



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Production Végétale

Présentée par : *OUARED Khadidja*

KIDOUD Mohamed Alla Eddine

Thème

Contribution à la caractérisation de la production de l'orge (*hordeum vulgaire*) dans la zone agricole de Bougara

Soutenu le, 21-06-2022.

Devant le Jury :

MELIANI Kadour	Président	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
TALEB Mohamed Amine	Encadreur	M.C.A.	Univ-Tissemsilt
OUABEL Habib	Examineur	M.A.A.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2021-2022

REMERCIEMENT

Louanage à Allah qui a illuminé le chemin de la science et de connaissance et m'a aidés à remplir ce devoir et m'a permis d'accomplir ce travail.

Nous tenons aussi à remercier en particulier :

*Notre encadreur Mr. **TALEB Mohamed amine** qui a bien voulu d'accepter de diriger ce travail.*

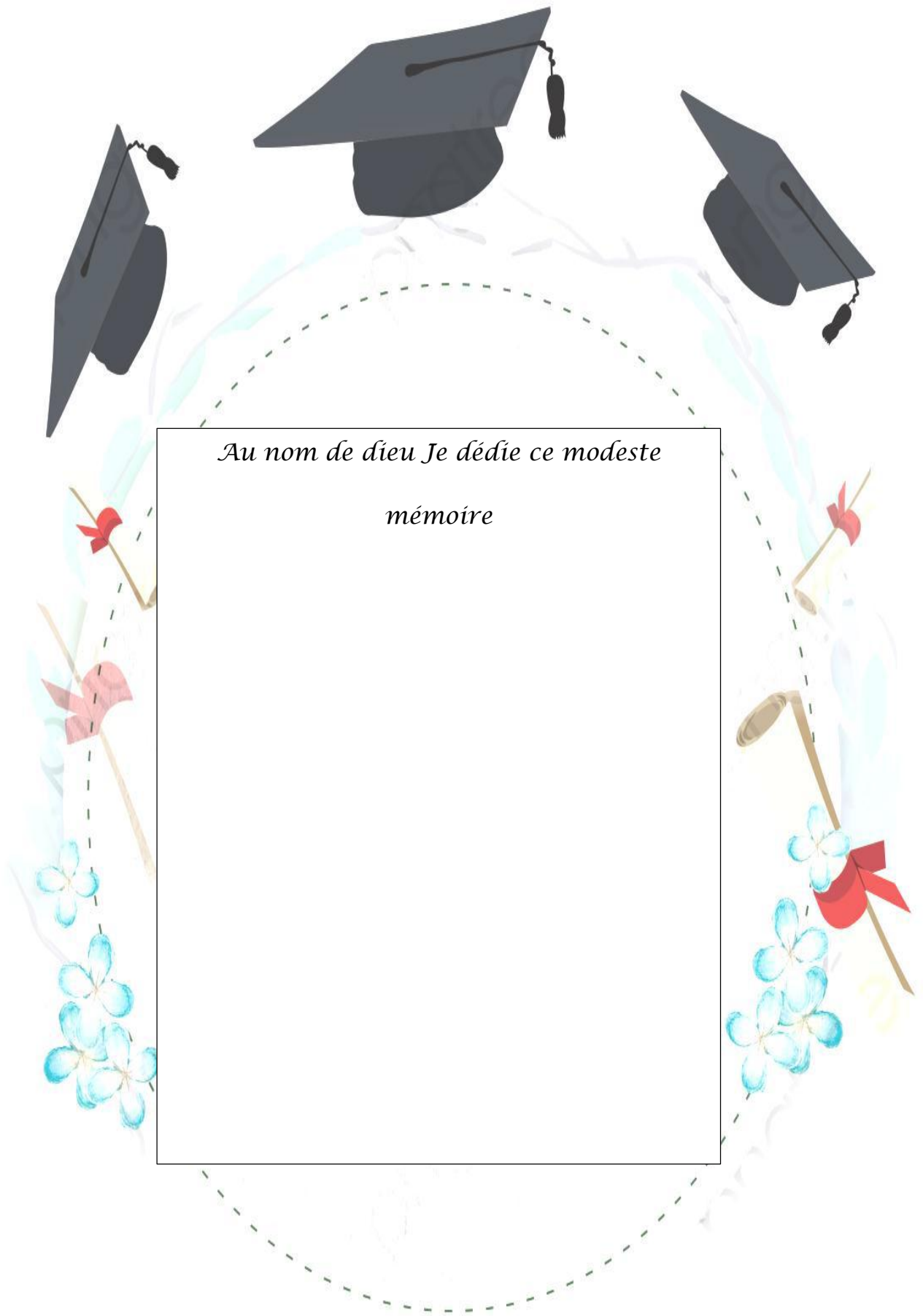
Nous exprimons nos remerciements aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail particulièrement :

*Mr **MELIANI Kadour** d'avoir accepté de présider le jury.*

*Mr **OUABEL Habib** pour avoir aimablement accepté d'examiner ce modeste travail.*

*Nous vifs remerciements adressent également à Mr **TALEB Noureddine***

En fin, Nous tenons à remercier chaleureusement et respectivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



*Au nom de dieu Je dédie ce modeste
mémoire*

Sommaire

Sommaire

Remerciments	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction générale	1

Partie bibliographique

Chapitre I. Caractères généraux sur l'orge

I. Culture de l'orge en Algérie	3
I.1. Superficie et production	3
I.2. Les aires de production	4
I.3. L'importance économique de la culture de l'orge	4
I.4. Utilisation de l'orge	4
❖ Alimentation humaine	4
❖ Alimentation animale	5

Chapitre II. Les eaux de surface

1.2. Eaux de surface	6
II.1. Origine	6
II.2. Types d'eau de surface	6
a. Eaux courantes.....	6
b. Eaux stagnantes.....	6
II.1. Qualité des eaux de surface	7
II.2. Normes physico-chimique d'une eau de bonne qualité	7
II.3. Evaluation de la qualité des eaux de surface	7
II.3.1. Température	7
II.3.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	8
II.3.3. Oxygène dissous	8
II.3.4. Turbidité	8
II.3.5. Matières en suspension	8
II.3.6. Conductivité électrique (CE)	9

Partie Experimentle
Chapitre III. La zone d'étude

III. Présentation de la zone d'étude	10
III.1. Localisation géographique du barrage BOUGARA	10
III.2. Localisation administrative	10
III.3. Hydrologie	11
III.4. Pédologie	12
III.5. Synthèse climatique	11
III.5.1. Température	12
III.5.2. Les précipitations	13
III.5.3. Évapotranspiration	13
III.5.4. Vent	14
III.6. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	14
III.7. Climagramme D'EMBERGER	15
III.7. Lieu de l'expérimentation	17

Chapitre IV. Matérielle et méthode

IV.1. Objectif	18
IV.2. Principe	18
IV.3. L'ensemencement de l'orge	18
IV.4. Méthodes et mesures effectuées	18
IV.4. 1. Hauteur de la plante (HP)	18
IV.4. 2. Longueur du col de l'épi (LCE)	18
IV.4. 3. Longueur de l'épi (LE).....	19
IV.4. 4. Longueur des barbes (LB)	19
IV.4. 5. Nombre de plants par m ²	19
IV.4. 6. Nombre de grains par épi (NG/E).....	19
IV.4. 7. Poids de la paille (PP)	19
IV.4. 8. Longueur de paille (LP)	19
IV.4. 9. Le dernier entre nœud	19
IV.4. 11. Rendement en grain calculé	19
IV.4. 10. Poids de mille graines (mg)	19

IV.5. Analyse des données	20
---------------------------------	----

Chapitre V. Résultats et discussion

V. 1. Influence de l'irrigation sur la morphologie (ANOVA)	21
V. 1.1. Hauteur de la plante	21
V.1.2. Longueur de la paille	22
V.1.3. Longueur épi (cm)	23
V.1.4. Longueur de la barbe (cm)	24
V.1.5. Nombre de grains par épis (NGE)	25
V.1.6. Poids de la paille (g)	26
V.1.7. Longueur du col (cm)	27
V.1.8. Longueur du dernier entre nœud (cm)	28
V.1.9. Le poids de mille grains (g)	29
V.1.10. Nombre d'épi par hectare	30
V.1.10. Récape	32
Conclusion generale	33
Références bibliographique	34
Annexe	38

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

mm : millimètre.

Qx : quintaux.

ha : Hectare.

m : mètre.

°C : degré Celsius.

m³ : mètre cube.

p : précipitation.

T : température.

m² : mètre carré.

km² : kilomètre carrée.

pH : Potentiel Hydrogène.

MES : matières en suspension.

H⁺ : ions d'hydrogène.

CE : Conductivité électrique.

STEP : station de traitement des eaux potables.

CCLS : coopérative des céréales et des légumes secs.

M : la température maximale.

m : la température minimale.

m/s : Mètre par seconde.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrique.

ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts.

DSA : Direction du Service Agricole de la Wilaya.

AECOM Tecsult du cadastre des zones humides Barrage Bougara Tissemsilt.

ANOVA : Analyse de variance.

Liste des figures

Figure N°01	Localisation du barrage BOUGARA.....	11
Figure N°02	La température du barrage BOUGARA année 2020.....	12
Figure N°03	Le Diagramme ombrothermique de la zone d'étude.....	15
Figure N°04	Climagramme d'EMBERGER de 2020	16
Figure N°05	La hauteur moyenne de la plante.....	22
Figure N°06	La longueur moyenne de la paille.....	23
Figure N°07	La longueur moyenne de l'épi	24
Figure N°08	La longueur moyenne de la barbe	25
Figure N°09	Le nombre de grains par épis.....	26
Figure N°10	Le poids moyen de la paille	27
Figure N°11	La longueur moyenne du col.....	28
Figure N°12	La longueur moyenne du dernier entre nœud.....	29
Figure N°13	Le poids mille grains.....	30
Figure N°14	Nombre d'épi par hectare.....	31

Liste des tableaux

Tableau N°01	Evolution de la superficie et de la production de l'orge en Algérie (Statistiques Agricoles, série B, 1998-2006).....	03
Tableau N° 02	Les principaux rôles des barrages.....	09
Tableau N° 03	Caractéristiques techniques du barrage de BOUGARA.....	11
Tableau N°04	Précipitation mensuelle et annuelle de l'année 2020.....	13
Tableau N°05	Evapotranspiration mensuelle et annuelle de l'année 2020 (ANBT, 2020).....	14
Tableau N°06	Précipitations et Température de l'année 2020 (ANBT, 2020).....	15
Tableau N°07	Résultats de l'ANOVA entre la hauteur de la plante des placettes irriguées et non irriguées.....	21
Tableau N°08	Résultats de l'ANOVA entre la longueur de la paille des placettes irriguées et non irriguées.....	22
Tableau N°09	Résultats de l'ANOVA entre longueur de l'épi des placettes irriguées et non irriguées.....	23
Tableau N°10	Résultats de l'ANOVA entre La longueur de la barbe des placettes irriguées et non irriguées.....	24
Tableau N°11	Résultats de l'ANOVA entre le nombre de gain/épi des placettes irriguées et non irriguées.....	26
Tableau N°12	Résultats de l'ANOVA entre Le poids de la paille des placettes irriguées et non irriguées.....	27
Tableau N°13	Résultats de l'ANOVA entre La longueur du col de l'épi des placettes irriguées et non irriguées.....	28
Tableau N° 14	Résultats de l'ANOVA entre le dernier entre nœud des placettes irriguées et non irriguées.....	29
Tableau N°15	Résultats de l'ANOVA entre Le poids de 1000 grain des placettes irriguées et non irriguées.....	30
Tableau N°16	Résultats de l'ANOVA entre Nombre d'épi par hectare des placettes irriguées et non irriguées.....	31
Tableau N°17	Récapé.....	32

Résumé

L'objectif de cette étude consiste à identifier l'impact des eaux de barrage de BOUGARA sur la qualité et le rendement de l'orge (*Hordeum vulgare*) à travers la comparaison des caractères morphologiques de l'orge entre une parcelle irriguée par les eaux du barrage et une autre parcelle soumise aux conditions climatiques de la zone (témoin).

