraction sable moyen dépasse les 50 % dans les exploitations de BEN KHELWAT et de BABZIZ, sauf dans l'exploitation de BABA HAMOU est égale à 42,55 %.

**Tableau 3** Granulométrie des sols dans les Trois exploitations étudiés

Exploitation	profondeur	sable très grossier%	sable grossier%	sable moyens%	sable fins%	sable très fin%	limon+ argile%
<b>BABA HAMMOU (E1)</b>	<b>(0-40)</b>	3.1992	11.7243	<b>38.2258</b>	20.8826	6.5373	0.9999
	<b>(40-80)</b>	5.2417	17.0276	<b>41.8643</b>	13.8173	4.0779	0.7798
	<b>(80-120)</b>	3.5274	15.5442	<b>42.5483</b>	11.5569	2.6473	0.8254
<b>BEN KHELWAT (E2)</b>	<b>(0-40)</b>	1.9056	9.5462	<b>37.9044</b>	19.8731	4.3261	0.4138
	<b>(40-80)</b>	1.8033	9.9363	<b>47.2104</b>	17.3626	4.6503	0.3386
	<b>(80-120)</b>	4.3352	14.8461	<b>50.714</b>	7.9654	2.4619	0.3991
<b>BABZIZE (E3)</b>	<b>(0-40)</b>	7.0387	14.807	<b>34.0748</b>	21.4774	4.7992	0.44
	<b>(40-80)</b>	6.9017	21.5418	<b>44.5441</b>	12.9284	3.0147	0.7886
	<b>(80-120)</b>	3.8752	13.9277	<b>50.2937</b>	14.852	5.5051	0.5046

### 1.1.2. Densité apparente du sol

On a enregistré la valeur la plus élevée de densité apparent dans l'exploitation de BABZIZE qui est de  $1.37 \pm 0.023 \text{ g/cm}^3$  et de  $1.36 \pm 0.02 \text{ g/cm}^3$  dans l'exploitation de BEN KHELWAT ; alors que dans l'exploitation de BAB HAMMOU est de  $1.35 \pm 0.003 \text{ g/cm}^3$ . (fig. 10)

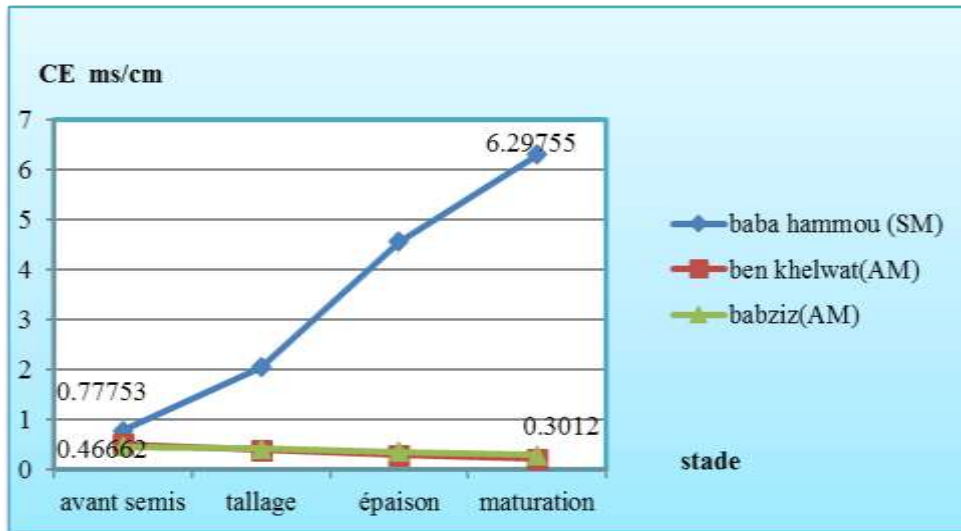


**Figure10** Variation de densité apparente à la fonction des exploitations

### 1.1.3. Conductivité électrique (CE)

La salinité des sols mesurée dans les trois exploitations est variable. En utilisant l'échelle de la salinité du sol de l'extrait 1 :5 (MATHIEU et PIELTAIN, 2009) (Annexe1), la salinité des sols irrigués par des eaux non magnétisé de BABA HAMMOU est la plus élevée. Elle accroit de 0.77 mS/cm avant le semis jusqu'à 6.30 mS/cm au stade maturation, donc de la classe légèrement salée vers la classe extrêmement salé. Cependant, les exploitations de BEN KHELWAT et BABZIZ irriguées par des eaux magnétisées leur salinité reste faible avant et au cours de cycle végétative de la plante où elle varie de 0,225 à 0,514 mS/cm donc dans la classe non salé (Fig. 11). Le test statistique de wilcoxon confirme que la salinité du sol diffère significativement entre les deux traitements avec une p-value égale à  $2.193 \cdot 10^{-15}$  (Annexe 7).

Selon **DAOUD et HALITIM, (1994)** la présence de sel dans le sol cultivé au Sahara peut provient essentiellement de l'eau d'irrigation. Alors que (**MARCUM in NADJMI, 2013**) montre que la salinité du sol est l'une des principales contraintes environnementales qui limitent la production végétale dans les régions arides.



**Figure 11** Evolution de conductivité électrique du sol dans les trois exploitations en fonction du cycle végétative de la plante

#### 1.1.4. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH des sols mesurés dans les trois exploitations est variable. En utilisant l'échelle de normes d'interprétation de pH-eau du sol de l'extrait 1 :5 (**AUBERT, 1978**)(Annexe2), le pH des sols irrigués par des eaux magnétisé de BEN KHELWAT et BABZIZ sont de 7.6 au première profondeur (0 – 40cm) et de 7.8 et 7.5 au deuxième profondeur (40-80cm) ,et au dernier profondeur(80-120cm) on enregistre les valeurs 7,7 et 7,5 . Cependant, l'exploitation de BABA HAMMOU irriguées par des eaux non magnétisées leur pH reste faible dans les deux dernières profondeurs (40-80) et (80-120cm) où elle est de 7.5 à 7.4 successivement par rapport la première profondeur (0-40 cm) qu'il est de 7.7. Toutefois, dans toutes les exploitations le sol contient de même classe de légèrement alcalin (Fig. 12).



