



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

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Hydropédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
KHELIF Sana

Le : lundi 25 juin 2018

Pilotage de l'irrigation à la parcelle pour une culture d'orge sous l'irrigation par aspersion. Au niveau du site expérimental de l'INRA à Sidi Mehdi de Touggourt.

Jury :

M.	AISSAOUI	MAA	Université de Biskra	Examineur
Mme.	SAOULI ABLA	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Mlle.	HIOUANI Fatima	MCB	Université de Biskra	Président

Remerciement

Avant tout, nous remercions ALLAH de mon avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et suivre,

Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude s'adressent à mon promoteur: Mme Saouli Abl., pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa grande patience, ses encouragements, ses orientations et ses conseils précieux.

Je tiens à remercier particulièrement mon co-promoteur GHERYANI SOFIANE, qui m'a toujours encouragé, aidé pendant toute la période de l'expérimentation et pour ses précieux conseils

Je tiens également à remercier les membres du jury dont Hiouani et Aissaoui, pour avoir consacré de leurs temps si précieux, un moment d'attention vis de ce projet, preuve du

Je remercie aussi tous les ingénieurs et les employés de la station de recherche INRAA de Touggourt auxquels j'exprime le respect et la gratitude.

Je remercie tous les enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, particulièrement ceux du département des Sciences Agronomiques pour la qualité des enseignements reçus et les innombrables soutiens durant tout le cursus universitaire.

Je tiens à remercier fortement tous les enseignants du département des sciences Agronomiques de l'université Mohamed Khider Biskra.

Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes qui ont contribué de près

Ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

sana

DÉDICACE

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À MES TRÈS CHERS PARENTS
POUR LEUR SOUTIEN ET PATIENCE

MA MÈRE FATMA ET MON PÈRE DJAMEL

ET MA GRAND-MÈRE FATIMA ET AICHA, MON GRAND-PÈRE :

LAAROUSSI, ALI.

-A MES FRÈRES ADEL, MOHAMMED AIL, ABD MONAAM,
ABD KARIM.

-A MES DOUCES SŒURS ASMA, TOUMIA, AICHA, FARAH.

-A RANA RIHAM, NIDAL. AKREM

ET TOUT MES TANTES : MASAOUDA, SALIHA, SAADA,
DJAOUIDA, DJAMAA.

-A NADJAT, NADJMA.

-A TOUTE FAMILLE KHELIF, GHETTAS.

-A MES TRÈS CHERS AMIS: SAFA, SARA, ABIR, KAMIR,
HOURIA, IZDIHAR, .

sana

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviations

Introduction

PREMIERE PARTIE : Analyse Bibliographique

Chapitre 01 : Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique	01
1.2. Etude climatique	01
1.2.1 Données climatiques.....	02
1.2.1.1. Les précipitations	02
1.2.1.2. Humidité relative de l'air.....	02
1.2.1.3. Les vents (m/s).....	02
1.2.1.4. Durée d'insolation (h).....	02
1.2.1.5. Les Températures (°C).....	02
1.2.1.6. Evapotranspiration (mm)	03
1.3. Hydrogéologie 04	
1.3.1. Nappe du Continental Intercalaire (CI)	04
1.3.2. Nappe du Complexe Terminal (CT).....	05
1.3.2.1. La nappe des sables (mio-pliocène).....	05
1.3.2.2. La nappe des calcaires (sénonien carbonaté).....	06
1.3.3. Nappe phréatique	06

Chapitre 02 : La gestion de l'irrigation

2.1. Notion de l'irrigation	07
2.2. Détermination de la dose d'irrigation	07
2.3. La réserve utile RU	07

2.4. Classification des systèmes d'irrigation.....	07
2.4.1. L'irrigation par aspersion	08
2.4.2. Avantages et inconvénients d'irrigation par aspersion.....	09
A/ les avantages	09
B/ Les inconvénients	09
2.5. Détermination des besoins en eau des cultures	10
2.5.1. Définition des besoins en eau (mm).....	10
a) évapotranspiration potentielle (ETP) (mm).....	10
b) évapotranspiration maximale ETM (mm).....	10
c) Le coefficient cultural.....	10
d) évapotranspiration réelle ETR (mm).....	11
2.6. Les méthodes de détermination d'ETP.....	11
2.6.1. Méthodes empiriques (indirecte).....	11
2.6.2. Méthodes directes	12
2.7. Gestion de l'irrigation par le pilotage	13
2.7.1. Définition de pilotage de l'irrigation	13
2.7.2. Objectif du pilotage	13
2.7.3. Méthodes de pilotage d'irrigation.....	14
2.7.3.1. Pilotage par le climat	14
2.7.3.2. Pilotage par la plante	14
2.7.3.3. Pilotage par le sol	15
2.7.4. L'opération de pilotage d'irrigation.....	15
2.7.4.1. Choix de la date d'irrigation	16
2.7.4.2. Choix de la dose et de la fréquence d'irrigation	16
2.7.4.3. Choix de mode d'irrigation.....	16