A travers l'application de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% entre la parcelle irriguée et celle non irriguée, il a été démontré que le rendement en grains et en paille, présentent des résultats meilleurs dans les placettes irriguées que celles non irriguées. Quoique ce résultat est positif, il est nécessaire de dire que quelques facteurs de bon développement de la plante de l'orge présentent un stress de salinité (longueur épi, longueur de la barbe, longueur du col), ce qui permet de dire que le rendement pourrait être plus meilleur si l'épuration des eaux usées déversées dans le barrage seront mieux traitées en matière de salinité.

Mot clés : Barrage, Bougara, Orge, Eau de surface, Caractères morphologiques.

المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو التعرف على تأثير مياه سد بوقرة على نوعية و انتاجية محصول الشعير من خلال مقارنة الخصائص المرفولوجية للشعير بين قطعة أرض مسقية بمياه السد وقطعة أرض أخرى خاضعة للعوامل المناخية بالمنطقة (شاهد).

من خلال تطبيق تحليل التباين ذات عامل واحد عند مستوى المعنوية 95% بين الأرض المسقية و غير المسقية، وجد أن محصول الشعير و التبن قدم نتائج أفضل في الأرض المسقية عنه في الأرض غير المسقية.

على الرغم من أن هذه النتيجة إيجابية، إلا أنه من الضروري القول أن بعض العوامل المتعلقة بالنمو الجيد للشعير تتأثر بالملوحة (طول السنبل، طول لحيه السنبل، طول العنق) مما يسمح بالقول أن المحصول يمكن أن يكون أفضل إذا تمت معالجة مياه الصرف الصحي التي تيم صرفها في السد بشكل أفضل من حيث الملوحة.

الكلمات المفتاحية: سد، بوقرة، الشعير، المياه السطحية، الخصائص المرفولوجية.

Introduction

Introduction :

Selon la FAO (1999), au plan mondial, l'orge figure au 4ème rang des céréales après le blé, le riz et le maïs, avec une production annuelle assez stable de 180 millions de tonnes sur environ 80 millions d'ha, à la fin des années 80. Les principaux pays producteurs sont l'URSS, l'Espagne, la France, le Canada, le Royaume-Uni et l'Allemagne.

En Algérie, les céréales représentent la principale spéculation des agriculteurs et occupent une place privilégiée dans les habitudes alimentaires des populations aussi bien dans les milieux ruraux qu'urbains. Les produits céréaliers constituent un aliment d'une haute valeur nutritive puisqu'ils fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire (Djermoun, 2009).

L'orge est la deuxième céréale en importance après le blé dur (Benmahammed, 2004). Elle est cultivée là où le blé ne peut être rentable, à savoir dans les zones marginales à sols plus ou moins pauvres.

Cette culture joue un rôle important dans l'équilibre de l'économie algérienne, elle est susceptible de contribuer à l'accroissement de la production fourragère, des zones marginales où elle montre une adaptation par rapport aux autres céréales, mais malgré cette importance économique, les rendements de l'orge restent cependant relativement faibles par rapport aux besoins nationaux, cette insuffisance fait que l'Algérie importe chaque année des quantités d'orge non négligeables. Cette situation peut s'expliquer par les conditions climatiques difficiles (FELLIACHI et al, 2001).

En effet, le déficit hydrique est la principale contrainte limitant la croissance et la production des céréales dans les zones arides et semi-arides des pays méditerranéens (SEMIANI, 1997). Les faibles rendements des céréales, en Algérie, restent liés à des contraintes édapho-climatique et plus particulièrement à l'eau, qui reste le facteur le plus limitant de la production à savoir que 4% seulement des terres occupées par l'orge reçoivent une pluviométrie supérieure à 600mm (RUIVENKAMPS et RICHARDS, 1994).

L'utilisation des eaux pour l'irrigation est une variante stratégique dans les conditions où les ressources hydriques se raréfient d'une manière incontournable et la production des eaux usées s'accroît (Gadda, 2013).

Le périmètre agricole de BOUGARRA, d'une superficie agricole utile d'environ 1000 ha, un climat semi - aride et des précipitations ne dépasse guère les 400 mm/an, se caractérise

par la présence d'une source d'eau superficielle précieuse, celle du barrage de BOUGARRA avec une capacité d'accumulation de plus de 11 millions de m³, il est alimenté essentiellement de Nahr Ouassel et les eaux usées traitées découlant de la station d'épuration de Tissemsilt et de Khemisti (**Abderrahim, 2015**).

L'utilisation de l'eau de barrage pour l'irrigation de l'orge qui est la culture dominante dans la région, est la solution la plus efficace pour intensifier la production dans ces zones.

L'objectif de ce travail consiste à identifier l'influence de l'eau du barrage de BOUGARRA sur le rendement de l'orge dans le périmètre agricole de BOUGARRA.

Notre travail est structuré en trois chapitres précédés par une introduction générale :

Dans le premier chapitre relatif aux aspects bibliographiques, nous rappelons les connaissances concernant l'orge (*Hordeum vulgare*), et une identification des eaux de surface.

Dans le second chapitre, nous traiterons la zone d'étude et méthodologie, afin de mettre en évidence l'effet d'irrigation sur les aspects morphologique de l'orge.

Les résultats obtenus basés sur des méthodes statistiques appropriées et la discussion ont fait l'objet du troisième chapitre.

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Partie
bibliographique

Chapitre I
Caractères
généraux sur l'orge

I. Culture de l'orge en Algérie :

I.1. Superficie et production :

En Algérie, 35% de la superficie céréalière est consacrée à la culture de l'orge qui est concentrée entre les isohyètes 250 et 450 mm (**Menad et al, 2011**). Confrontée à des contraintes d'ordre climatiques et techniques, la production Algérienne d'orge est faible et surtout variable dans l'espace et le temps (**Bouzerzour et Benmahammed, 1993**).

Cette réduction de production est due à nombreux facteurs : l'abandon de la culture de l'orge par les agriculteurs au profit du blé, l'insuffisance et l'irrégularité de la pluviométrie, le faible potentiel des variétés cultivées et surtout les maladies parasitaires qui provoquent chaque année des pertes considérables du rendement.

Le suivi de l'évolution de la production met en évidence l'importance des fluctuations inter annuelles. Le rendement se caractérise par une grande variabilité allant de 7.5 Qx /ha en 1998 à 15.6 Qx /ha en 2003 et en 2006 respectivement (**Tableau 1**).

Cependant, ces dernières années, la production nationale de l'orge a progressivement augmentée car plusieurs programmes et projets ont été mis en place pour l'amélioration de la production de l'orge, et le développement des variétés résistantes aux maladies. Depuis 2009, l'Algérie est devenue auto-suffisante en production d'orge (**Boungab, 2013**).

L'Office National Interprofessionnel des Céréales (OAIC) a été autorisé par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural à exporter une partie de la production record d'orge de 2009. C'est la première fois, depuis 1970, que l'Algérie se positionne sur le marché international pour écouler sa production (**Anonyme, 2010**). En revanche, la récolte céréalière de 2010 a été affectée par une baisse importante de la production d'orge à cause d'une reconversion de certaines zones de cette céréale au profit du blé et du déficit pluviométrique dans plusieurs régions à forte production.

Tableau N° 1 : Evolution de la superficie et de la production de l'orge en Algérie (Statistiques Agricoles, série B, 1998-2006).

<i>Année</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Production (qx)</i>	<i>Rendement (qx/ha)</i>
1998	939210	7000000	7.5
1999	468960	5100000	10.9
2000	215630	1632870	7.6
2001	515690	5746540	11.1
2002	894900	4161120	10.4
2003	833510	12 219760	15.6
2004	1029000	12116000	13.2
2005	1 023414	10328190	15.1
2006	1117715	12358800	15.2

I.2. Les aires de production :

La culture de l'orge est pratiquée en Algérie, essentiellement sur les Hauts plateaux. Cette espèce est cultivée dans les zones où les rendements du blé sont faibles (zones marginales à sols assez pauvres) (Monneveux et Bensalem, 1993). Selon Boulal et al (2007), les principales zones de production sont :

La zone semi-aride des plaines telliennes où la pluviométrie est comprise entre 350 et 500 mm avec une distribution des précipitations irrégulière (Constantine, Bouira, Tlemcen, Mila, Souk Ahras, Ain Defla, Chlef, Ain Témouchent, Sidi-Bel-Abbès).

La zone sub-aride des Hauts plateaux caractérisée par une faible pluviométrie (200-350 mm), à prédominance agro-pastorale à des altitudes supérieures à 1000 m (Tissemsilt, Tiaret, Sétif, Saida, Bourdj Bou Arreridj).

La zone humide et subhumide des régions littorales et sub-littorales Centre- Est du pays (Tipaza, Skikda, Guelma, Bejaïa, Annaba).

I.3. L'importance économique de la culture de l'orge

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) figure parmi les sept céréales les plus cultivées au monde. Elle occupe la quatrième position de par sa production après le maïs, le blé tendre et le riz et avant le sorgho, l'avoine et le seigle (FAO, 2012). La production mondiale de l'orge avoisine les 135 millions de tonnes pour une superficie emblavée de près de 57 millions d'hectares (Bensemmane 2015).

L'Europe, avec 29 millions d'hectares, se distingue par la plus grande superficie emblavée en orge et a produit, en 2011, plus de 80 millions de tonnes soit l'équivalent de 60% de la production mondiale. Les Etats Unis d'Amérique et le Canada viennent en seconde position pour les surfaces et les productions. (Benbelkacem, 2013).

En Algérie, la culture de l'orge est localisée au sud des hauts plateaux à la limite de la zone réservée à la culture du blé dur qui est relativement plus exigeante. Les superficies réservées à cette espèce sont relativement constantes et se situent au-dessus d'un million d'hectares. Quant aux quantités récoltées, elles restent très variables et ce, suites aux effets des contraintes agro-climatiques, notamment les effets des stress de fin de cycle (Benbelkacem, 2013).

I.4. Utilisation de l'orge

❖ I.4.1. Alimentation humaine

Dès sa domestication, l'orge était utilisée en alimentation humaine (Ceccarelli et al, 2010). De nos jours, elle est remplacée peu à peu par les blés, le maïs et le riz selon les

régions et prend, de plus en plus, des destinations fourragères et industrielles (**Amri et al., 2005**).

Elle reste cependant encore utilisée en alimentation humaine dans certaines régions comme au Maroc, en Chine, en Inde et en Ethiopie où elle est utilisée pour fabriquer des galettes et du couscous (**Grando et al., 2006**). Dans certains pays, l'orge trouve une utilisation dans l'alimentation des bébés, en industrie alimentaire comme adoucissant, adjuvant et surtout comme boissons alcoolisées (**Bothmer et al., 2003**). Du point de vue biochimie, l'orge n'est pas toxique mais elle contient plusieurs allergènes et certains facteurs antinutritionnels. Ainsi chez certaines personnes, l'inhalation de la farine de l'orge cause l'asthme, connue sous le nom d'asthme du boulanger. Cet allergène est associé à la présence de certaines protéines issues de la trypsin-alpha-amylase (**Sanchez-Monge et al., 1992**). Chez les nourissants et les personnes sensibles, l'ingestion de la farine de l'orge cause des complications gastro-intestinales. La maladie du cœliaque est due à l'intolérance au gluten d'orge (**Kasarda, 2004**). Le gluten est un complexe de deux protéines majeures de réserve (les hordéines) qui sont les prolamines et les gluténines (**Kasarda, 2004**).

En Algérie le pain complet (khobz ezraa) et certaines dérivées d'orge (semoule en bouillie, soupe d'orge : la Hhira et Couscous d'orge ; Tchicha) sont de plus en plus demandés. Le secteur industriel entrevoit de grandes opportunités et commence à élaborer des offres adaptés.

La valorisation industrielle de l'orge est utilisée actuellement comme un ingrédient potentiel pour la fabrication des produits alimentaires dits fonctionnels (**Zairi, 2016**)

❖ **Alimentation animale**

Le grain de l'orge destinée à l'alimentation animale est concassé ou aplati pour en améliorer la digestibilité. Comparée au blé, l'orge a une faible valeur nutritive à cause de son contenu élevé en fibres qui séquestrent une partie de l'énergie métabolisable. Quoiqu'il possède une teneur élevée en protéine, comparativement au maïs, le régime à base d'orge des monogastriques doit être complété par d'autres sources de protéines, suite à la faible qualité protéique du grain d'orge (**Bothmer et al. 2003**).