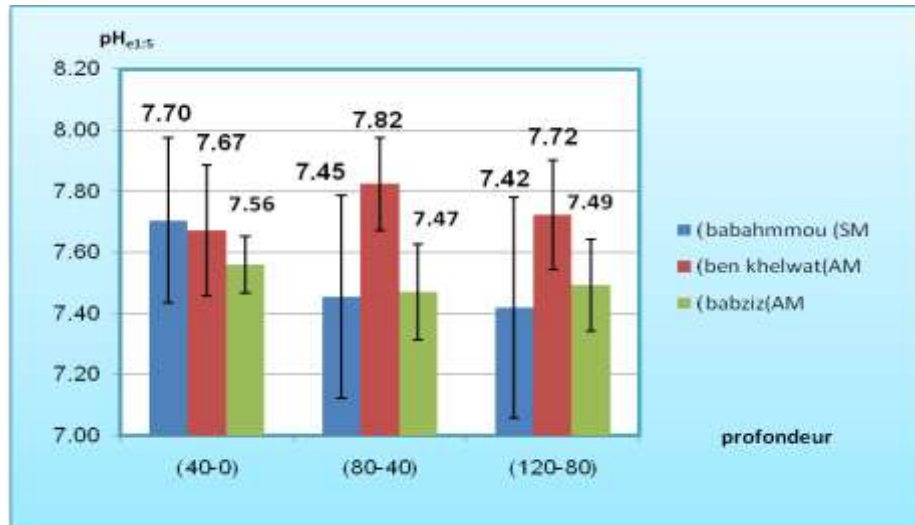


Figure 12 Evolution du pH en fonction de la profondeur

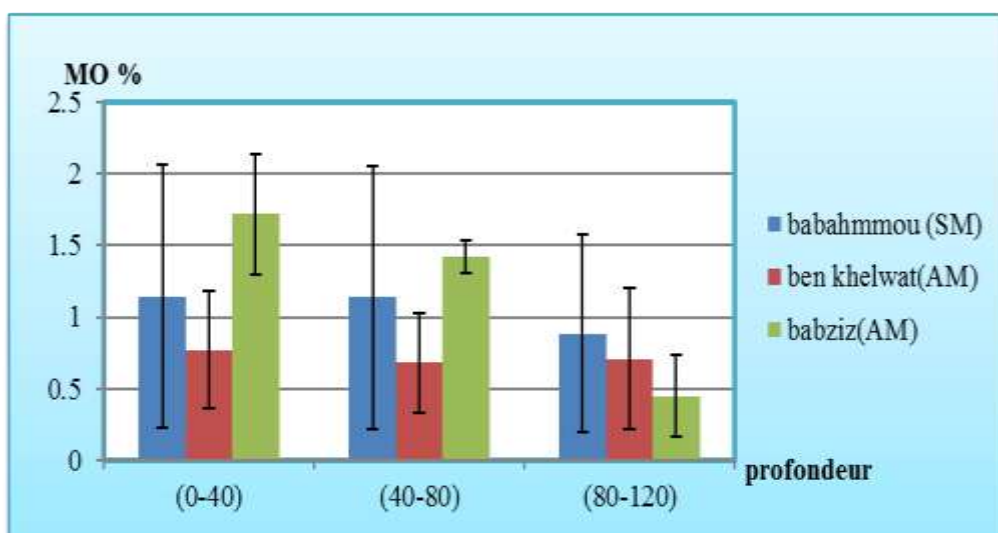
## 1.2. Etude chimique du sol

### 1.2.1. Matière organique

On a enregistré une teneur moyenne de la matière organique la plus élevée dans l'exploitation de BABZIZE par rapport aux autres exploitations surtout dans les deux premières profondeurs, soit  $1.71 \pm 0.41\%$  pour la profondeur (0-40 cm) et de  $1.42\%$  pour la deuxième profondeur (40-80 cm). Dans la troisième profondeur (80-120 cm) la teneur en MO est égale à  $0.45\%$ . Cependant on a enregistré des faibles teneurs de la MO dans l'exploitation non magnétique soit  $1.14\%$  et  $1.13\%$  dans les deux premières profondeurs et de  $0.88\%$  à la dernière profondeur. Alors que dans l'exploitation avec magnétisme on a enregistré une teneur de MO soit  $0.77\%$ ,  $0.78\%$  et de  $0.71\%$  dans les trois profondeurs (fig. 13). Toutefois, en utilisant l'échelle de matière organique de (MORAND, 2001) (Annexe 3), le sol des trois exploitations possède de très faibles teneurs en matière organique. La teneur de la matière organique varie en fonction du système pratiqué, du travail du sol et de la profondeur du sol. Selon CHIAHI (2016), la teneur en matière organique varie en fonction des systèmes d'irrigation et du traitement de l'eau. Le test statistique de Wilcoxon confirme que la teneur du sol en MO diffère significativement entre les deux traitements (avec magnétisme et sans magnétisme) avec une p-value égale à  $0.0005549$  (Annexe 7).

LIMAMOULAYE, (1988) déclare que pour les sols du type de celui étudié et dont le niveau de fertilité avait considérablement baissé par suite d'une culture continue sans mesures

appropriées d'entretien de la fertilité, les apports de matière organique ont une influence très nette sur le développement et la production de la culture. Ces apports améliorent le niveau de fertilité du sol, notamment par la réduction de l'acidité, et par l'accroissement des réserves en éléments échangeables. Cependant pour les systèmes à base de céréales et de légumineuses, le maintien de la productivité végétale dépend plus ou moins étroitement des pratiques de fertilisation organique (fumier, compost) ou organo-minérale et des niveaux des stocks organiques des sols, aussi bien pour des agricultures traditionnelles que pour des agricultures plus intensifiées. (FELLER, 1995)



**Figure 13** Evolution de la matière organique en fonction de la profondeur

### 1.2.2. Calcaire totale

Les teneurs en carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  du sol révèlent une forte concentration avec une augmentation en profondeur, mettant en évidence un gradient de décarbonatation (fig. 14).

On utilisant l'échelle de calcaire totale (BAIZE, 2000) (Annexe 4). Les teneurs moyenne enregistrés en  $\text{CaCO}_3$  pour le première couche (0-40) sont  $13.15 \pm 4.35\%$ ,  $6.26 \pm 4.29\%$  et de  $7.70 \pm 2.81\%$  respectivement pour les exploitations de BABA HAMMOU (SM), de BEN KHELWAT (AM) et de BABZIZE (AM). Concernant la deuxième profondeur (40-80) la teneur en  $\text{CaCO}_3$  est égale à  $17.17 \pm 6.12\%$ ,  $10.51 \pm 3.04\%$  et de  $17.5 \pm 5.25\%$  pour les exploitations de BABA HAMMOU, BEN KHELWAT et de BABZIZE respectivement.

Cependant la dernière profondeur (80-120) la teneur en  $\text{CaCO}_3$  varie de  $12.23 \pm 4.9\%$  ,  $13.81 \pm 3.53\%$  et  $16.64 \pm 14.20\%$  dans les trois exploitations de BABA HAMMOU, BEN KHELWAT et BBZIZ donc le sol de trois exploitations est modérément calcaire.

On observe que la teneur de  $\text{CaCO}_3$  dans les deux exploitations de BEN KHELWAT et de BABZIZ est faible et il augmente en profondeur alors que dans l'exploitation de BABA HAMMOU la teneur de  $\text{CaCO}_3$  est élevée dans tous les profondeurs, à partir de ses résultats, la diminution de la teneur de  $\text{CaCO}_3$  dans les deux exploitations peut-être due à l'effet de magnétisme d'eau d'irrigation. Le test statistique de wilcoxon confirme que La teneur en  $\text{CaCO}_3$  du sol diffère significativement entre les deux traitements avec une p-value égale à  $3.941 \cdot 10^{-05}$  (Annexe 7).

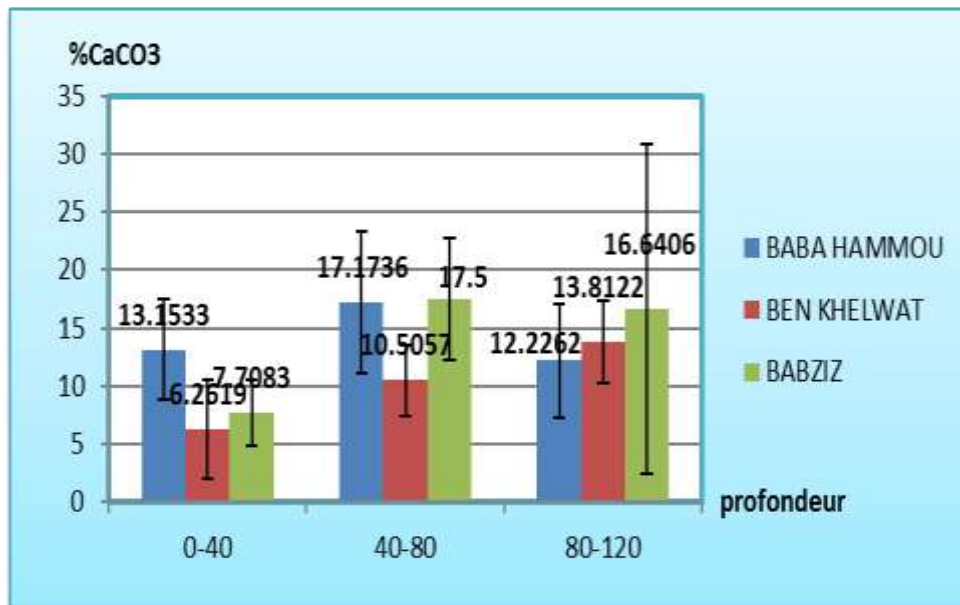


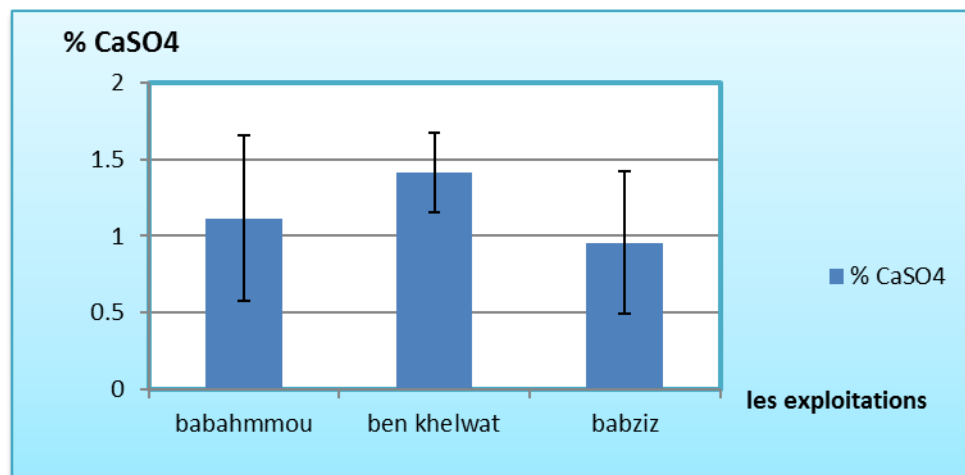
Figure14 Evolution de la teneur de  $\text{CaCO}_3$  en fonction de profondeur

### 1.2.3. Gypse ( $\text{CaSO}_4$ )

On utilisant l'échelle des classes du sol gypseux établis par **BARZANJI (1973)** (Annexe 5). La teneur moyenne du  $\text{CaSO}_4$  égale à  $1.1128 \pm 0.539\%$  pour le sol sous pivot et sans magnétisation de l'eau dans l'exploitation sans magnétisme. Cependant, le sol sous pivot et avec magnétisation d'eau dans l'exploitation de avec magnétisme enregistre une moyenne de  $1.4153 \pm 0.261\%$ . Nous avons enregistré une teneur moyenne faible soit  $0.9567 \pm 0.466\%$

en sol irrigué par système d'aspersion avec magnétisation d'eau dans l'exploitation avec magnétisme. Toutefois, toutes les exploitations ont un sol classé légèrement gypseux (Fig. 15). L'analyse statistique n'a pas donné des résultats significatifs entre la teneur en  $\text{CaSO}_4$  et la méthode de traitement de l'eau (Annexe 7).

**HIOUANI, (2016)** mentionne que les sols modérément gypseux, avec moins de 10% de gypse dans la couche de 25 à 45cm de profondeur et jusqu'à 35 -50 % de gypse à 60cm de profondeur, sont appropriés pour la profondeur d'enracinement des récoltes. Le blé, orge, le coton, la pomme de terre, la luzerne, le maïs, sorgho, la tomate et le sésame ont donné des rendements très satisfaisants. Quand le sol est constitué de roches gypseuses peu profondes, la végétation est pauvre, et quand il est plus évolué la biomasse et la végétation qui couvre le sol est plus développée.