Chapitre 03 : la culture de l'orge

3.1. Morphologie.....	17
3.1 .1. Système racinaire	17
3.1.2. La tige.....	18
3.1.3. Les feuille.....	18
3.1.4. L'inflorescence.....	18
3.1.5. Le grain	18
3.2. Exigences de la culture	18
3.2.1. Exigences climatiques :.....	19
3.2.2. Exigences édaphiques :.....	19
3.2.3. Exigences hydriques.....	19
3.2.4. Les exigences culturales.....	19
a)Préparation du Sol.....	19
b) semis.....	19
c) la fertilisation	20
d) entretien.....	20
3.3. Le cycle de développement de la culture d'orge:.....	20
3.3 .1. Période végétative:.....	20
a – Germination	20
b – Levée.....	20
c – Tallage.....	20
3.3 .2. Période reproductrice:.....	21
a) Montaison.....	21

b) Gonflement.....	21
c) Epiaison	21
d) Floraison.....	21
e) Maturation	21

DEUXIEME PARTIE : Etude expérimentale

Chapitre 01 : Matériels et Méthodes

1.1. L'objectif de l'essai	22
1.2. Présentation de la station d'étude	22
1.2.1. Caractéristique physico-chimique du sol du site	23
1.2.2. Caractéristique chimique de l'eau d'irrigation	25
1.3. Dispositif de l'essai	26
1.3.1. Méthode de pilotage de l'irrigation	27
13.2. Matériel végétal.....	27
1.3.3. Operations culturales	27
1.3.4. Mesures et observations.....	28
1.4. Les composantes du rendement (maturité)	28
1.5. Efficience de l'utilisation de l'eau (EUE).....	30
1.6. Analyse statistique	30

Chapitre 02 : Résultats et Discussions

2.1. Caractères morphologiques.....	32
2.1.1. L'effet du mode de pilotage sur la hauteur des plantes à la maturité	32
2.1.2. L'effet du mode de pilotage sur le nombre de talle	33
2.1.3. L'effet du mode de pilotage sur la longueur de l'épi.....	34
2.1.4. L'effet du mode de pilotage sur la longueur de la barbe	35
2.2. Les composantes des rendements.....	36

2.2.1 Effet de mode de pilotage sur le nombre d'épis/m ² (NE).....	36
2.2.2 Poids moyen total des épis	37
2.2.3 L'effet du mode de pilotage sur le poids moyen d'un épi.....	38
2.2.4 L'effet du mode de pilotage sur le poids des grains d'un épi (g)	39
2.2.5. L'effet du mode de pilotage sur le nombre des grains par épi (NGE).....	40
2.2.6. L'effet du mode de pilotage sur le poids de 1000 grains (PMG)	41
2.3. Rendement.....	42
2.3.1. L'effet du mode de pilotage sur la biomasse aérienne (g/m ²).....	42
2.3.2. L'effet du mode de pilotage sur le rendement en paille (g/m ²).....	43
2.3.3. Rendement en grains (RDT).....	44
a)l'effet du mode de pilotage sur le rendement théorique (RDTt).....	44
b) L'effet du mode de pilotage sur la rendement machine	45

Conclusion général

Références bibliographiques

Annexe

Liste des tableaux

Tableaux	Titre des tableaux	Page
1	Données climatique de la région d'Oued Righ (2003-2012)	03
2	caractéristiques chimique de l'eau d'irrigation	26
3	La dose et nombre d'irrigation appliqué pour d'irrigation en parcelle piloté	31
4	L'effet du mode de pilotage sur la hauteur des plantes	32
5	l'effet du mode de pilotage sur le nombre des talles.	33
6	L'effet du mode de pilotage sur la longueur de l'épi	34
7	Effet du type d'irrigation sur la longueur de la barbe	35
8	Effet du mode de pilotage sur le nombre moyen d'épi/m ²	36
9	effet du mode de pilotage sur le poids total des épis.	37
10	L'effet du mode de pilotage sur le poids moyen d'un épi	38
11	L'effet du mode de pilotage sur le poids des grains d'un épi	39
12	l'effet du mode de pilotage sur le nombre des grains par épi	40
13	L'effet du mode de pilotage sur le poids de 1000 grains	41
14	L'effet du mode de pilotage sur la biomasse aérienne	42
15	L'effet du pilotage sur le rendement en paille	43
16	L'effet du mode de pilotage sur le rendement théorique	44
17	L'effet du mode de pilotage sur le rendement machine	45