Chapitre II

Les eaux de surface

II. Eaux de surface

II.1. Origine

Les eaux de surface proviennent surtout des pluies, et sont constituées d'un mélange d'eau de ruissellement et d'eau souterraines, l'eau de pluie qui ne pénètre pas le sol reste à sa surface, elle peut donc s'écouler et former les cours d'eau ou rester stockée lorsqu'un obstacle s'oppose à l'écoulement ce qui forme les lacs, les mares, et les étangs.

II.2. Types d'eau de surface

a. Eaux courantes :

Les eaux courantes sont les eaux qui subissent constamment un écoulement, de l'amont vers l'aval. Le cours d'eau dévale des pentes jusqu'à terminer sa course dans la mer et l'océan. La proportion d'eau de ruissellement dépend de nombreux facteurs, dont les plus importants sont la durée et l'intensité des pluies, le climat et la végétation, les conditions géologiques topographiques et géologiques de la région considérée. Elle varie longuement, d'environ 20% dans les régions arides et sableuses où les pluies sont rares et à plus de 50% dans les régions rocheuses où la pluviométrie est forte.

b. Eaux stagnantes :

Les eaux stagnantes apparaissent quand il y a une entrave à l'écoulement avec un obstacle naturel ou artificiel. Plusieurs types d'eaux stagnantes se distinguent :

❖ **Les lacs :** Ce sont des volumes d'eau libre superficiel remplissant une dépression naturelle ou artificielle, sans connexion directe avec les océans et dans lequel le déplacement de l'eau n'est pas unidimensionnel, l'accumulation d'eau douce ou salées dans la cuvette lacustre résulte de la contre pente qui retient l'eau, cette rétention est due soit à un creux de l'écorce terrestre, soit à un barrage naturel ou artificiel.

Les plans d'eau artificiels : Réalisés par l'homme, leur profondeur est beaucoup plus faible que pour un lac et peut s'élever au maximum à plusieurs dizaines de mètres. Ces plans d'eau artificiels comprennent deux milieux :

❖ **Les étangs :** sont des étendues plus petites que les lacs, souvent créés dans le but de faire de l'élevage de poisson (pisciculture).

❖ **Les retenues d'eau :** consistent à collecter de l'eau en montagne ou dans les vallées. Ces retenues ont plusieurs vocations. Elles peuvent servir à la production d'électricité (barrage hydroélectrique), à l'augmentation du débit des cours d'eau lorsqu'il devient faible (soutien d'étiage), à la rétention des crues ou des eaux pluviales, à l'irrigation, à l'approvisionnement en eau potable ou encore aux loisirs.

Les marais : Correspondent à un affleurement d'une nappe d'eau peu profonde sur un terrain fortement végétalisé. Une forte quantité de sédiments, c'est-à-dire de dépôts laissés par l'eau, s'est accumulée au fond (**Terchi, 2014**)

II.3. Qualité des eaux de surface :

La qualité d'une eau est définie selon la valeur des paramètres le plus défavorable, cela mène à dire que, plus les paramètres défavorables sont présents plus cette eau est d'une qualité médiocre. Selon cette définition, les paramètres ci-après permettent la classification des cours d'eau.

Selon l'ANRH (**2000**) les eaux superficielles sont classées en quatre classes.

Classe I : Eau de bonne qualité, utilisée sans exigence particulière.

Classe II : Eau de qualité moyenne, utilisée après un simple traitement.

Classe III : Eau de mauvaise qualité, ne peut être utilisée qu'après traitement très poussé.

Classe IV : Pollution excessive, ne peut être utilisée qu'après traitement spécifique et très onéreux.

II.4. Normes physico-chimique d'une eau de bonne qualité :

Une eau de bonne qualité de point de vue chimique, doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux, à l'exception de ceux qui seraient des indices de pollution, ainsi que toutes autres substances toxiques (**Tababouchet, 2017**).

II.5. Evaluation de la qualité des eaux de surface :

La qualité d'une eau de surface est évaluée en mesurant les paramètres physico-chimiques

II.5.1. Température :

C'est l'une des caractéristiques physiques les plus importantes, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde (**Nouayti & Hilali, 2015**)

Elle joue aussi un rôle important dans les processus bactériens comme la nitrification et la dénitrification. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C, par contre elle est fortement diminuée pour des températures comprises entre 12 et 15°C. Les températures inférieures à 5°C sont défavorables à ce phénomène. Plusieurs paramètres dépendent de la température de l'eau comme le pH et l'oxygène dissous (**Benkaddour, 2018**).

II.5.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Dans le domaine de l'eau, le pH joue un rôle primordial à la fois dans :

- Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité).
- Les processus biologiques dont certains cas exigent des limites très étroites de pH (Berrahal, 2019).

II.5.3. Oxygène dissous :

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de la qualité. Sa présence dans les eaux de surface joue un rôle prépondérant dans l'autoépuration et le maintien de la vie aquatique. Cependant, sa présence dans les eaux urbaines est considérée comme gênante du fait de la possibilité de la corrosion des distributeurs métalliques. L'oxygène est l'un des facteurs fondamentaux de la vie. Il entre pour 21% dans la composition de l'air atmosphérique, et représente 35% environ des gaz dissous dans l'eau à pression normale (Ziani, 2017).

II.5.4. Turbidité :

La turbidité peut être importante dans les aquifères karstiques. Elle occasionne des désagréments dans l'aspect de l'eau et sa saveur (goût de terre). Les pics de turbidité suivent les fortes précipitations. Les eaux de ruissellement chargées de particules argileuse et d'autres matières indésirables s'engouffrent dans les bétoires. La vitesse de circulation de l'eau dans le réseau souterrain en crue ne permet pas leur décantation; de plus des particules déposées précédemment sont arrachées aux cavités et augmentent la charge en suspension que l'on retrouve à l'exutoire. Tout aménagement augmentant le ruissellement superficiel et l'érosion des sols accentue la turbidité: remembrement agricole supprimant les haies et talus, pratiques agricoles laissant les sols à nu pendant l'hiver, drainages des eaux superficielles vers les gouffres et bétoires, comblement des mares stockant les eaux de ruissellement (Ziani, 2017).

II.5.5. Matières en suspension :

Les matières en suspension (MES) sont des particules d'origine minérale et organique caractérisées par une faible taille et/ou densité, ce qui leur permet de se déplacer dans les cours d'eau sans toucher au fond (Tessier, 2003). La teneur et la composition des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau (sables, boues, particules organiques, plancton, etc...). Elles dépendent de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des rejets, du développement des microorganismes. D'une façon générale,

les matières en suspension interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou d'adsorption, aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les micro-organismes. Des teneurs élevées en matières en suspension peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous, ce qui engendre des conséquences graves sur l'état biologique des cours d'eau telles que la mort des végétaux (Dutordoir, 2014).

II.5.6. Conductivité électrique (CE) :

Elle s'exprime généralement en ms/cm, sa mesure indique le taux des sels dissous présents dans une eau et par conséquent son pouvoir conducteur. Elle est peut-être utilisée comme indicateur de pollution dans les études environnementales, pour montrer les apports importants en sels d'origine naturelle (bassin versant) et/ou anthropique (rejets des usines de dessalement et rejets industriels) (Benkaddour 2018).

La gestion des eaux de surface joue un rôle hautement souhaitable dans le développement urbain et agricole, c'est ainsi que la politique actuelle de l'état s'est concentrée ces dernières années sur l'amélioration et la création des barrages et la création des stations d'épuration des eaux usées, à savoir dans les hauts plateaux qui présentent de faibles précipitations d'une part et la diminution du niveau des nappes phréatiques d'une part.

D'autres fonctions assurées par les barrages sont présentées dans le **Tableau N° 02**.

Tableau N° 02 : Les principaux rôles des barrages :

<i>Eau élément vital</i>	<i>Eau élément destructeur</i>
<ul style="list-style-type: none"> - stockage de l'eau. - production d'énergie électrique. - Approvisionnement en eau potable et industrielle, protection incendie. - Irrigation - Pêche, pisciculture (élément, économique essentiel dans certains pays). - Soutient d'étiage (garantie d'un débit minimal) - Navigation fluviale (garantie d'un tirant d'eau minimal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ouvrages de protection. - Bassin de rétention contre les crues (inondation, érosion). - Digue de protection contre les crues. - Bassin de rétention de rétention de sédiments Charriés. - Ouvrage de protection contre les Avalanches. - Régulation des lacs. - Rétention des glaces en pays Nordiques.

Source (Anton et al, 2011)

Partie
expérimentale

Chapitre III

La zone d'étude

III. Présentation de la zone d'étude :**III.1. Localisation géographique du barrage BOUGARA**

Le barrage de Bougara est situé en aval du barrage Dahmouni sur le même cours d'eau de Nahr Ouassel. Il est localisé entre les limites de la wilaya de Tissemsilt et de Tiaret sur trois commune Bougara et Hamadia de la wilaya de Tiaret et le chef-lieu de la wilaya de Tissemsilt.

Les travaux de réalisation du barrage ont été achevés en Mai 1991 sur la base d'un bassin versant d'une superficie de 454 km². Cette réalisation a permis la création d'un périmètre agricole irriguée de 798 ha dont 89 ha relevant de la wilaya de Tiaret et le reste appartenant à la wilaya de Tissemsilt.

Un réseau d'irrigation par gravitation a été installé pour desservir des exploitations agricoles des communes de Bougara, Tissemsilt, Khemisti et Layoune.

En plus de Nahr Ouassel, le barrage est alimenté par les eaux des précipitations et les eaux usées traitées provenant de la station d'épuration (STEP) de Tissemsilt avec un volume de 15.000 à 20.000 m³/jour.

III.2. Localisation administrative

Administrativement, le barrage est limité par les communes suivantes :

Au sud : commune Bougara « Wilaya de Tiaret » ;

À l'est : commune Hamadia « Wilaya de Tiaret » ;

À l'ouest : commune Tissemsilt « Wilaya Tissemsilt » ;

Au nord : commune Khemisti « Wilaya de Tissemsilt ».

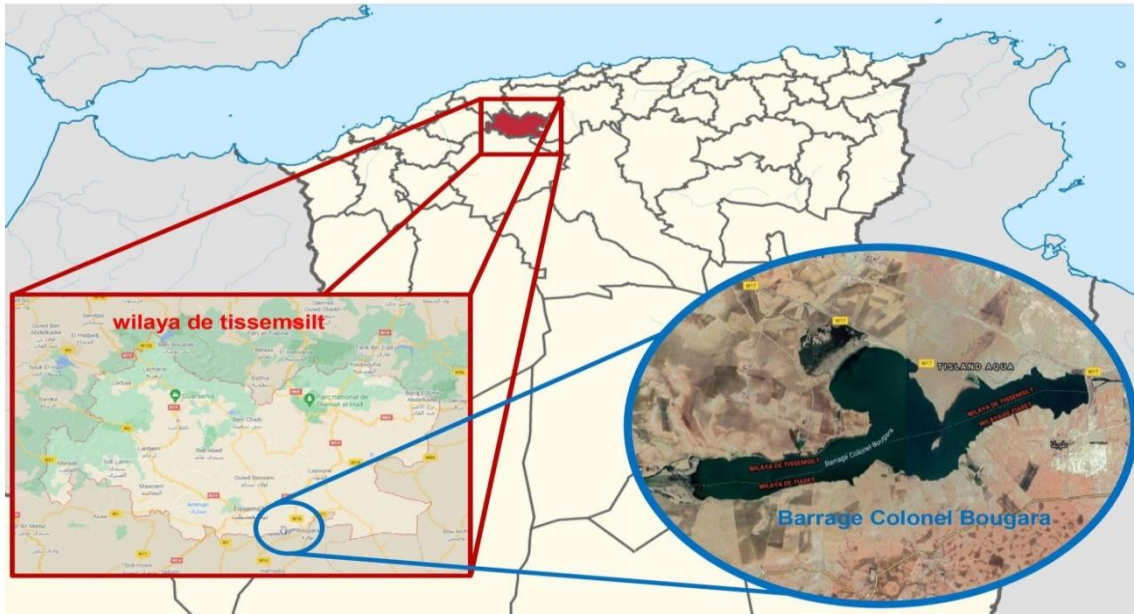


Figure N° 01 : Localisation du barrage BOUGARA (Lardjane ; 2021)

Le barrage de BOUGARA reçoit des eaux venues du barrage de « DAHMOUNI » et déverse les siennes dans le barrage de BOUGHZOUL, les caractéristiques techniques du barrage est consenti dans le **Tableau N°03**.