**Figure 15** Evolution de la teneur de  $\text{CaSO}_4$  au fonction des exploitation

## 2.Paramètres physico-chimique des eaux d'irrigation

**Tableau4** paramètre physico-chimique d'eau d'irrigation

Paramètre	T°C	pH	CE(mS/cm)	RS (mg/l)
<b>Pivot de BEN KHELWAT (AM)</b>	<b>24</b>	<b>7.3</b>	<b>6.3</b>	<b>1600</b>
<b>Pivot de BABA HAMMOU (SM)</b>	<b>25.6</b>	<b>7.9</b>	<b>6</b>	<b>4598</b>

On remarque que l'eau de ces deux exploitations est alcaline avec une salinité excessive selon les évaluations américaines, Russes et l'évaluation de DURAND pour l'Algérie mentionné par DAOUED et HALITIM, (1994). Cependant, en utilisant la classification de FLOREA in OMEIRI 1994 (Annexe 6). Le résidu sec est égal à 1.6 g/la dans le pivot avec magnétisme donc ces eaux sont très faiblement salées par contre dans l'exploitation sous pivot sans magnétisme est de 4.598 g/l soient faiblement salée.

### 3. Gestion des eaux au cours de cycle de la culture

Au cours du cycle de la culture, l'humidité du sol disponible au niveau de la rhizosphère dépend de la date de prélèvement, déterminant une variation de la quantité d'eau disponible d'un stade végétatif à un autre. En effet, du stade de la levée au stade de la maturation, la quantité de l'eau disponible varie de 13.16 à 28.51 mm au stade semis – levé ; de 28.51 à 34.34 mm au stade levé – tallage ; de 34.34 à 31.23 mm au stade tallage – montaison ; et de 31.23 à 7 mm au stade montaison épiaison. Au dernier stade la réserve en eau tend vers zéro laissant l'arrière cycle de la plante complètement stressé (fig. 16). Cet état hydrique se répercute en conséquence sur l'élaboration du rendement et ses composantes, affectant au préalable tous les organes de la plante.

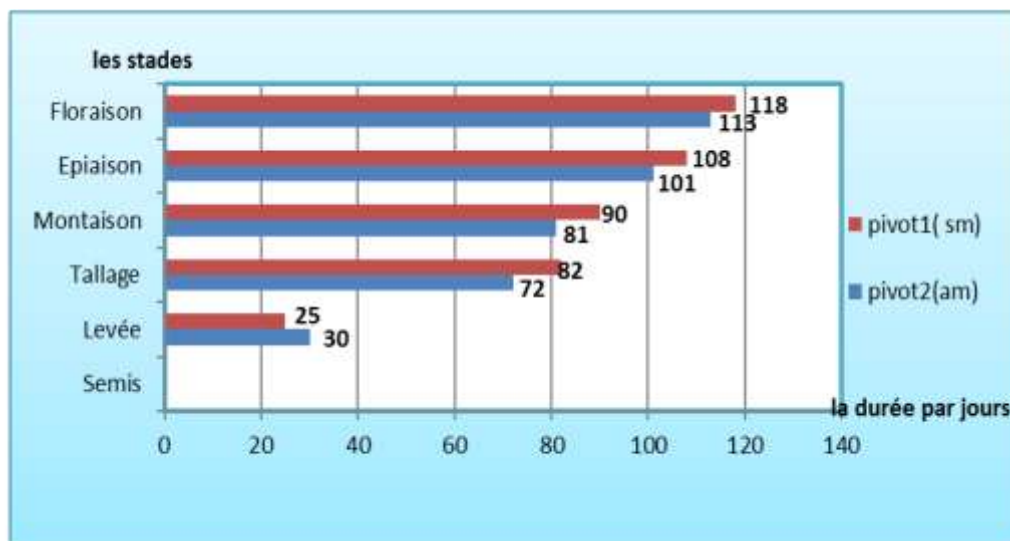


**Figure 16** Variation moyenne de l'eau disponible (mm) en fonction des stades végétatifs du blé

#### 4. Durée des phases de développement de la culture de blé

Les valeurs portant sur la durée du cycle végétatif de la variété cultivée sous pivot avec magnétisme et sans magnétisme diffèrent d'un mode à un autre. En effet, la durée de chaque période végétative semble différente d'une phase à une autre (Fig. 17). Cependant, la durée du cycle de la variété étudiée apparaît similaire lorsqu'il est conduit sous pivot avec magnétisme (AM) et sans magnétisme (SM). Elles sont de 113 jours (AM) et de 118 jours (SM).

En effet, en période de tallage, montaison et d'épiaison, elles accumulent un retard qui se répercute sur l'arrière cycle sous les effets de fortes températures, de vent sable et du manque d'eau qui réduisent l'expression des composantes du rendement. **UNGER (1988)** souligne que la variabilité de la réponse de la culture céréalière aux pratiques de labours est liée à la différence de températures et au contenu en eau du sol.



**Figure17** Durée des phases végétatives chez la variété HD 1220 conduite sur sol irrigué par eau magnétisée et par eau non magnétisée.

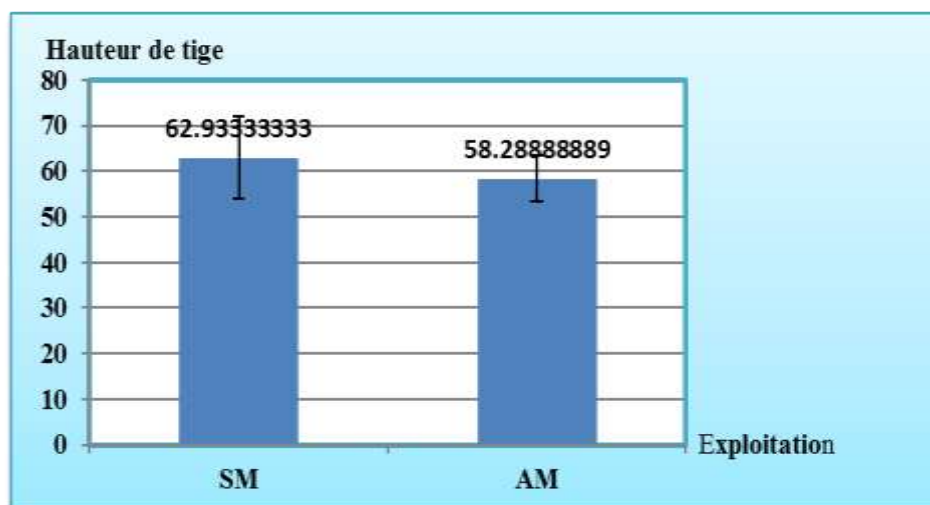
#### 5. Suivi de la culture du blé

La relation entre les différents paramètres de rendement, les paramètres de croissance et le traitement de l'eau n'a pas donné des différences significatives fort probablement à cause des différents problèmes rencontrés au cours de la campagne agricole. Parmi ces problèmes on note le mal fonctionnement de pivot pendant quelques jours au stade tallage dans la culture irriguée avec des eaux magnétisés de BENKHLOUAT.

## 5.1.Paramètres de croissance

### 5.1.1.Hauteur de tige

La meilleure hauteur du maître brin est enregistrée par la culture de blé irrigué par le pivot sans magnétisme (SM) soit 62.93 cm, alors que dans l'exploitation qui utilise le système pivot avec magnétisme (AM), on a enregistré une hauteur de 58.28 cm. (Fig. 18). Cette différence de hauteur est fort probablement due à l'irrigation avec des eaux salées. **KADRI et al ., (2009)** montre que la salinité affecte tous les processus physiologiques de la plante.



**Figure18** Hauteur de tige en fonction du traitement des eaux d'irrigation

### 5.1.2.Longueur des épis

Ce paramètre liée avec le nombre d'épillets totaux par épi. La figure 19 montre que la longueur la plus élevée est enregistré dans la culture du blé irrigué par des eaux non magnétisé (SM) soit 12.31 cm. Par contre la plus faible longueur est de 11 cm obtenue dans la culture du blé irrigué par des eaux magnétisé (AM) soit 11 cm. Selon **LAHOUEL, (2014)** la longueurs des épis est un indicateur de rendement car il participe à la photosynthèse et par voie de conséquence à la formation du grain. D'après **BARKANI, (2012)** la longueur d'épi joue un rôle très important dans la photosynthèse et la transpiration, c'est donc un facteur déterminant dans la tolérance au stress hydrique chez le blé .alors que **DJEKOUM et al ., (2002)** montrent qu'une longueur importante d'épi est un paramètre prédictateur d'un indice de récolte.

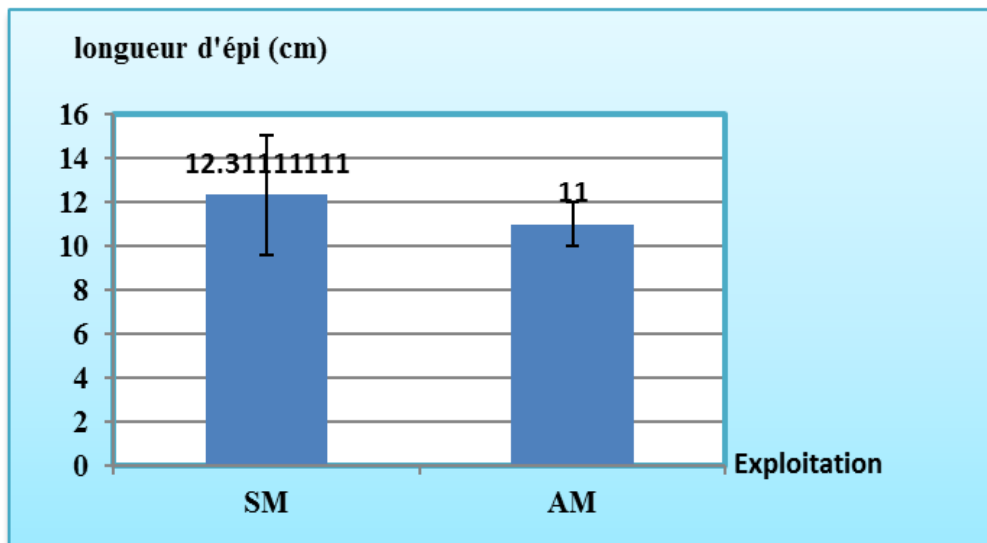


Figure 19 Variation de longueur des épis en fonction traitement des eaux d'irrigation

### 5.1.3. Entres nœud

On observe qu'il y a une différence de 0.34 entre le pivot irrigué avec des eaux magnétisé et l'autre qui n'utilise pas la magnétisation d'eau. L'exploitation qui n'utilise pas la magnétisation enregistre une moyenne de 4,11 du nombre des entre nœuds alors que l'exploitation qui utilise la magnétisation d'eau ont a enregistré une moyenne de 3,77 (fig. 20).