Tableau N° 03 : Caractéristiques techniques du barrage de BOUGARA

<i>Barrage</i>	<i>Wilaya</i>	<i>Oued</i>	<i>Type d'ouvrage</i>	<i>Capacité Initiale (m³)</i>	<i>Capacité Dernière Levé (m³)</i>	<i>Volume régularisé (mm³/an)</i>	<i>Affectation</i>
Bougara	Tissemsilt	Nahr ouassel	Enterre homogène avec drain cheminé.	13.0	11,32	5,5	Irrigation

(MRE,2009)

III.3. Hydrologie :

Le Barrage BOUGARA régule les eaux de l'Oued Nahr Ouassel en écrétant les crues et en créant un réservoir en amont de la structure. Les fonctions hydrologiques de ce réservoir comprennent le prélèvement d'eau d'irrigation ainsi que leur utilisation in situ en termes de pisciculture, de tourisme et de création d'un habitat éventuel pour la faune sauvage. (AECOM-Tecresult, 2010).

III.4. Pédologie :

Il y a principalement des sols calcaires, des sols organiques (marais) près de Tiaret et des sols alluviaux le long de l'Oued Nahr Ouassel. (AECOM-Tecsult, 2010).

La zone d'étude est caractérisée par des terres de bonne valeur agricole occupant tout le périmètre du barrage, ayant une composition plus ou moins sableuse à limons fins de couleur sombre. Elles sont utilisées exclusivement pour les céréales avec des rendements qui peuvent atteindre 25 Qx /ha. Ces terres situent au nord et à l'ouest de barrage ainsi que des terres de faible rendement sont représentées par des terres marginales, généralement accidentées avec un aspect rocheux ou rocailleux, ils se rencontrent au sud-nord du barrage (DSA, 2007).

III.5. Synthèse climatique :

Les conditions climatiques du barrage s'expliquent par sa situation géographique, le caractère de circulation atmosphérique et le relief de son territoire (Ladjal, 2013)

III.5.1. Température :

Selon les données climatiques de l'ANBT (2020), la température moyenne annuelle observée dans le bassin du barrage est d'environ 11.62°C. Les températures mensuelles minimales et maximales sont respectivement de -2°C et 28°C. le mois de Janvier et décembre partagent la température la plus basse, tandis que le mois de juillet est le plus chaud avec 28°C.

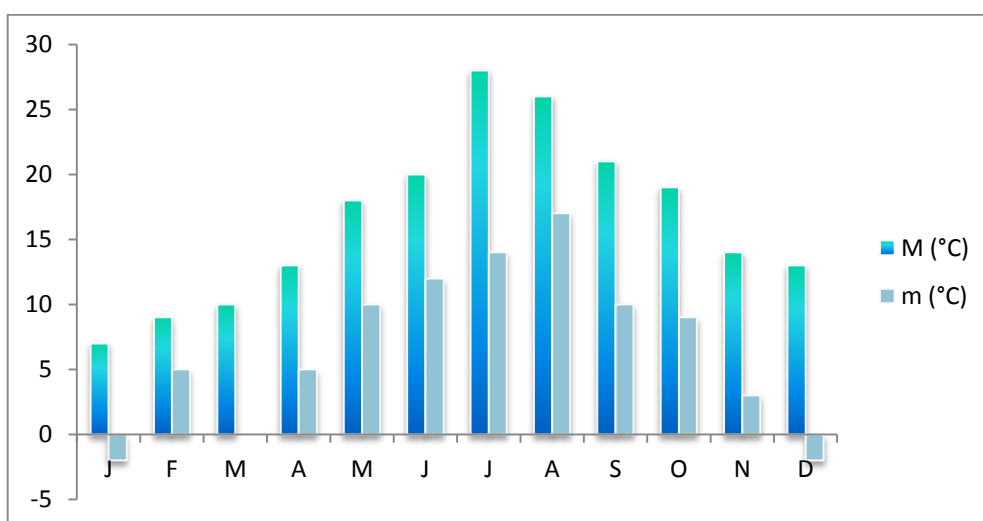


Figure N° 02 : La température du barrage BOUGARA année 2020.

III.5.2. Les précipitations

Le climat le plus approprié dans la zone d'étude a deux saisons, l'une est pluvieuse en période froide et l'autre est sèche en période chaude. Comme dans toutes les régions du bassin méditerranéen, les précipitations sont faibles et réparties tout au long de l'année (**Emberger, 2019**). Données pluviométriques voir **Tableau N°04**.

Tableau N° 04 : Précipitation mensuelle et annuelle de l'année 2020 la partie orientale de la barrage Bougara Tissemsilt (exprimée en mm).

Mois													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<i>P</i> (mm)	21	35	99,1	89	10	19	0	2	49,5	80	28	24	456,5

P (mm) : Précipitations.

(ANBT, 2020)

Le barrage de BOUGARA présente une grande variabilité des précipitations entre les mois. Le maximum des précipitations est de 99,1 mm enregistré au cours du mois de mars, et le minimum des précipitations est de 0 mm pendant le mois de juillet. Les mois les plus secs sont les mois de juillet et août. Selon les données d'ANBT (**2020**) la fourchette des chutes de pluie pour Le barrage est de 600 à 900 mm et la valeur de précipitations annuelles de l'année 2020 se rapproche de la valeur maximale.

III.5.3. Évapotranspiration

La superposition de la valeur des précipitations et de la valeur potentielle de l'évapotranspiration permet de déterminer le mois de pénurie d'eau. Pour le bassin du barrage de BOUGARA, la période déficitaire a duré de février à novembre. Le déficit annuel total est de 1191 millimètres (Tableau N° 05) (**ANBT, 2020**).

Tableau N° 05 : Evapotranspiration mensuelle et annuelle de l'année 2020 du barrage Bougara Tissemsilt (exprimée en mm).

Mois													Total
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>ETP</i> (mm)	31	107	137	142	486	630	1311	1301	733	383	194	103	5558

ETP (mm) : Evapotranspiration

(ANBT, 2020)

Selon les données de la station météorologique de Tiaret et la direction de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT, 2020), les mesures d'évapotranspiration mensuelle du bassin versant du Barrage Bougara varient de 31mm à 1311mm, L'évapotranspiration moyenne annuelle à cette station est de 5558 mm.

III.5.4. Vent :

La charge d'humidité du treuil dominant souffle à l'ouest, au nord-ouest en octobre à mai et au sud-est de juin à septembre avec une fréquence de plus de 14%. La vitesse de vent mensuelle moyenne varie entre 2,5 et 3,5 m/s.

III.6. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de Gausсен permet de distinguer différentes périodes climatiques de l'année. Elle est obtenue en superposant deux courbes de température et de précipitations. Le rapport utilisé dans la figure inclut le double de la valeur de la température par rapport aux précipitations ($p = 2T$). (Dajoz, 1982).

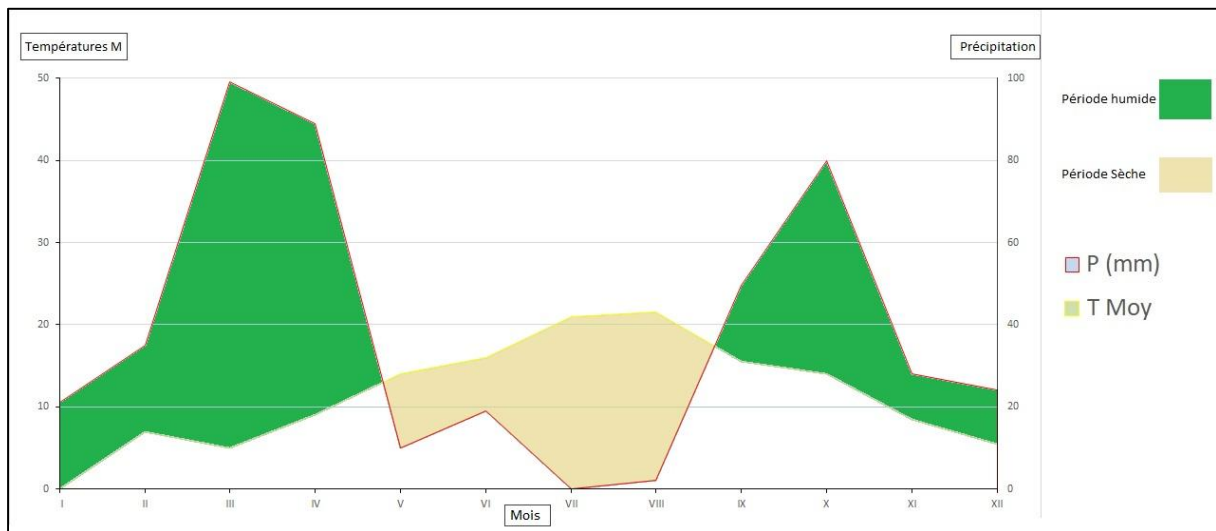
Le diagramme ombrothermique de Gausсен consiste à porter les mois en abscisse, les précipitations à droite et la température à gauche en ordonnée. L'échelle thermique est le double de la pluviométrie. GAUSSEN pense que la sécheresse se produira lorsque la précipitation totale P exprimée en millimètres est inférieure au double de la température T exprimée en degrés Celsius ou $P = 2 T$ (Dajoz, 1971). A partir des données consenties dans le **Tableau N°06** feront l'objet de réalisation du diagramme.

Tableau N° 06 : Précipitations et Température de l'année 2020 (ANBT, 2020)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T (°C) Moy	2,5	7	5	9	14	16	21	21,5	15,5	14	8,5	5,5
P (mm)	21	35	99,1	89	10	19	0	2	49,5	80	28	24

P (mm) : Précipitations.

(ANBT, 2020)



(ANBT, 2020)

Figure N° 03 : Le Diagramme Ombrothermique de la zone d'étude de Bougara

La figure N° 03 démontre une période sèche de quatre mois commençant de la fin avril jusqu'au début du mois de septembre.

III.7. Climagramme D'EMBERGER

D'après **Dajoz (1971)** le climagramme d'Emberger permet de classer les différents types de climat. Le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger est déterminé par la formule suivante (**Stewart, 1975**) :

$$Q2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

- Q2 : Quotient pluviométrique d'Emberger.
- P : La hauteur des précipitations annuelles exprimée en mm.
- M : La moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.
- m : La moyenne des températures minimal du mois le plus froid.

Emberger (1955) a désigné 5 étages bioclimatiques pour la zone méditerranéenne : humide, sub-humide, aride, semi-aride et désertique et 4 variantes thermiques :

- A hiver froid $m < 0^{\circ}\text{C}$.
- A hiver frais $0 < m < 3^{\circ}\text{C}$.

- A hiver doux ou tempéré $3^{\circ}\text{C} < m < 5^{\circ}\text{C}$.
- A hiver chaud $m < 7^{\circ}\text{C}$.