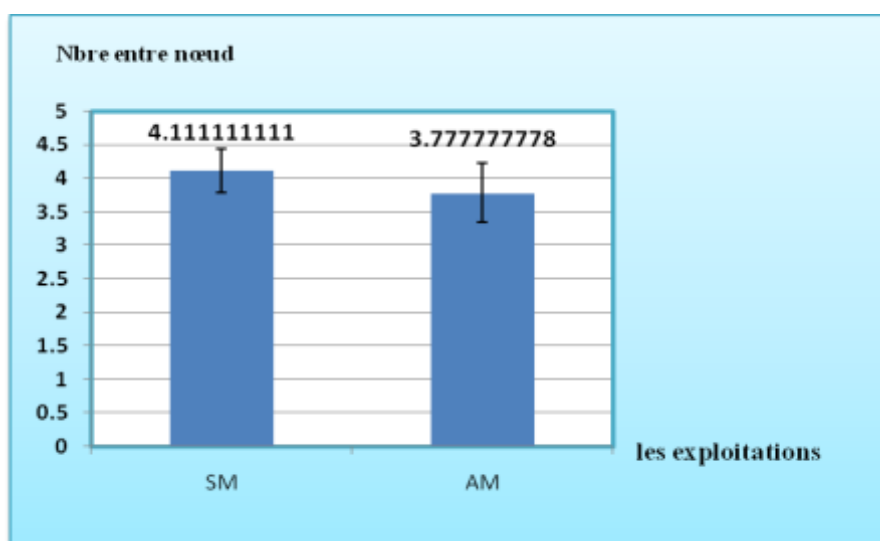
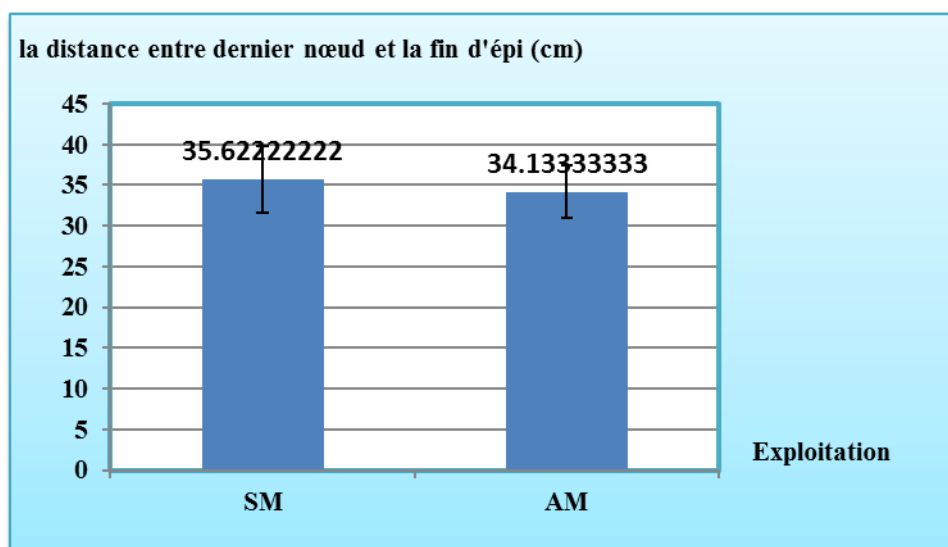


Figure 20 Variation des entre nœuds en fonction traitement des eaux d'irrigation



#### 5.1.4. Distance entre dernier nœud et fin d'épi

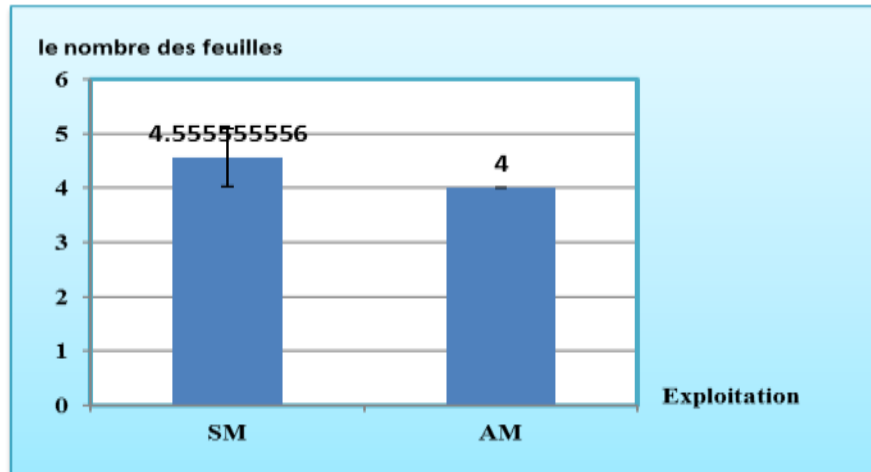
Blum (1988), montre que les assimilâtes stockés au niveau du dernier entre nœud et à la fin d'épi minimisent la baisse du rendement en grain au stress salin. Ce paramètre est une caractéristique spécifique. La meilleure distance est obtenue dans le pivot irrigué avec des eaux non magnétisé soit 35,62 cm par contre dans le pivot irrigué avec des eaux magnétisé on a obtenu une distance moyenne de 34.13cm (fig. 21).



**Figure 21** Variation de la distance des entres nœuds en fonction traitement des eaux d'irrigation

#### 5.1.5. Nombre de feuille

On a enregistré un nombre moyen de feuilles de 4.55 feuilles dans le pivot irrigué par des eaux non magnétisé et une moyenne de 4 feuilles dans le pivot irrigué avec des eaux magnétisé (fig. 22).



**Figure 22** Variation du nombre des feuilles en fonction traitement des eaux d’irrigation

### 5.1.6.Surface foliaire

L’importance accordée à cette composante réside dans la surface foliaire qui influe énormément le rendement photosynthétique du végétal.

On a enregistré la valeur moyenne la plus grand dans l’exploitation BABA HAMMOU qui utilise du pivot irrigué avec des eaux non magnétisé soit une moyenne de 102.42 cm<sup>2</sup>, alors que dans l’exploitation de BEN KHALAT qui utilise le pivot irrigué avec des eaux magnétisé on a enregistré une moyenne de 89.92 cm<sup>2</sup> ( fig. 23). Selon **BENDERRADJI, 2010**) la salinité à un effet immédiat sur les plantes causant une diminution de l’expansion des feuilles.

La réponse immédiat du stress salin est la réduction de la vitesse de l’expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l’arrêt de l’expansion si la concentration du sel augmente (**BEN KADDOUR , 2014**).

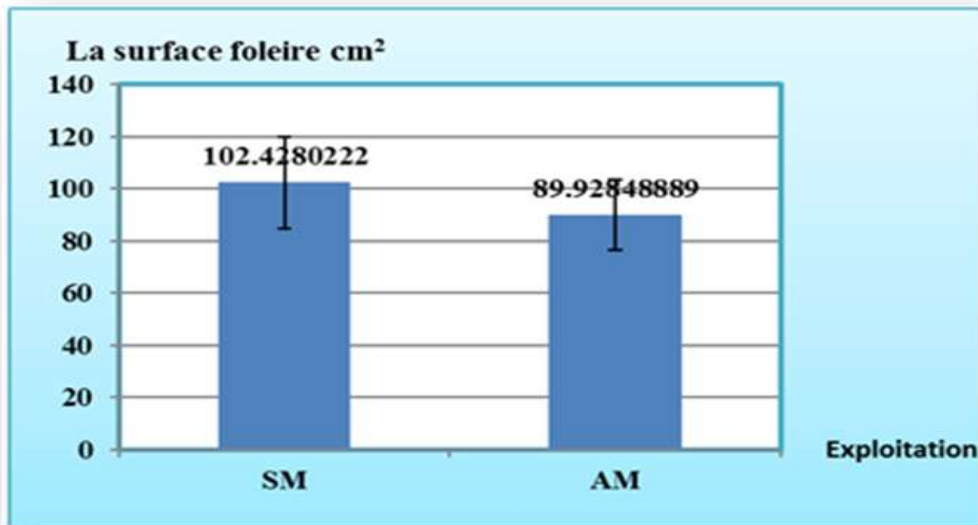
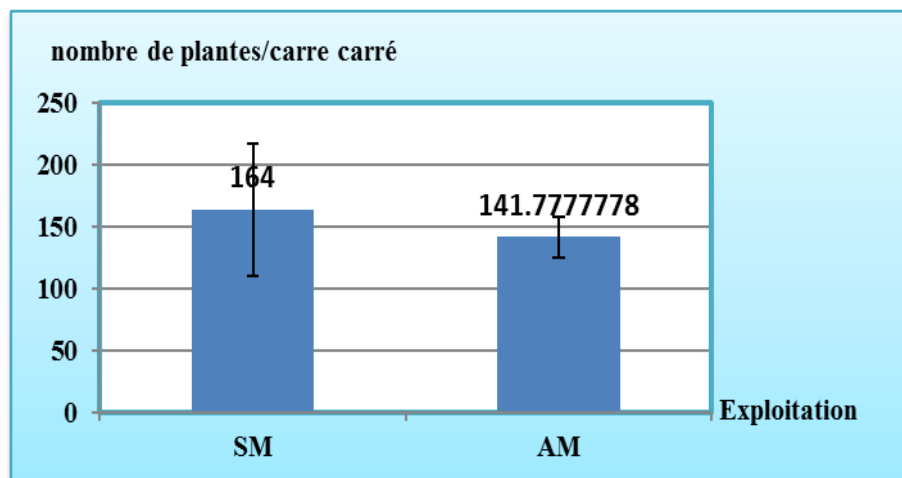


Figure 23 Variation de la surface foliaire en fonction traitement des eaux d'irrigation

## 5.2. Paramètre de rendement

### 5.2.1. Nombre des plante par quart carrée

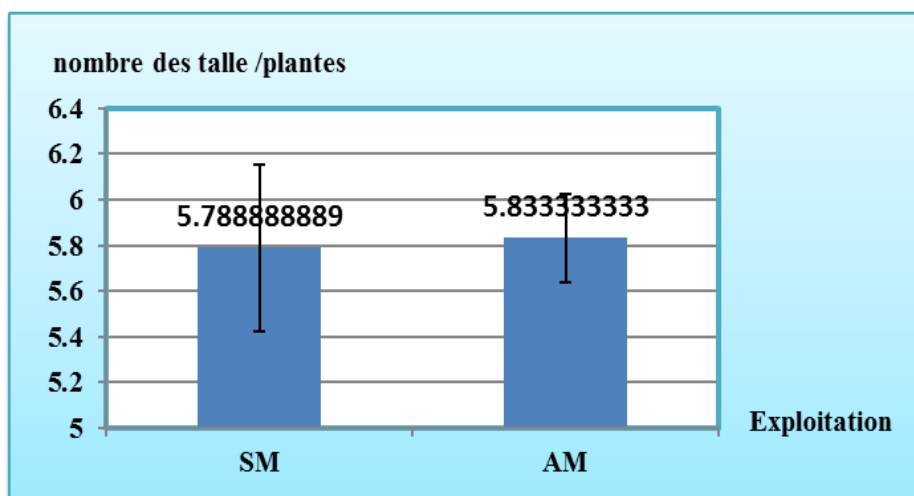
On a enregistré la moyenne la plus élevée de nombre de plante/m<sup>2</sup> dans l'exploitation qui n'utilise pas le système de magnétisation de l'eau soit 164 plant/m<sup>2</sup>, par contre l'exploitation avec magnétisme on a enregistré une moyenne de 141.77 plant/m<sup>2</sup>, (fig. 24). LAHOUEL, (2014) montre que la salinité joue un rôle important dans la diminution de nombre de plantes/unité de surface influençant par suite le rendement.



**Figure 24** Variation de nombre des plantes par care carrée en fonction traitement des eaux d'irrigation

**5.2.2. Nombre de talle par plante**

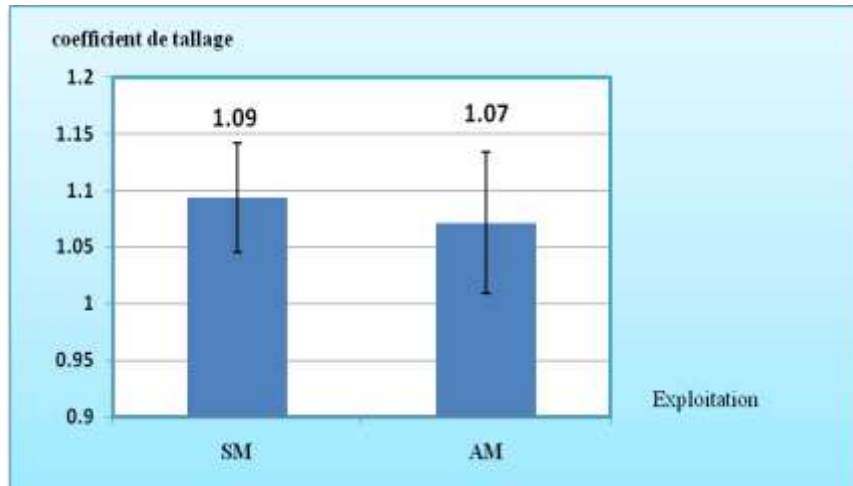
La composante nombre de talles par plante est une caractéristique variétale et spécifique. Le nombre moyen de talles par plante est de 5.83 talle/plante obtenu dans l'exploitation avec magnétisme. Alors que dans l'exploitation sans magnétisme le nombre moyen de talle égale à 5,7 talle/plante (fig. 25). D'après **DAROUI (2010)** l'irrigation au stade tallage améliore le nombre de talles par plante donc par mètre carré. Le bon tallage obtenu chez tous les traitements peut s'expliquer par le fait que durant la période séparant le semis du tallage, les parcelles ont reçu des quantités importantes de pluies. Toutefois, L'importance du tallage et de coefficient de tallage est en fonction de la variété, de la fertilité du sol, de la densité de semis et de son profondeur (**BEBBA , 2011**).



**Figure25** Variation de nombre des talles par plante en fonction du traitement des eaux d'irrigation

**5.2.3. Coefficient de tallage**

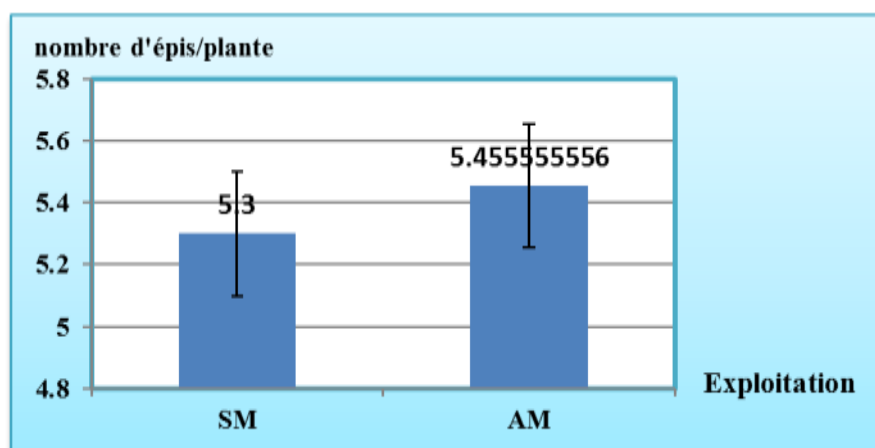
On a enregistré le coefficient de tallage le plus élève soit 1.09 dans l'exploitation de qui utilise des eaux non magnétisé, par contre l'exploitation qui irrigue avec des eaux magnétisé le coefficient est évalué à 1.07 (Fig.26).



**Figure26** Variation de Coefficient de tallage en fonction en fonction du traitement des eaux d'irrigation

#### 5.2.4. Nombre des épis par plantes

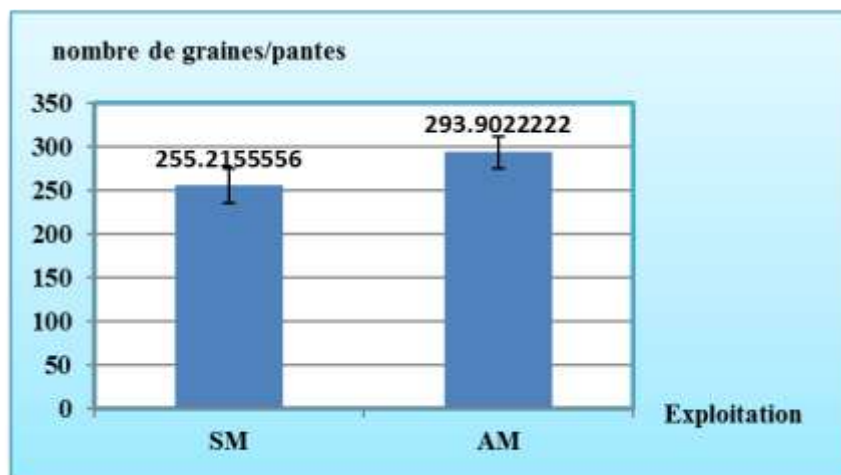
Le nombre d'épis par plante dépend du nombre de talles par plante et de la nutrition minérale et hydrique. L'histogramme illustre que la moyenne la plus élevée est enregistré dans l'exploitation sous pivot avec des eaux magnétisé soit 5,45 épis par contre 5,3 épis dans l'exploitation sous pivot et sans magnétisme (fig. 27). D'après **BARKANI (2012)**, le suivi de ce caractère constitue un outil très partienent d'analyse de l'élaboration du rendement et de diagnostic cultural ; l'apparition d'un dificit hydrique au début de la montaison peu réduire d'environ 10 à 25 % le nombre d'épis.