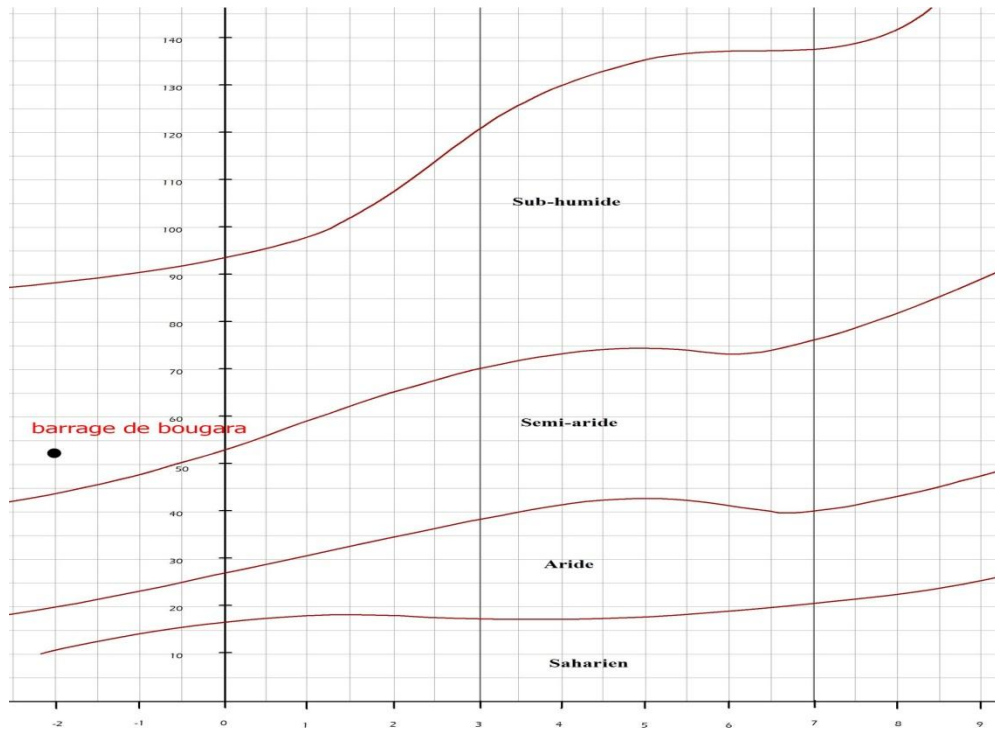


Figure N° 04 : Climagramme d'EMBERGER de 2020

Le Climagramme d'Emberger (Figure N°04) est élaboré pour l'année 2020 au niveau de la station du barrage BOUGARA. Les valeurs du quotient permettent de déterminer l'étage bioclimatique et ses variantes. Le quotient de cette superficie est égal à 52.2 ce qui permet de classer la zone d'étude comme un étage bioclimatique sub-humide et hiver frais.

III.7. Lieu de l'expérimentation :

Notre partie expérimentale a été réalisée au niveau du périmètre agricole de Tissemsilt près du barrage sur une hauteur d'altitude égale à 771 m de hauteur où sept (07) placettes d'une superficie de 100 m² chacune, installées selon deux catégories :

- Catégorie 01 : Cinq placettes irriguées par les eaux du barrage.
- Niveau 02 : deux placettes non irriguées et qui restent soumises aux conditions climatiques de la zone d'étude.

La première catégorie des placettes été irrigué par aspersion à partir des eaux du barrage à raison de deux fois par semaine durant depuis l'ensemencement qui a été effectué le 02/01/2022 jusqu'à la mi-mai.

Chapitre IV

Matérielle et méthode

IV.1. Objectif :

L'objectif de cette étude consiste à déterminer la qualité et le rendement de l'orge irrigué par les eaux du barrage de BOUGARA par rapport à l'orge non irrigué (soumis en totalité aux conditions climatiques), sachant que cette eau est utilisée par les agriculteurs à proximité du barrage, et que la culture de l'orge est la principale culture dans cette zones.

IV.2. Principe :

Le principe de travail est de cultiver l'orge dont deux grandes parcelles où l'une est irriguée avec les eaux de barrage et l'autre sans aucune irrigation.

IV.3. L'ensemencement de l'orge :

Les graines de l'orge semis issues de la variété Saida183, extraite de CCLS de Tissemsilt. Le semis de l'essai est effectuée le 02/01/2022 sur deux grandes parcelles différentes avec une superficie totale de 1000 m² à raison de 25kg d'orge sur une profondeur de 2 à 3 cm.

La première parcelle d'une superficie de 500 m², a été soumise à une irrigation régulière à partir de l'eau du barrage.

La deuxième parcelle d'une superficie de 500 m², n'était pas irriguée par l'eau du barrage.

Les échantillons prises ont été faites d'une façon aléatoire sur les deux parcelles où deux placettes de 100 m² chacune ont été prises de la parcelle non irriguée et 5 placettes de 100 m² ont été prises de la parcelle irriguée.

L'ensemble des placettes ont fait l'objet de comptage et de récolte de toutes les plantes se trouvant à l'intérieur de chaque placette.

IV.4. Méthodes et mesures effectuées :

Le présent travail repose sur l'étude de certains caractères morphologique (caractères d'adaptation et de production) de deux cites l'une irriguer et l'autre non irriguer.

Les plantes récoltées ont fait l'objet des mesures suivantes :

IV.4. 1. Hauteur de la plante (HP) :

Cette mesure a été effectuée au stade de maturité. La hauteur est considérée du ras du sol jusqu'aux sommet des barbes de l'épi. Elle est exprimée en cm.

IV.4. 2. Longueur du col de l'épi (LCE) :

Les plantes prélevées ont servi à mesurer la longueur du col de l'épi. Cette mesure commence à partir du dernier nœud jusqu'à la base de l'épi (1^{er} article du rachis). Elle est exprimée en cm.

IV.4. 3. Longueur de l'épi (LE) :

Les plantes prélevées ont été séparées de leurs épis. Ces derniers ont été mesurés à l'aide d'une règle graduée de la base de l'épi (premier article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal.

IV.4. 4. Longueur des barbes (LB) :

Nous avons mesuré la longueur des barbes (cm) depuis l'extrémité du sommet de l'épillet terminal jusqu'au sommet des barbes.

IV.4. 5. Nombre de plants par m² :

Le comptage du nombre de pieds par mètre carré a été réalisé selon la méthode décrite par **Berifaux(1987)** ; On pose une règle de 1 mètre entre deux lignes de semis (aléatoirement) et on compte les plantes de part et d'autre de cette règle. Trois comptages (en diagonale) ont été réalisés pour chaque parcelle élémentaire.

IV.4. 6. Nombre de grains par épi (NG/E):

Après égrenage manuel de 10 épis prélevés du même lot qui a servi à la détermination du nombre d'épis par mètre carré au niveau de chaque parcelle élémentaire ont permis le comptage du nombre de grains par épis.

IV.4. 7. Poids de la paille (PP):

Le poids de la paille a été mesuré sur une moyenne du poids de 100 pailles pour chaque placette.

IV.4. 8. Longueur de paille (LP) :

100 pailles prises d'une façon aléatoire pour chaque placette ont fait l'objet de mesure de la paille du rat du sol jusqu'au col de l'épi.

IV.4. 9. Le dernier entre nœud :

La mesure de la distance entre le dernier nœud et le col est un indice de croissance hautement appréciable ; de ce fait, la distance entre le dernier nœud et le col a été faite sur un échantillon de 100 plants pour chaque placette.

IV.4. 10. Poids de mille graines (mg) :

Après la récolte et le nettoyage, mille grains sont comptés manuellement puis pesés avec une balance de précision pour chaque parcelle.

IV.4. 11. Rendement en grain calculé :

Ce rendement est déterminé à partir de la formule suivante :

RGC g/m² = (Nombre d'épis / m² x Nombre de grains / épi x Poids de milles grains)/1000.

Puis on le convertit en q/ha comme suit :

Rendement (q/ha)= rendement (g/m²)/10.

IV.5. Analyse des données :

Les données récoltées des différentes mesures ont été consenties dans une table Excel, et ont fait, par la suite, l'objet d'une analyse statistique mettant en évidence l'ampleur de l'irrigation sur la qualité et le rendement de l'orge. Ce paramètre statistique utilisé dans cette étude n'est autre que l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%.

Cette analyse statistique repose sur la comparaison des moyennes ce qui le juge le paramètre statistique le plus adéquat pour ce genre d'étude.

De ce fait, pour chaque mesure effectuée, l'**ANOVA** a été appliquée pour définir si l'irrigation présente un effet ou non sur ce paramètre.

Chapitre V

Résultats et discussion

V. 1. Influence de l'irrigation sur la morphologie (ANOVA) :

Les plantes diffèrent dans leur sensibilité au stress hydrique. Leurs réponses varient selon le stade de développement, de la germination à la maturité. L'effet de déficit hydrique est beaucoup plus marqué sur le développement aérien que sur le développement racinaire ; Ceci s'explique par le fait que la partie aérienne est plus exposée aux effets de la déshydratation de l'atmosphère. Dès lors, la hauteur de la plante, la longueur de la paille, le poids de la paille, le dernier entre nœud, la longueur de l'épi, la longueur de la barbe, le col de l'épi, le nombre de plant par m², le nombre de grain par épis et le poids de 1000 grains seront éventuellement, des variables explicatives de l'influence de l'irrigation (Abderrahim, 2015).

L'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, est celle qui fera l'objet d'analyse appropriée quant à l'influence de l'irrigation à travers les deux parcelles « irriguée et non irriguée »

V. 1.1. Hauteur de la plante :

L'analyse de variance pour le caractère hauteur de la plante et l'irrigation a révélé des différences très hautement significatives entre les deux parcelles étudiées (Tableau N°07), cela démontre que l'irrigation affecte la hauteur de la plante de l'orge.

En effet selon la figure N°05 on remarque que la hauteur moyenne de la plante de la parcelle irriguée (123,96 cm) est beaucoup plus grande que celle non irriguée (48,24cm)

Tableau N° 07 : Résultats de l'ANOVA entre la hauteur de la plante des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	8190.81269	1	8190.81269	370.205937	6.9937E-06	6.60789097
A l'intérieur des groupes	110.625086	5	22.1250171			
Total	8301.43777	6				

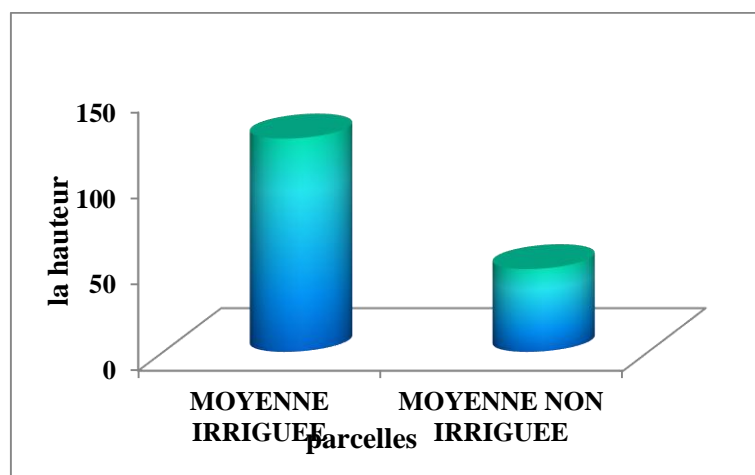


Figure N° 05 : La hauteur moyenne de la plante

V.1.2. Longueur de la paille :

Une hauteur élevée de paille est souvent associée à une bonne résistance à la sécheresse, qui s'expliquerait selon **Masse et Gatte (1990)** ; **Benabdallah et Bensalem (1993)** par les quantités d'assimilats stockés au niveau des tiges qui sont les principaux organes de réserves.

Les résultats de l'analyse de variance entre la longueur de la paille et l'irrigation montrent qu'il y a des différences significatives (Tableau N° 08).

Selon la figure N° 06 on remarque que la longueur moyenne de la paille correspondant à la parcelle irriguée (104,58) est très importante que celle de la parcelle non irriguée (46,66), cette différence est due par la sécheresse de cette année.