**Figure27** Variation de nombre d'épis par plante en fonction du traitement des eaux d'irrigation

### 5.2.5. Nombre de grain par plante

La variété HD1220 du blé tendre dans l'exploitation avec magnétisme a donné le meilleur nombre de grains par plante soit une moyenne de 293,90grains/plante alors que l'exploitation sans magnétisme on a enregistré une moyenne de 255,21 grains/plante (fig. 29).Le nombre de grains par plante dépend du nombre d'épis par plante et du nombre de grains par épi. LAHOUEL (2014), montre que ce paramètre est variable en fonction de la potentialité génétique de la variété dans les conditions hydriques favorables alors que ce paramètre est réduit d'une façon importante que l'intensité du stress est plus importante et que la variété est plus sensible en conditions de stress salin .



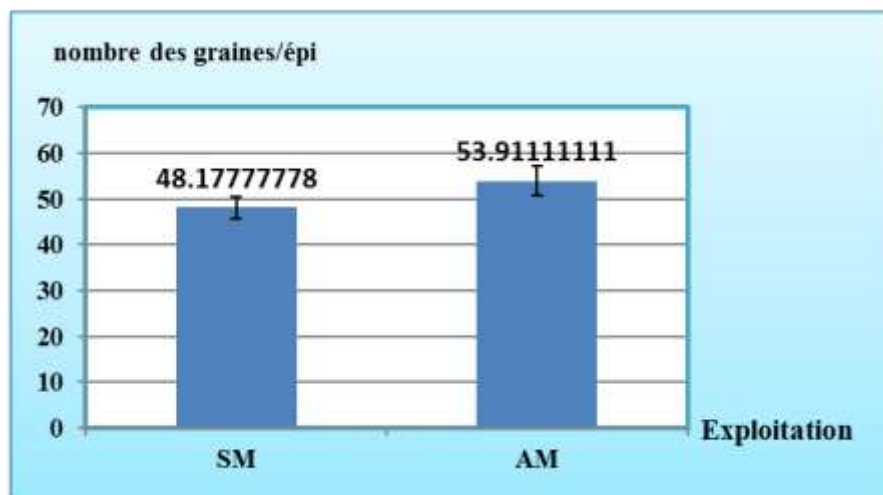
**Figure28** Variation de nombre des graines par plante en fonction du traitement des eaux d'irrigation

### 5.2.6 . Nombre de grain par épi

Le nombre de grains par épi est une caractéristique variétale qui mesure la fertilité de l'épi. Il joue un rôle très important dans l'élaboration du rendement.

La figure 28 montre que le meilleur nombre de grains/épi soit 53.91 grains/épi est enregistré par exploitation irrigué avec des eaux magnétisé par contre dans l'exploitation irrigué avec des eaux non magnétisés (SM) on a enregistré un nombre de 48.17 grains/épi. Cette caractéristique variétale agit directement sur le nombre de grain par m2 ce dernier étant fortement lié au rendement en grain .

SAADOLLAH, (2005) a prouvé que les paramètres de rendement sont affectés négativement chez le blé exposer au stress salin.



**Figure 29** Variation de nombre des graines par épi en fonction du traitement des eaux d'irrigation

### 5.2.7. Poids de 1000 grains

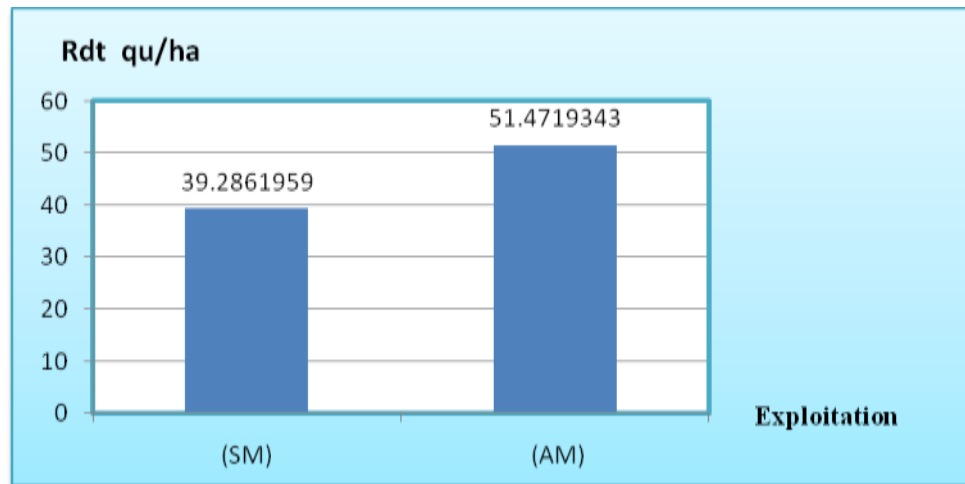
Les poids de mille grains (PMG) est la dernière composante du rendement, c'est aussi la dernière variable déterminante du rendement ; il est de 50 et 56 grammes dans les deux exploitations sans magnétisme et avec magnétisme respectivement. Selon **MIHOUB (2009)**, le poids de mille grains est un paramètre influencé par les conditions de nutrition minérale et par l'eau d'irrigation. Cependant les conditions climatiques influent également sur ce paramètre. Le poids de mille grains est un paramètre qui décrit la capacité d'accumulation des substances de réserves en conditions environnementales optimales. Le remplissage des grains se fait essentiellement par les assimilés récemment photosynthésés (**GRENNAN, 2006**)

### 5.2.8. Rendement

Les valeurs de rendement estimé chez la variété étudiée HD 1220 (HIDDAB) dans les deux exploitations sans magnétisme et avec magnétisme sont 39.28 et 51.47 qx/ha respectivement (fig. 30). Selon **LAHOUEL (2014)**, les rendements en grains et en paille sont la résultante des interactions qui s'établissent entre le sol, le climat, les techniques culturales et le peuplement végétal (potentiel génétique de la variété), tout au long du cycle de la culture.

Les trois composantes qui régissent le rendement sont le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, le nombre de grains par épi et le poids de 1000 grains (**SOUILAH, 2009**).

La comparaison de la résultat de l'exploitation irrigué sous pivot et sans magnétisation d'eau par celle obtenu dans le cas des sols irrigué sous pivot avec des eaux magnétisé montre l'effet dépressif de la salinité sur le rendement en grain où on a enregistré le rendement le plus élevé dans l'exploitation de avec magnétisme , la différence entre ses deux exploitation est de 12.19 qx/ha.



**Figure 30** le rendement par qx/ha en fonction du traitement des eaux d'irrigation



### Conclusion

La salinisation des sols et des eaux d'irrigation constitue un problème majeur en Algérie. Dans ce contexte, la magnétisation de l'eau semble constituer une bonne alternative pour remédier à ce problème.

Le présent travail vise l'étude de l'impact de la gestion d'irrigation sur la culture du blé tendre. Pour ce faire, nous avons suivi dans un premier temps le comportement de la variété HD 1220 dans deux pivots, l'un avec traitement magnétique d'eau et l'autre sans traitement. Dans un deuxième temps, nous avons étudié quelques paramètres du sol tels que la texture, le pH, la conductivité électrique, le calcaire total, le taux de matière organique et le gypse dans les exploitations étudiées.

Nous avons constaté que la salinité a diminué dans les sols irrigués par les eaux magnétisées sous différents systèmes d'irrigation de pivot centrale et d'aspersion.

En revanche, dans le sol irrigué par eau non magnétisée la conduite d'irrigation reste insuffisante pour lessiver les sels des sols.

Parallèlement, les résultats relatifs aux paramètres de croissance n'ont pas été concluants concernant l'effet de la magnétisation, alors que pour les résultats liés aux paramètres du rendement sont décisifs en irrigation magnétisée.

Les résultats de cette étude confirment que l'utilisation de magnétisation d'eau pour la céréaliculture dans la région d'Ouargla est une alternative pour l'amélioration de rendement et la lutte contre la salinisation des sols.

Cela nous a conduits à proposer certaines recommandations :

- Conseiller les agriculteurs pour utiliser la magnétisation de l'eau afin d'améliorer le rendement et le lessivage des sels dans le sol.
- Améliorer la gestion de l'irrigation dans les exploitations sans magnétisme d'eau afin d'assurer les besoins des cultures en eau et augmenter la lixiviation des sels dans les sols.

### Référence bibliographique

1. **ABDELLAOUI Z., TISSEKRAT H., BELHADJ A. et ZAGHOUANE O. (2010).** Etude comparative de l'effet du travail conventionnel, semi direct et travail minimum sur le comportement du blé dur. *In actes des 4ème rencontres méditerranéennes du semis direct. Recherche agronomique INRAA. Pp 68-82.*
2. **AIT-ABDALLAH-DJENNADI F., DEKKICHE N., GHALEM-DJENDER Z., OUMDJEKANE K. (2010)** cultures et couts de production des grandes cultures. *Ed : ITGC, Alger.6p*
3. **AIT-SLIMANE-AIT-KAKI S. (2008)** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie Thèse de Doctorat es Sciences, Biologie végétale et Amélioration des Plante, Université Badji Mokhtar Annaba, 164 P.
4. **ALLAM A .,TIRICHINE A., MADANI H., BENLAMOUDI W., ATTALI Y., (2015)** *Evaluation agro morphologique des cultivars locaux blé dur : Triticum durum desf cultivés dans les palmeraies de la vallée d'oued righ. Bio Ressources (Sud -Est-Algérien), 5, pp.67-76*
5. **ARBAOUI M, BENKHELIFA M., BELKHODJA M, (2000)** *Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. Option méditerranéenne. Pp.267-270*
6. **AUBERT G. (1978)** Méthodes d'analyses des sols. Ed. C.R.D.P., Marseille, 191p.
7. **BADIS N ., BEN ABDESSADEK F., (2014)** *Diagnostic d'un système de culture annuelle dans la Wilaya Ouargla : cas de la culture du blé dur à Sidi Mehdi (Touggourt*
8. **BAIZE D. (2000)** Guide des analyses en pédologie, choix-expression, présentation Interprétation. 2eme Ed INRA, Paris, 257p.
9. **BELAID D., (1990)** Eléments de phytotechnie générale ed. O.p.u, alger, pp154-157.
10. **BELAID D. (1996)** Aspects de la céréaliculture algérienne. Ines. D'agronomie. Batna.187p
11. **BARZANJI , A.F. (1973)** Gypsiferours soils of Iraq.phd. Thesis.univ.Gent, 199 p.
12. **BEBBA S. (2011)** Essai de comportement de deux variété de blé dur (Triticum durum L.var.Carioca et Vitron) conduite sous palmier dattier au niveau de la région de Ouargla..

Mémoire d'Ingénieur d'État en Agronomie Saharienne .Spécialité phytotechnie, Université Kasdi Merbah – OUARGLA ,71p

13. **BEDRANI S. (2004)** L'alimentation de rue en Algérie : quelques réflexions sur la base d'une enquête visuelle rapide. Alger. *Options Méditerranéennes*, (36) : PP25-46
14. **BELKHERCHOUCHE H., FELLAH S., BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., CHELLAL N. (2009)** Vigueur de la croissance, translocation et rendement grain du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. *Courrier du savoir* .09, PP, 17-24.
15. **BEN CHEIKH A . BOUSMAHA N., (2006)** Diagnostic agraire du périmètre ancien de Hassi Ben Abdallah et possibilités d'amélioration, Mémoire Master Académique .Gestion des agro systèmes, Université Kasdi Merbah Ouargla ,97 P
16. **BEN SAADIA M. et GHEBBACHE M. (2014)** etude quantitative des forages d'AEP de la vallée de Oued Rhig : variation des teneurs en fluorure en fonction de la piézométrie ,mémora de master en hydraulique université Kasdi Merbeh Ouargla.
17. **BENDERRADJI L., BOUZERZOUR H., KELLOU K., YKHLEF N., BRINI F., MASMOUDI K., DJEKOUN A. (2010)** Etude des mécanismes de tolérance a la salinité chez deux variétés ble tendre (*Triticum aestivum* l.) soumises a un stress salin, *Sciences& Technologie* n°32 ,pp.23-30.
18. **BEN KADDOUR M. (2014)** Modifications physiologiques chez des plantes de blé (*Triticum Durum* Desf) exposées a un stress salin. , Thèse de doctorat, biologie spécialité Végétale et environnement, Université Badji Mokhtar – ANNABA, 108P
19. **BLUM F. (1988)**. Plant breeding for stress environments CRC pressinc Florida, USA, 223P
20. **BOLOT S., ABROUK M., MASOOD-QURAIISHI U., STEIN N., MESSING J., FEUILLET C., and SALSE J. (2009.)** The “inner circle” of the cereal genomes. *Current opinion in plant biology*, 12(2): pp119–125.
21. **BONJEAN et PICARD, (1990)** les céréales à paille : origine, histoire, économie, Sélection. Softword – groupe itm, paris, 208p
22. **BOUHANIA R et ZEHRI S. (2005)** Etude comparative de deux types d'engrais phosphatés sur céréales à pailles (orge) dans la région d'Oued Righ (Station El-Arfiane), Mémoire D'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne, spécialité : Production Végétale, Université Kasdi Merbah, Ouargla ,85P-

23. **BOUTHIBA A. (2007)** Optimisation d'irrigation de complément du blé dans la région de Chlef, Thèse de docteur d'état en Science Agronomique, Université de Chlef ,112 P.
24. **BOYELDIEU J.(1999)** Encyclopédie des techniques agricoles : production végétale- Blé Tendre *Ed : Paris.20-20.*
25. **BOZZINI A. (1988)** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. *In Fabriani G and Lintas C (ed). Durum: Chemistry and Technology. AACC, Minnesota, USA. pp 1-16*
26. **CHABI H., DEROUICHE M., KAFI M. KHILASSI E. (1992)** Estimation du taux D'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le nord de la wilaya de Sétif. Thèse. Ing. Ina. El harrach. 317p
27. **CHEHAT F. (2007)** Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM «Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger.
28. **CHERVET A., RAMSEIER L., STURNY W.G., WEISSKOFFEN P., ZIHLMANN U., MULLER M. SCHAFFLUTZEL R. (2006)** Humidité du sol en semis direct et sous labour. Office de l'agriculture et de la nature du canton de Berne. *Revue suisse Agric. 38 (4) : PP185-192*
29. **CHINOUNE I., (2004)-** Les effets induits par le P.N.D.A sur le développement de l'agriculture dans la wilaya d'Ouargla (cas de la région d'Ouargla), mémoire ingénieure agronomie, université Kasdi Merbah, Ouargla, 37P.
30. **CHIAHI N. (2016)** Effet de deux engrais de fond et des nanoparticules à base de ZnO sur quelques marqueurs physiologiques et biochimiques des géotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) ,These de doctorat en sciences biologie végétale ,Université Badji Mokhtar – Ubm Annaba – Algérie,177p.
31. **CLEMENT,GRANDCOURT PRAT. (1970)** les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème ed. PP351-360.
32. **CLEMENT M. ET FRANCOISE P.(2009)** Analyse chimique des sols, 2 ed TEC et DOS) en France ,387P.
33. **DAHECHE S., DJALLABI B. (2015)** La situation de la céréaliculture sous pivot dans la région de Ouargla .Mémoire de licence. Agronomie Saharienne ,Université Kasdi Merbah, Ouargla, 31 P.
34. **DAOUD Y et HALITIM O., (1994)** Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Sécheresse. V 5. N° 3. pp : 151 – 160.

35. **DAROUI E., BOUKROUTE Z., KAJEIOU M., KOUDDANE N-E., BERRICHI A. (2010)** Effet de l'irrigation d'appoint sur le rendement d'une culture de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) (Variété Rajae) au Maroc Oriental, in *Revue de Nature & Technologie* n° 05, PP80 à 86
36. **DEKKICHE N., CHAOU L., AMRANI R. (2015)** Bulletin des grandes cultures in Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), Institut Technique des Grandes Cultures, N° :05, 12 p.
37. **DJELTI H.(2014).** *Etude de la qualité du blé tendre utilise En meunière algérienne*, Projet de du diplôme D'ingénieur d'état En Agronomie, Spécialité de : Technologie Des industries Agro-alimentaire, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen,78P
38. **DUCELLIER L. (1930)** Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie. Direction de l'agriculture et de la colonisation, 130 p
39. **FELLER C. (1995).**La matière organique du sol : un indicateur de la fertilité. Application aux zones sahélienne et soudanienne, Agriculture et développement n° 8, PP 35 -42.
40. **FEUILLET P.(2000)** Le grain de blé: composition et utilisation. Editions quae, - 308 p.
41. **GADJA H. (2010)** Etude de quelques formes d'accumulation du calcaire dans les sols de la région d'Ouargla. Mémoire D'Ingénieur d'Etat, Spécialité : Agronomie Saharienne, Université Kasdi Merbah – Ouargla, 92p.
42. **GATE P. (1995)** Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed lavoisier. 429p.
43. **GRENNAN A. K. (2006)** High Impact Abiotic Stress in Rice.Plant Physiology, , Vol. 140, pp. 1139-1141.
44. **GREENWAY H., MUNNS, R. (1980)** Mechanism of salt tolerance in non halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 31: 149-190
45. **HAKIMI M. (1993)** L'évolution de la culture de l'orge : le calendrier climatique traditionnel et les données agro météorologiques modernes. *In the agrometeorology of rainfed barley-based farming systems.Proceeding of an International symposium.Ed.. PP157 – 166.*
46. **HANNI A.(2017)** Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique sur la salinité des sols agricoles à In Salah. Mémoire de Master Académique, Spécialité de Gestion des Agro-systèmes, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 77P

47. **HIOUANI F.(2016)** .Etude expérimentale de l'influence du gypse sur la dynamique de l'azote des amendements organiques (fiente de volaille, fumier ovin) et cinétique d'absorption par une graminée fourragère ray grass d'Italie, Thèse De Doctorat En Sciences Agronomiques Spécialité : Pédologie Université Mohamed Kider -BISKRA,138p
48. **KADRI K., MAALAM S .,CHEIKH M. H ., BENABDALLAH A., RAHMOUNE C., BEN NACEUR M. (2009)** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques accessions tunisiennes d'orge (*hordeum vulgare l.*), *Sciences& Technologie*– n°29 ,pp.72-79.
49. **KARAKAS A.(2011)** *Motivational Attitudes of ELT Students towards UsingComputers for Writing and Communication. The Journal of Teaching English withTechnology, 11(3), PP:37-53.*
50. **KHALDOUN A., AMEROUN R., KAHLERRAS Y., KELKOULI M., (1997)** L'irrigation d'appoint des céréales d'hiver, Ed : ITGC, Alger ,16P
51. **LAHOUEL H.(2014)** Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à Relizane , Diplôme de Master en Agronomie , Spécialité de Amélioration végétale, Université d'ABOU-BEKRBELKAID Tlemcen,104P
52. **LIMAMOULAYE C. (1988)**. Influence d'apports de matière organique sur la culture de mil et d'arachide sur un sol sableux du Nord Sénégal. II. – Développement des plantes et mobilisations minérales. *In Agronomie, EDP Sciences, 8 (5), pp.411-417.*
53. **MATHIEU C. et PIELTAIN F. (2009)** Analyse chimique des sols: méthodes choisies. 2ème édition. Edition Tec & Doc Lavoisier. 317 p.
54. **MARWENI H. (2015)** Effet de l'irrigation par l'eau magnétisée sur la Tomât. Diplôme en licence, Appliquée de environnement parcours traitement et valorisation des rejets institut supérieur de biotechnologie de Sfax. ....P
55. **MBERKANI S.(2012)** Caractérisation morphologique de quelques population locales de blé tendre (*Triticum Aestivum L*) de la région d'Adrar, Mémoire de Magister en Science Agronomique, Spécialité ; Biodiversité et Biotechnologie Végétales , Ecole nationale supérieur Agronomique ,87P
56. **MONBET V.( 2009)** Tests statistiques Notes de cours L2 S1.
57. **MORAND. D.T. (2001)** Soil landscape of the woodburn 1:100000 sheet. Department of land and water conservation, Sydney. pp 271-273.