Tableau N°08 : Résultats de l'ANOVA entre la longueur de la paille des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	4783.58933	1	4783.58933	59.3481307	0.00058805	6.60789097
A l'intérieur des groupes	403.010952	5	80.6021904			
Total	5186.60029	6				

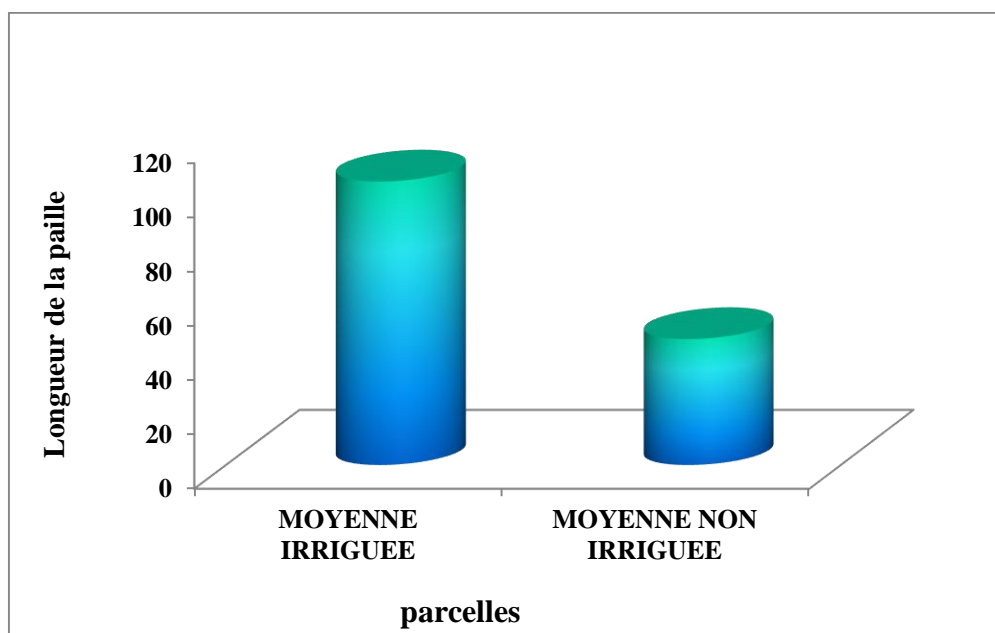


Figure N° 06 : La longueur moyenne de la paille

V.1.3. Longueur épi (cm):

L'épi a une fonction photosynthétique importante au cours du remplissage des graines ; sa contribution à la photosynthèse de la plante entière varie de 13% à 76% , en cas de stress hydrique, il participe même plus activement à la photosynthèse que la feuille étendard en raison de la sénescence des feuilles (Taibi, 2014)

L'analyse de variance ne présente aucune différence significative (Tableau N° 09) ; en effet selon la figure N°07, la longueur moyenne de l'épi dans la parcelle irriguée est de 21,21cm et non irriguée de 9,66 cm c'est à dire que l'irrigation n'a pas influencé le développement de l'épi. Ce résultat est dû essentiellement à la présence de forte teneur de sels dans les eaux du barrage ce qui inhibe le développement de l'épi (Abderrahim, 2015)

Tableau N°09 : Résultats de l'ANOVA entre longueur de l'épi des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	190.703355	1	190.703355	4.97917192	0.07603065	6.60789097
A l'intérieur des groupes	191.501075	5	38.3002149			
Total	382.20443	6				

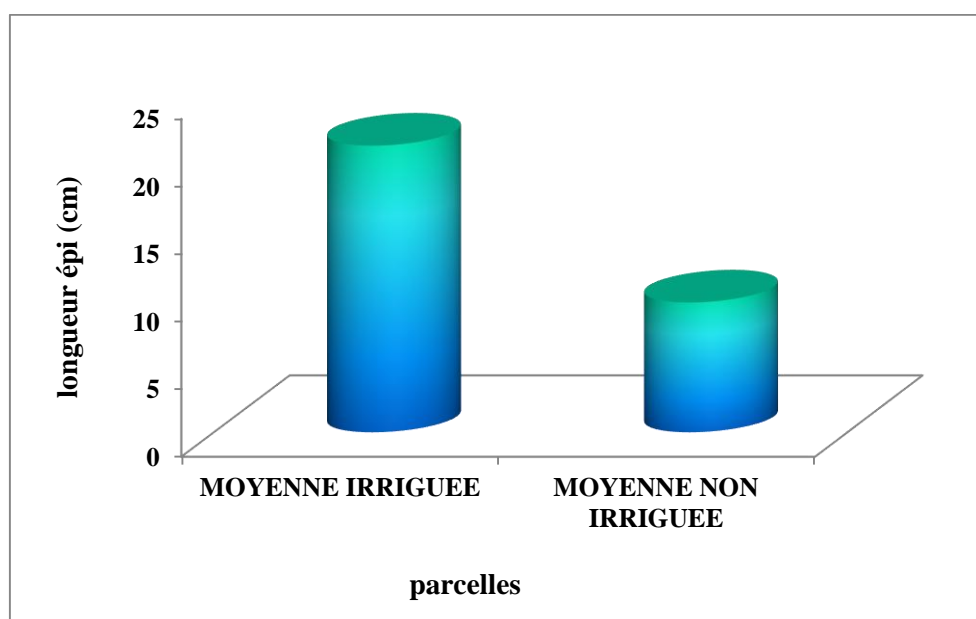


Figure N° 07 : La longueur moyenne de l'épi

V.1.4. Longueur de la barbe (cm)

Les barbes contribuant à l'adaptation à la sécheresse, grâce à leur capacité de compenser la sénescence foliaire, les barbes n'augmentent pas le rendement en grain en conditions d'irrigation, et n'ont pas d'effet sur le nombre de grains par épi (Taibi, 2014).

L'analyse de la variance entre la longueur de la barbe et l'irrigation présente un résultat non significatif (Tableau N°10), La figure N°08 montre que la longueur moyenne de la barbe de la parcelle irriguée (12,21 cm) est presque identique à celle non irriguée (12,14 cm).

Tableau N° 10 : Résultats de l'ANOVA entre La longueur de la barbe des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0.00061674	1	0.00061674	0.00374635	0.95356529	6.60789097
À l'intérieur des groupes	0.82311765	5	0.16462353			
Total	0.82373439	6				

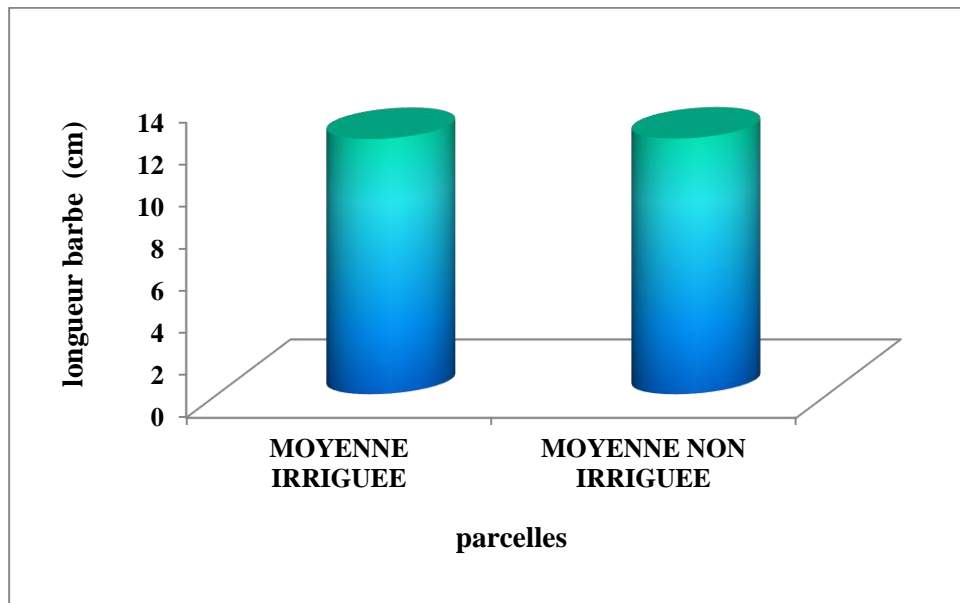


Figure N° 08 : La longueur moyenne de la barbe

V.1.5. Nombre de grains par épis (NGE) :

Ce caractère joue un rôle important dans la détermination du rendement il est en fonction du nombre d'épillets fertiles. **Saulnier (2012)** signale que le rôle du nombre de grain par épi est important dans la stabilité du rendement en grain sous stress.

D'après **Slama et al. (2005)** le déficit hydrique à la montaison traduit une baisse dans le nombre de grains par épi.

L'analyse de variance entre le nombre de graine par épi et l'irrigation est hautement significative (Tableau N°11).

A partir de la figure N°09 on remarque que le nombre de graine par épi dans la placette irriguée (52,93) présente un taux supérieur à celle non irriguée (22,50). Le nombre de graine par épi est très sensible au stress hydrique.

Tableau N° 11 : Résultats de l'ANOVA entre le nombre de gain/épi des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	F	Moyenne des carrés	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	1322.54578	1	54.5570683	1322.54578	0.00071525	6.60789097
A l'intérieur des groupes	121.207556	5		24.2415111		
Total	1443.75333	6				

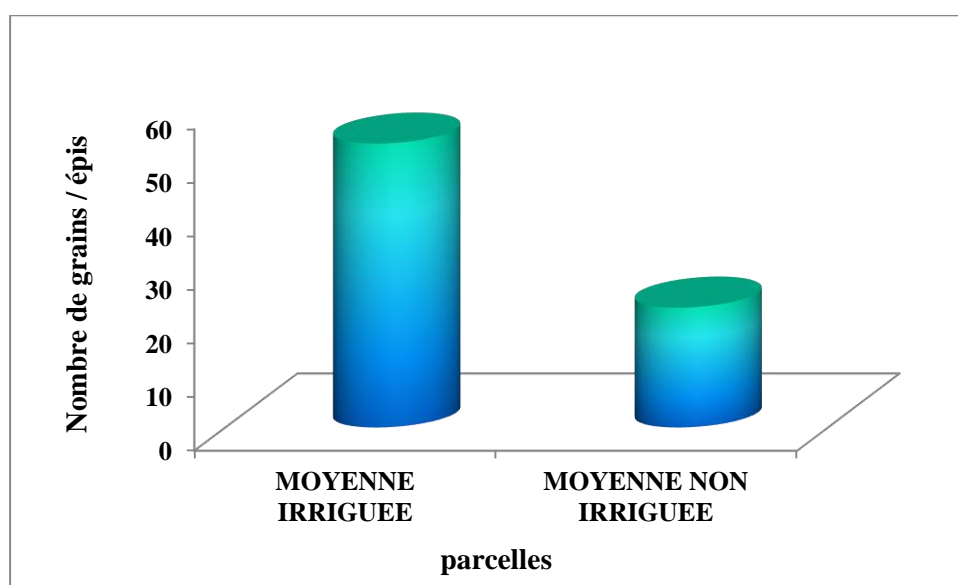


Figure N° 09 : Le nombre de grains par épis

V.1.6. Poids de la paille (g) :

L'analyse de la variance entre le poids de la paille et l'irrigation, il en ressort que la différence est très hautement significative (Tableau N°12).

La figure N°10 montre Le poids moyen de la paille de la parcelle irriguée (5.58 g) par rapport à celle non irriguée (1.16 g). Cela est dû essentiellement à la longueur de la paille qui été hautement significative dans les placettes irriguées.

Tableau N° 12 : Résultats de l'ANOVA entre Le poids de la paille des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	27.9291838	1	27.9291838	300.953368	1.1661E-05	6.60789097
À l'intérieur des groupes	0.46401182	5	0.09280236			
Total	28.3931956	6				

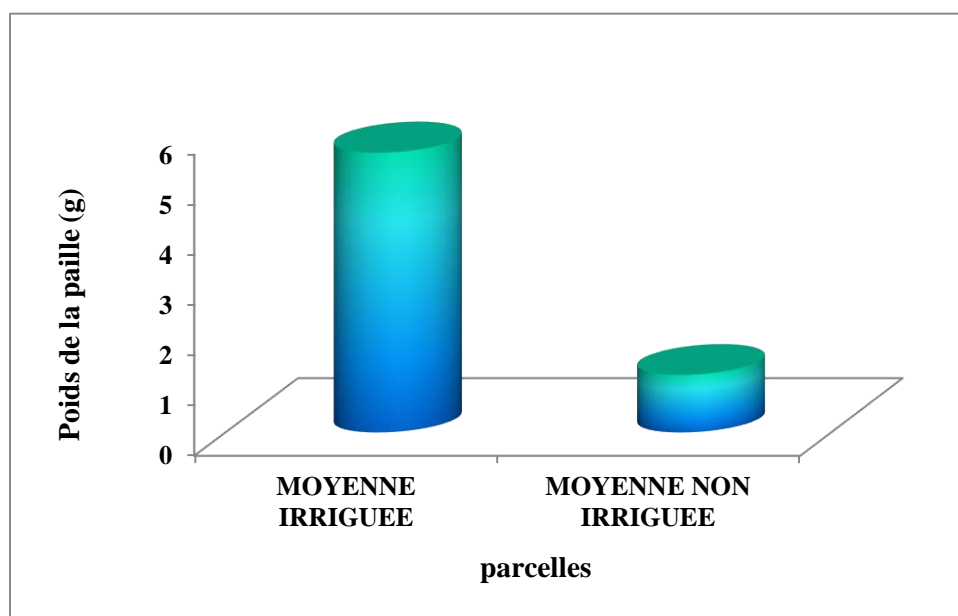


Figure N° 10 : Le poids moyen de la paille

V.1.7. Longueur du col (cm) :

Ce paramètre est considéré comme un critère de sélection de génotypes tolérants au déficit hydrique, Son rôle est important dans l'amélioration du rendement. Ce rôle peut s'expliquer, d'une part par la photosynthèse courante, et d'autre part, par la migration des quantités d'assimilat stockés à son niveau (Mostfaoui, 2011)

L'analyse de la variance entre le col de l'épi et l'irrigation présente un résultat non significatif (Tableau N° 13).