58. **MOULE C. (1998)** Céréales technique d'avenir, pyrotechnies spéciale, Bases Scientifique et techniques de la production des principales espèces de grande culture en France, *Ed : la maison rustique, Paris, 313p.*
59. **MERIZEK S. (1992)** Evolution de la biomasse et des composantes du rendement d'une Culture de blé conduite en sec et en irrigué. Thèse Ing. Ina el Harrach. P10.
60. **OMEIRI N., (1994)** Contribution à l'étude de la dynamique saisonnière des sels solubles dans la cuvette d'Ouargla. Mémoire d'ingénieur INFSAS. Ouargla. 72 p.
61. **PASTRE et ROA,( 1993)** the control of insect pests in oil seed rape : deltamethrin file,pp192-201.
62. **ROBERT D., GATE P., COUVREUR F. (1993)** Les stades du blé. *Editions ITCF. 28 p."e.*
63. **ROUVILLOIS-BRIGOL M., (1975)** Le pays de Ouargla (Sahara Algerien). Variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Département de géographie de l'Université de Paris-Sorbonne. 389 p.
64. **RUSHD. W., EPSTEIN E.( 1981)** *Breeding and selection for salt-tolerance by incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. (106): 699-704. sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier. p 191*
65. **SAADOLLAH.( 2005)** Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments, *Elsevier, Field Crops Research,pp345–354.*
66. **SIBOUKEUR A. (2016)** l'eau et l'espace agraire dans la cuvette de Ouargla : cas de la palmeraie du ksar. Mémoire de magister, systèmes spatiaux et aménagements agricoles sahariens, Université Kasdi Merbah – Ouargla, 116 p.
67. **SLIMANI A, MEBARKIA A, HOUD K. (2014)** Mise en évidence de la caractérisation variétale la distinction inter-variétale et contrôle de l'homogénéité de quatre variétés de blé dans la région de Guelma. *Revue Agriculture. 07, PP, 30 – 36.*
68. **SOUILAH N. (2009)** Diversité de 13 génotypes d'orge (*Hordeum vulgare L*) et de 13 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum L*) : étude des caractères de production et d'adaptation .Thèse Magister, Université Constantine ,165p.
69. **UNGER P.W.(1988).**Residue management effects on soil temperature. *Soil Sci. J. (52), PP 1777–1782*

## Annexe

**Annexe 1** : Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux  
1/5 à 25 °C (MATHIEU et PIELTAIN, 2009)

<b>CE e1:5 à 25 °C</b>	<b>Classe de salinité</b>
CE e 1:5 ≤ 0,6	Non salé Extrêmement sale
0,6 < CE e 1:5 ≤ 1	Légèrement sale
1 < CE e 1:5 ≤ 2	Salé
2 < CE e 1:5 ≤ 4	très sale
CE e 1: 5 > 4	Extrêmement sale

**Annexe 2** : Echelle d'interprétation de pH extrait 1/5 (Aubert, 1978) :

<b>Valeur du pH</b>	<b>Classe</b>
< 4,5	Extrêmement acide
4,5-5,0	Très fortement acide
5,1-5,5	Fortement acide
5,6-6,0	Moyennement acide
6,1-6,5	Légèrement acide
6,6-7,3	Neutre
7,4-7,8	légèrement alcalin
7,9-8,4	Moyennement alcalin
8,5-9,0	Fortement alcalin
>9,0	Très fortement alcalin

**Annexe3** : L'échelle de MO % (Morand, 2001)

<b>MO%</b>	<b>Nom de classe</b>
0.5 à 1 %	Très faible en MO
1 à 2 %	Faible en MO
2 à 3 %	Moyenne (ou modérée) en MO
3 à 5 %	Elevée en MO
> à 5 %	Très élevée en MO



**Annexe 4** : Echelle de calcaire totale (Baize, 2000) :

<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>Horizon</b>
≤ 1 Horizon	non calcaire
1 < CaCO <sub>3</sub> < 5 Horizon	peu calcaire
5 < CaCO <sub>3</sub> < 25 Horizon	modérément calcaire
25 < CaCO <sub>3</sub> < 50 Horizon	fortement calcaire
50 < CaCO <sub>3</sub> < 80 Horizon	très calcaire
≥ 80 Horizon	excessivement calcaire

**Annexe 5** : Classe des sols gypseux (Barzanji, 1973)

<b>Gypse %</b>	<b>Nom de classe</b>
≤ 0,3	Non gypseux
0,3-10	Légèrement gypseux
10-15	Modérément gypseux
15-25	Extrêmement gypseux

**Annexe 6** : l'échelle de classification des eaux d'irrigation (eaux phréatique), (Omeiri 1994).

<b>Résidu sec en g/l</b>	<b>Différents types d'eau de nappe</b>
≤ 0,5	Eau douce
0,5 < R.S ≤ 4,5	Eau très faiblement salée
4,5 < R.S ≤ 10	Eau faiblement salée
10 < R.S ≤ 25	Eau moyennement salée
25 < R.S ≤ 45	Eau fortement salée
45 < R.S ≤ 100	Eau très fortement salée
>100	Eau excessivement salée

**Annexe7**: Tableau des p-value de test de comparaison de wilcoxon entre les paramètre de caractérisation du sol et le traitement de l'eau

	CE e1:5	CaCo3	CaSO4	MO
Traitement d'eau	2.193 10-15	3.941 10-15	0.8182	0.0005549

**Annexe 8:** Tableau des p-value de test de comparaison de wilcoxon entre les paramètres (croissance , rendement) et le traitement de l'eau

	<b>hauteur de tige (cm)</b>	<b>longueur d'épi (cm)</b>	<b>entre nœud</b>	<b>la distance entre dernier nœud et la fin d'épi (cm)</b>	<b>longueur de feuille (cm)</b>	<b>largeur de feuille (cm)</b>	<b>le nombre des feuilles</b>
Traitement d'eau	0.2692	0.5054	0.1025	0.3767	0.184	0.3306	0.01241

## Résumé

### Etude de l'impact de la gestion d'irrigation sur la culture de blé tendre dans la région de Hassi Ben Abdallah à Ouargla

La salinité du sol est l'une des contraintes qui influe sur la durabilité des système agricole . Notre approche méthodologique s'intéresse à l'effet de magnétisation de l'eau sur la culture du blé tendre (*Triticumaestivum* L.) la variété (HD1220) dans un sol saharien de la région de Ouargla. L'expérimentation a été menée au cours de la campagne agricole 2017/2018 sur trois sites dans la commune de Hassi Ben Abdallah à Ouargla. Nous avons constaté que la magnétisation de l'eau a un effet positif sur la salinité du sol. Elle semble les réduire est offre de bonne conditions au blé pour arriver à des meilleurs rendements. Toutefois, les résultats de l'effet de magnétisation sur les paramètres de croissance n'ont pas été concluants alors que pour les paramètres de rendement il y a une déférence significativement.

**Mots clés:** Irrigation, magnétisation, blé tendre, HD1220, Hassi Ben Abdallah, saharienne

## ملخص

### دراسة أثر تسيير السقي على زراعة القمح اللين في منطقة حاسي بن عبد الله في ورقلة

ملوحة التربة هي واحدة من القيود التي تؤثر على استدامة الأنظمة الزراعية . يركز منهجنا على تأثير مغنطة الماء على زراعة القمح اللين (*Triticumaestivum* L.) النوع (HD1220) في منطقة صحراوية في منطقة ورقلة . أجريت التجربة خلال عام 2018/2017 على ثلاثة مواقع في بلدية حاسي بن عبد الله في ورقلة. وجدنا أن مغنطة الماء لها تأثير إيجابي على ملوحة الأرض. ويبدو أن تقليلها يوفر ظروفًا جيدة للقمح لتحقيق عوائد أفضل. ومع ذلك ، كانت نتائج تأثير المغنطة على معايير النمو غير حاسمة و، بينما كان تأثيرها على المردود ايجابيا .

### كلمات مفتاحية :

السقي ، المغنطة ، القمح اللين ، HD1220 ، حاسي بن عبد الله ، الصحراء

## summary

### Study of the impact of irrigation management on soft wheat cultivation in the region of Hassi Ben Abdallah in Ouargla

Soil salinity is one of the constraints that affects the sustainability of agricultural systems. Our methodological approach focuses on the effect of magnetization of water on the cultivation of soft wheat (*Triticumaestivum* L.) variety (HD1220) in a Saharan soil of Ouargla region. The experiment was conducted during the 2017/2018 crop year on three sites in the commune of Hassi Ben Abdallah in Ouargla. We found that the magnetization of water has a positive effect on the salinity and the CaCO<sub>3</sub> content of the water. ground. It seems to reduce them is offering good conditions to wheat to achieve better yields. However, the results of the magnetization effect on the growth parameters were inconclusive .But the yield parameters were conclusive.

**Keywords:** Irrigation, magnetization, soft wheat, HD1220, Hassi Ben Abdallah, Saharan