La figure N° 11 présente une variation presque identique de la longueur moyenne du col de l'épi entre la parcelle irriguée (0,37 cm) et celle non irriguée (0,38 cm).

Quoique les eaux du barrage aient apporté les quantités d'eau nécessaire à la plante, ces dernières exposent la plante à un autre stress inhibant sa croissance, soit celui du stress salin du fait que les eaux du barrage comprennent une quantité non négligeable de sels (Abderrahim, 2016).

Tableau N° 13 : Résultats de l'ANOVA entre La longueur du col de l'épi des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	1.7637E-08	1	1.7637E-08	1.0909E-05	0.99749242	6.60789097
A l'intérieur des groupes	0.00808358	5	0.00161672			
Total	0.0080836	6				

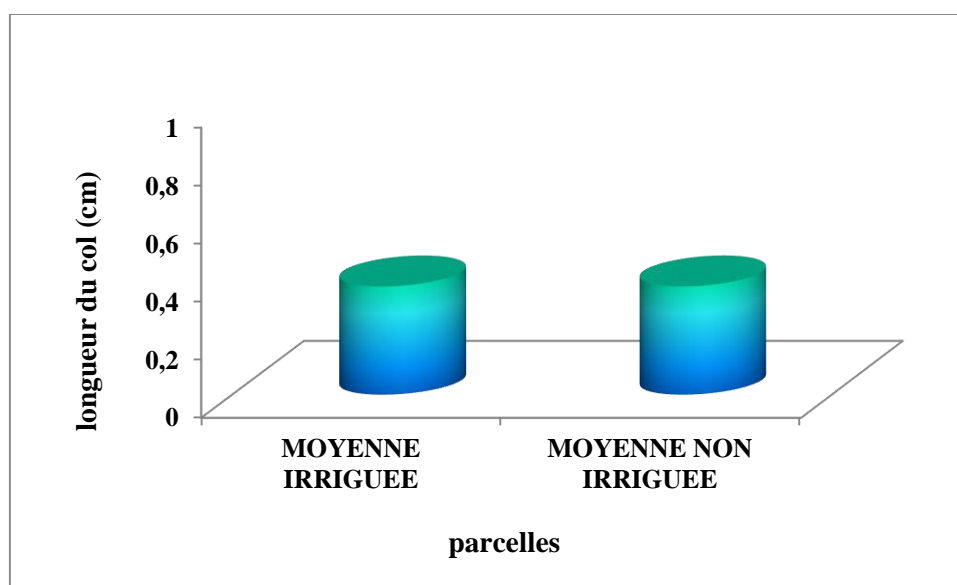


Figure N° 11 : La longueur moyenne du col

V.1.8. Longueur du dernier entre nœud (cm) :

Les différences entre la longueur du dernier entre nœud et l'irrigation sont très hautement significatives selon l'analyse de variance (Tableau N°14) et la présentation graphique (Figure N° 12) démontre que la longueur du dernier entre nœud des placettes irriguées (32,39 cm) est plus longue par rapport à celles non irriguée (15,33cm) avec une différence hautement significative.

Tableau N° 14 : Résultats de l'ANOVA entre le dernier entre nœud des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	415.744077	1	415.744077	113.840885	0.00012518	6.60789097
A l'intérieur des groupes	18.2598756	5	3.65197511			
Total	434.003952	6				

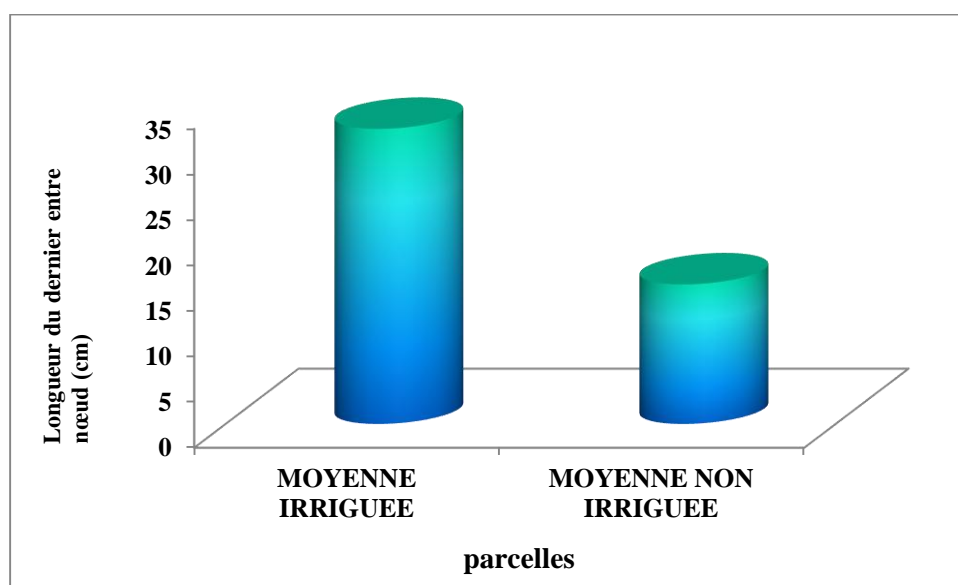


Figure N° 12 : La longueur moyenne du dernier entre nœud

V.1.9. Le poids de mille grains (g) :

L'analyse de la variance entre le poids de mille grains et l'irrigation présente un résultat significatif (Tableau N°15)

A partir de la figure N°13, on remarque que le poids de mille grains dans les placettes irriguées est supérieur à celui dans les placettes non irriguées. Ceci s'explique par le stress hydrique.

Tableau N° 15 : Résultats de l'ANOVA entre Le poids de 1000 grain des placettes irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	3138.33467	1	3138.33467	26.1679885	0.00372131	6.60789097
A l'intérieur des groupes	599.651493	5	119.930299			
Total	3737.98617	6				

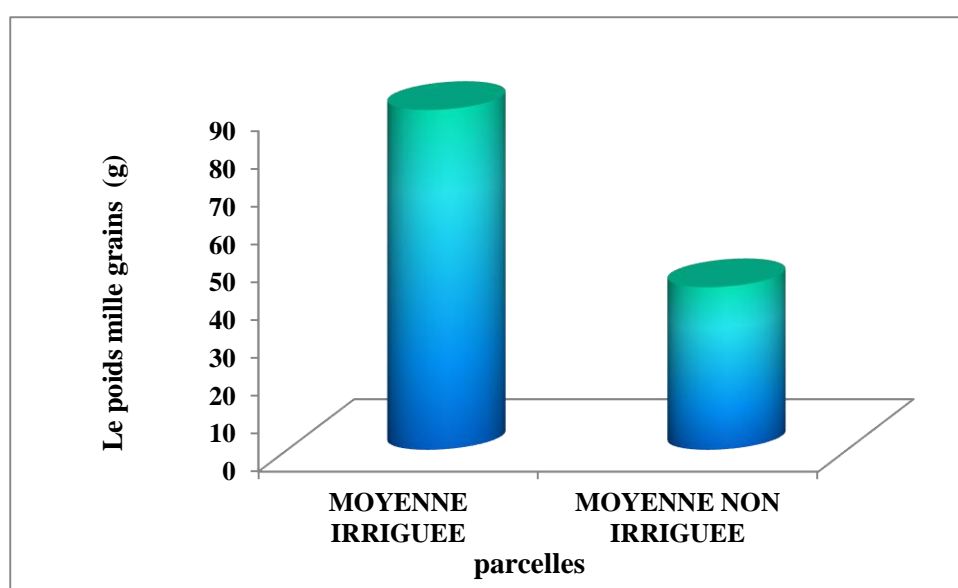


Figure N° 13 : Le poids mille grains

V.1.10. Nombre d'épi par hectare

L'analyse de la variance entre le nombre d'épi par hectare et l'irrigation présente un résultat significatif (N° Tableau16)

La présentation graphique du nombre d'épi par hectare (Figure N°14) démontre un taux supérieur dans les parcelles irriguées par rapport à celles non irriguées. Cela est dû essentiellement au stress hydrique causé par la rareté de la pluviosité durant la période de semis de cette année.

Tableau N° 16 : Résultats de l'ANOVA entre Nombre d'épi par hectare des parcelles irriguées et non irriguées

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	1.8403E+12	1	1.8403E+12	23.7982856	0.00455956	6.60789097
A l'intérieur des groupes	3.8665E+11	5	7.733E+10			
Total	2.227E+12	6				

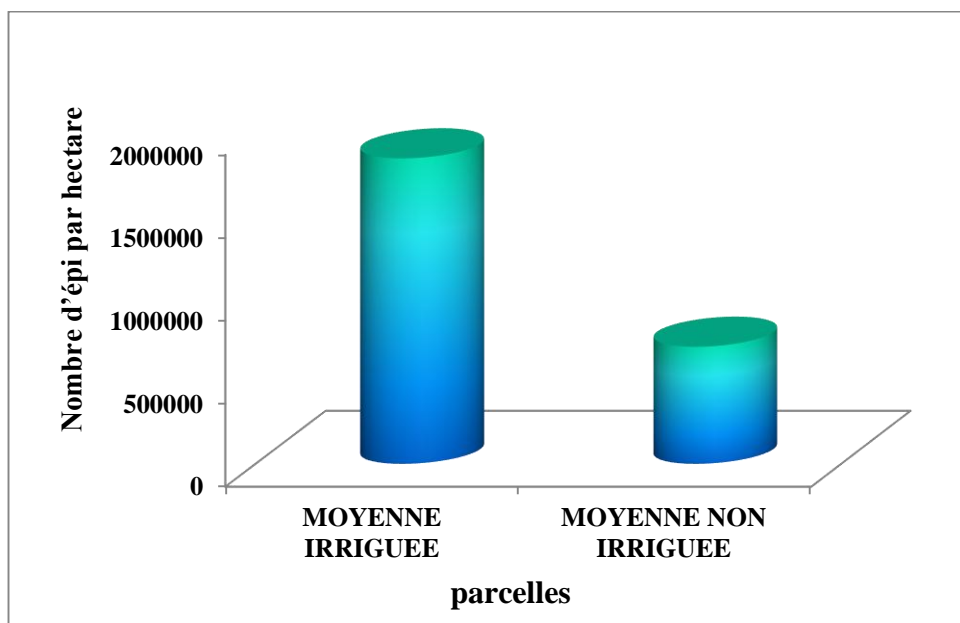


Figure N° 14 : Nombre d'épi par hectare

V.1.10. Récapé (Tableau N° 17) :

Paramètres	Résultat de l'ANOVA
Hauteur de la plante	très hautement significatif
Longueur de la paille	significatif
Longueur épi	non significatif
Longueur de la barbe	non significatif
Nombre de grains par épis	hautement significatif
Poids de la paille	hautement significatif
Longueur du col	non significatif
Longueur du dernier entre nœud	très hautement significatif
Le poids de mille grains	significatif
Nombre d'épi par hectare	significatif

Conclusion

Conclusion

La zone agricole de BOUGARRA comprend une importante source d'eau qui est alimentée par Nahr Ouassel et les eaux usées traitées de la station d'épuration de Tissemsilt. Cette ressource doit être valorisée du fait qu'elles se trouvent dans une zone appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais avec une période sèche du mois de mai jusqu'à la mi-octobre, et des précipitations annuelles ne dépassant guère les 400 mm.

Notre travail a visé l'étude de l'influence de la qualité de l'eau sur le rendement et les caractéristiques morphologiques de l'orge, afin de suivre les caractères d'adaptation et de production pour la zone d'étude. Les résultats dégagés de cette étude illustrés avec d'autres recherches réalisées dans ce domaine, des voies permettant une compréhension de l'effet de l'irrigation sur les paramètres morphologiques et ceux de production indispensables à l'élaboration du rendement.

Suivant les résultats obtenus par le biais de l'analyse de variance (ANOVA) à un facteur avec un seuil de signification de 95%, il semble que le manque d'eau pendant le cycle de développement de l'orge affecte négativement la production en biomasse, le rendement en grains et celui en paille, ce résultat négatif a été comblé par les eaux de barrage qui présentent par le biais de plusieurs études précédentes des eaux de mauvaise qualité dû à la présence d'une forte teneur en sels et en métaux lourds.

Bien que ce résultat soit satisfaisant, la qualité de l'orge obtenue (longueur de l'épi, longueur de la barbe, longueur du col) est inférieure à celle obtenue sur la placette non irriguée, ceci est expliqué par la forte teneur en sels présente dans les eaux de barrage de BOUGARA.

En effet, afin de valoriser cette ressource d'eau qui présente une importante source d'eau à la zone agricole de BOUGARA, il est conseillé de traiter la salinité élevée, qui affecte les cultures d'une part et le sol d'autre part.

*Référence
bibliographique*

Références bibliographiques

Abderrahim A., 2015 - Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation en eaux usées épurées du barrage BOUGARRA sur le rendement de l'orge (Saïda 183) dans le périmètre agricole de Tissemsilt. Mémoire master. Université Ibn Khaldoun Tiaret. 59p.

Abderrahim A., 2015 - Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation en eaux usées épurées du barrage BOUGARRA sur le rendement de l'orge (Saïda 183) dans le périmètre agricole de Tissemsilt. Mémoire master. Université Ibn Khaldoun Tiaret. P45.

AECOM-Tecsult. 2010 - Étude du cadastre des zones humides. (2010). Caractérisation environnementale (Composante 3) et Actions prioritaires et scénarios tendanciels et alternatifs (Composante 4).

Agence Nationale des Ressources Hydrique (A.N.R.H., Blida), 2010-2015 : Rapports de données pluviométriques, hydrogéologie, la géomorphologie et la piézométrie du bassin versant de Sébaou, les résultats des analyses physico-chimiques des eaux souterraine et superficielle, 20p.

Amri A., Ouammou L., Nassif F., 2005 - **Barley-based Food in Southern Morocco: In: Grando S. and Gormez Macpherson H. (eds.). 2005: Food Barley: Importance, Uses and Local Knowledge. Proceedings of the International Workshop on Food Barley Improvement, 14-17 January 2002, Hammamet, Tunisia. ICARDA, Aleppo, Syria. 22-28.**

ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts, barrage Bougara Tissemsilt 2021. Les données climatiques et la fiche technique de barrage Bougara.

Anonyme, 2010. Après 40 ans, l'Algérie redevient exportatrice d'orge. econostrum.inf l'actualité économique en méditerranée. <http://www.econostrum.info/>.

Anton S., Pougatsch H. (2011). Les barrages6 du projet a la mise en service. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), école polytechnique fédérale de Lausanne, pp714.

Benabdallah N et Bensalem M., 1993 : Paramètres morphophysiologiques de sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales. In Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Les colloques. n° 64. INRA. Paris. pp 275-298.

Benbelkacem A. 2013: Rapport national des activités du projet INRAA-ICARDA 2012-2013. 45p.

Benkaddour B., 2018- Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chélif (Algérie), Université de Perpignan; Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem (Mostaganem, Algérie),

- Benmahammed A., 2004.** La production de l'orge et possibilité de développement en Algérie. Céréaliculture. ITGC El Harrach, 41:34-38.
- Bensemmane L. 2015** - Analyse de l'adaptation de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) sous conditions semi-arides. Mémoire Doct. Sci. Spécialité: Biologie végétale-Amélioration des plantes, UFAS. Pp 6 -9.
- BERRAHAL Y., 2019- Evaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évolution des trihalométhanes et le plomb dans le réseau d'eau Potable, uni. Djillali Liabes, hydrochimie et environnement.
- Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., et Rezgui L., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
- Boungab K., 2013** – La rayure réticulée de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) dans le Nord-Ouest Algérien : importance, morphologie et pouvoir pathogène chez *Pyrenophora teres* f. *teres* et recherche de moyens de lutte. Thèse Doc. Scie, option Biotechnologie et Phytopharmacie, UNI, Oran, 25p.
- Bouzerzour H. et Benmahammed A., 1993.** Environmental factors limiting barley yield in the high plateau of Eastern Algeria. *Rachis*, 12 (1) :14 – 19.
- Bothmer V. R., Sato K., Knuepffer H., Hintum T.V. 2003:** Barley diversity - an introduction. In: R. von Bothmer, van Hintum R., Knuepffer H., Sato K., (editors). *Diversity in barley* (*Hordeum vulgare* L.). Elsevier Science, Amsterdam, the Netherlands. 9: 3-8.
- Ceccarelli S., Grando S., Maatougui M., Michael M., Slash M., Haghparast R., Rahmanian M., Taheri A., Al-Yassin A., Benbelkacem A., Labdi M., Mimoun H., Nachit M. 2010** : Plant breeding and climate changes. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 148: 627-637.
- Dajoz, R, 1971-**Précis d'écologie. 2ème édition. Dunod. Paris. 434p.
- Dajoz R ., 1982** – Précis d'écologie, Ed. Gauthier- Villars, Paris, 503 p.
- Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. *Nature et Technologie*. 1 : 45 – 53.
- Dutordoir S. 2014** - Bilan des flux de métaux, carbone organique et nutriments contenus dans une rivière alpine: part des rejets urbains de l'agglomération de Grenoble et apport amont (Isère et Drac). Thèse de Doctorat. Université de Grenoble (France), , 383 p.
- Emberger, L. 1955.** Une classification biogéographique des climats. *Rec. Travaux , laboratoire botanique , géologique, fac sc.*7(11) : 3-43.

- FAO, 1999:** in SERRIA E & HAMMAD A., 2008 : Etude du comportement physiologique et agronomique de quelques génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) conduit dans la zone semi-aride de Sétif. Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila, 2008. P75.
- FAO. 2012:** http://www.fao.org/01_0/ah864f/ah864f00.htm.
- FELLIACHI., 1998 :** in BETKA R et SMAILI Y, 2006 : Etude d'induction de la calogènes d'orge (*Hordeum vulgare* L.), Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila 2006.p80.
- Gadda, N.2013-** Impacts des eaux usées épurées sur les propriétés physico- Chimiques des sols dans la région d'Ouargla. Master académique. Sciences de la nature et de la vie. Univers Ouargla ; (Alger) .86 pp
- Grando S., Macpherson H. G. 2006:** Food Barley: Importance, uses and local knowledge. In proceedings of the International Workshop on Food Barley Improvement, 14-17 January 2002, Hammamet, Tunisia, 156 pp.
- Kasarda, D. D., 2004 -** Grains in relation to celiac disease. Cereal Foods World, 46: 209-210.
- Masse J et Gate P., 1990 :** La maturation. ITCF services Plantes - climats. 10 p.
- Menad A., Meziani N., Bouzerzour H. et Benmahammed A., 2011.** Analyse de l'interaction génotype x milieux du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.): application des modèles AMMI et la régression conjointe. Nature et Technologie, 5: 99 - 106.
- Nouayti. N, & Hilali. M., 2015 -** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc) J. Mater. Environ. Sci., Vol 6(4), p. 1068-1081.
- Monneveux P. et Bensalem M., 1993 -** Tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéenne. Edit. INRA, Paris, pp. 139-140.
- Mostefaoui S., 2011 -** mécanismes liés à l'adaptation et à la productivité de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) dans les environnements difficiles, these, DES. Option : Biologie et Physiologie Vegetales (BPV), p 9
- Ruivenkamps et Richards., 1994 -** in Serria E & Hammad A., 2008 : Etude du comportement physiologique et agronomique de quelques génotype d'orge (*Hordeum vulgare* L.) conduit dans la zone semi-aride de Sétif. Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila, 2008. P75.
- Saulnier L., 2012-** les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles . cahiers de nutrition et de diététique. Vol. 47. P : S4 - S6.

Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M., et Zid A., 2005 - les céréales en Tunisie. Production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume 16, n° 3 : 225-229

Statistiques Agricoles. Série B., 1998-2006 - Ed. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information, Algérie, 41p.

Tababouchet S., 2017 – étude de la pollution des eaux superficielles et souterraines du bassin versant du sébaou, thèse, mas. Hydraulique, option, aménagement et ouvrage hydrotechnique, p 46.

Taibi W., 2014 - Contribution à l'analyse génétique et caractérisation de quelques variétés d'orge et l'influence de l'environnement sur leurs rendements au niveau de la wilaya de Tlemcen. Diplôme de Magister. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.pp54-58.

Tessier L., 2003 - Transport et caractérisation des matières en suspension dans le bassin versant de la Seine: identification de signatures naturelles et anthropiques. Thèse de Doctorat. Ecole des Ponts Paris Tech (France), 349 p.

Terchi S., 2014 – Etude de l'impacte de la qualité des eaux d'irrigation sur la fertilité du sol, la plante, et le rendement des systhèmes d'irrigation , Mas. hydraulique, option, irrigation et drainage. P 01.

Zairi M., 2016 – caractérisation de la production de quelques lignées d'orge issus de la première sélection participative en Algérie, thèse Doc. En science biologique, option biochimie alimentaire, p 39.

Ziani D., 2017- quantification de la pollution anthropique des eaux souterraines de l'aquifère de ain djasser. Est algerien, thèse, doc. hydraulique, p7.

Annexe



Parcelle irriguée



Parcelle non irriguée



Partie irriguée



Partie non irriguée



Longueur du barbe



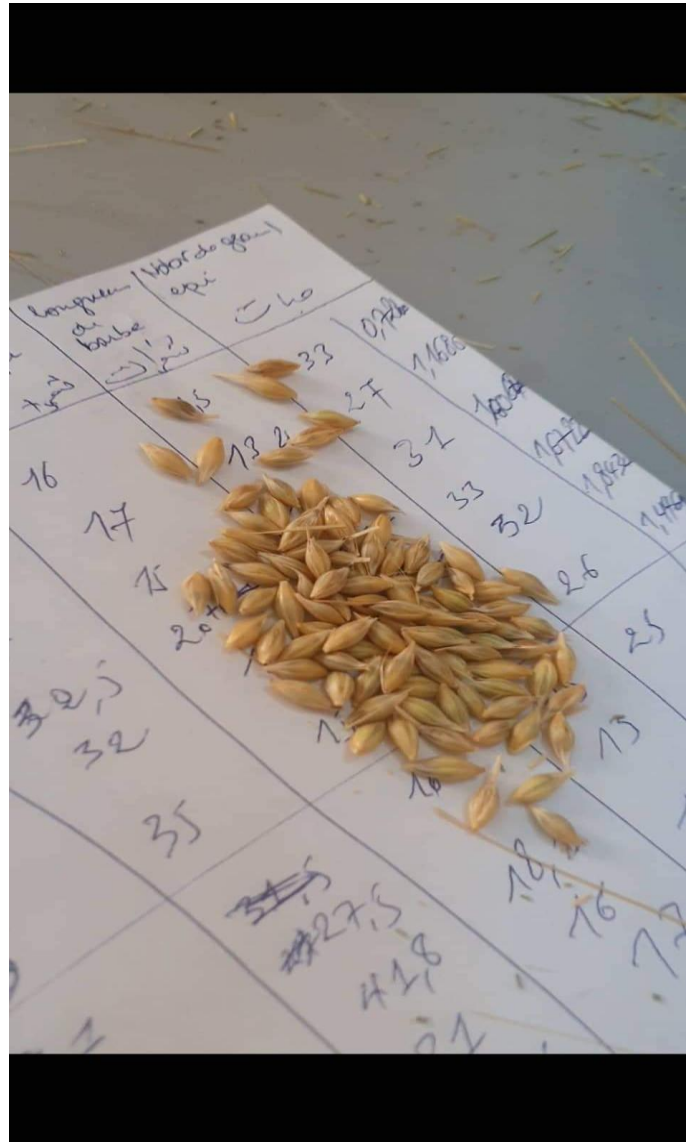
Longueur de la paille



Poids de grain



Poids de paille



Les graines