Liste des figures

figure	Titre des figures	page
1	Carte de situation de la région de Touggourt (GOOGLE. 2018).	01
2	les différents systèmes d'irrigation (P.N.T.T.A, 2001).	08
3	Le cycle de développement des céréales (www.agro.basf.fr)	21
4	Schéma de la station expérimentale INRAA Sidi Mahdi - Touggourt Source: (MEISSA, 2012)	23
5	échantillonnage du sol	24
6	schéma du dispositif expérimental	25
7	parcelle piloté	26
8	parcelle non piloté	26
9	pesage d'épi	29
10	pesage de 1000 grains	29
11	effet du mode de pilotage sur la hauteur des plantes	32
12	l'effet du mode de pilotage sur le nombre des talles.	33
13	L'effet du mode de pilotage sur la longueur de l'épi	34
14	l'effet de mode de pilotage sur la longueur de la barbe	35
15	effet du mode de pilotage sur le nombre moyen d'épi/m ²	36
16	effet du mode de pilotage sur le poids total moyen d'épis	37
17	L'effet du mode de pilotage sur le poids moyen d'un épi	38
18	L'effet du mode de pilotage sur le poids des grains d'un épi	39
19	l'effet du mode de pilotage sur le nombre des grains par épi	40
20	L'effet du mode de pilotage sur le poids de 1000 grains	41
21	L'effet du mode de pilotage sur la biomasse aérienne	42
22	L'effet du pilotage sur le rendement en paille	43
23	L'effet du mode de pilotage sur le rendement théorique	44
24	L'effet du mode de pilotage sur le rendement machine	45

Liste abrégations

O.N.M : Office Nationale de Météorologie

P.N.T.T.A : Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture

FAO : Organisation des nations pour l'alimentation et l'agriculture

P : parcelle piloté

NP : parcelle non piloté

Introduction

Introduction

L'agriculture irriguée constitue une composante importante de l'économie des pays qui sont situées dans les zones arides et semi arides. L'irrigation constitue le facteur principal d'utilisation des ressources en eau disponibles. Ces ressources limitées et aléatoires, influent notablement sur le développement de l'agriculture. La production céréalière algérienne est loin de répondre aux besoins de consommation ce qui fait de l'Algérie représente un important importateur de produits céréalières.

Parmi les cultures céréalières, l'orge après le blé est une céréale noble par excellence, apparaît discrète et utilitaire bien que son rôle économique soit fondamental pour l'élevage et la brasserie (**HAMDOUD.1992**). Mais leur production comme les autres céréales reste insuffisante et irrégulière suites aux aléas climatiques ainsi que l'irrégularité des précipitations.

En effet , Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en agriculture, conjugués aux conflits d'usages avec les autres secteurs tel que l'industrie et la consommation des eaux potables nous amènent constamment à réfléchir sur l'économie d'eau et d'énergie (PNTTA,2001). L'Algérie vivant ce contexte de ressources en eau limitées s'est engagée depuis les trois dernières décennies dans un programme dynamique de mobilisation de l'eau afin de contribuer à la pratique de l'irrigation.

Au sud, l'agriculture est tributaire de l'irrigation, cependant l'exploitation des eaux souterraines a accentué la perte d'eau de plus en plus,, il est donc nécessaire de réduire ces pertes par l'utilisation rationnelle des eaux d'irrigation soit par l'utilisation des techniques d'irrigation adéquates

Introduction

Ceci justifie notre intérêt d'étudier l'effet d'une méthode de pilotage par aspersion sur la production d'une culture d'orge cultivé dans le station expérimentale d'INRA de Touggourt, cette évaluation comprends une comparaison sur les caractères morphologiques, le rendement entre les deux parcelles (piloté et non pilotée).

Ce présent mémoire composé à 02 parties :

- la première partie consacrée pour la revue bibliographique,
- la deuxième partie aborde le matériel et les méthodes d'analyse utilisées dans ce travail, une discussion détaillée a été réalisée
- enfin on a terminé par une conclusion générale.

Chapitre 01 : Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique

La région de Touggourt se situe dans la vallée d'Oued-Righ au Nord du Sahara algérien et plus exactement entre l'Oasis de Ouargla au sud et celle des Ziban au Nord, (LAKHDARI, 1980). Elle couvre une superficie de 1498,75 km² (BENABDELKADER, 1991).

La région de Touggourt se trouve à une altitude de 69 mètres, les coordonnées lombaires sont : longitude : 6° 4' Est ; Latitude : 33° 7' Nord (RAGHDA, 1994). Elle se trouvant à 160 km d'Ouargla et 620km d'Alger.

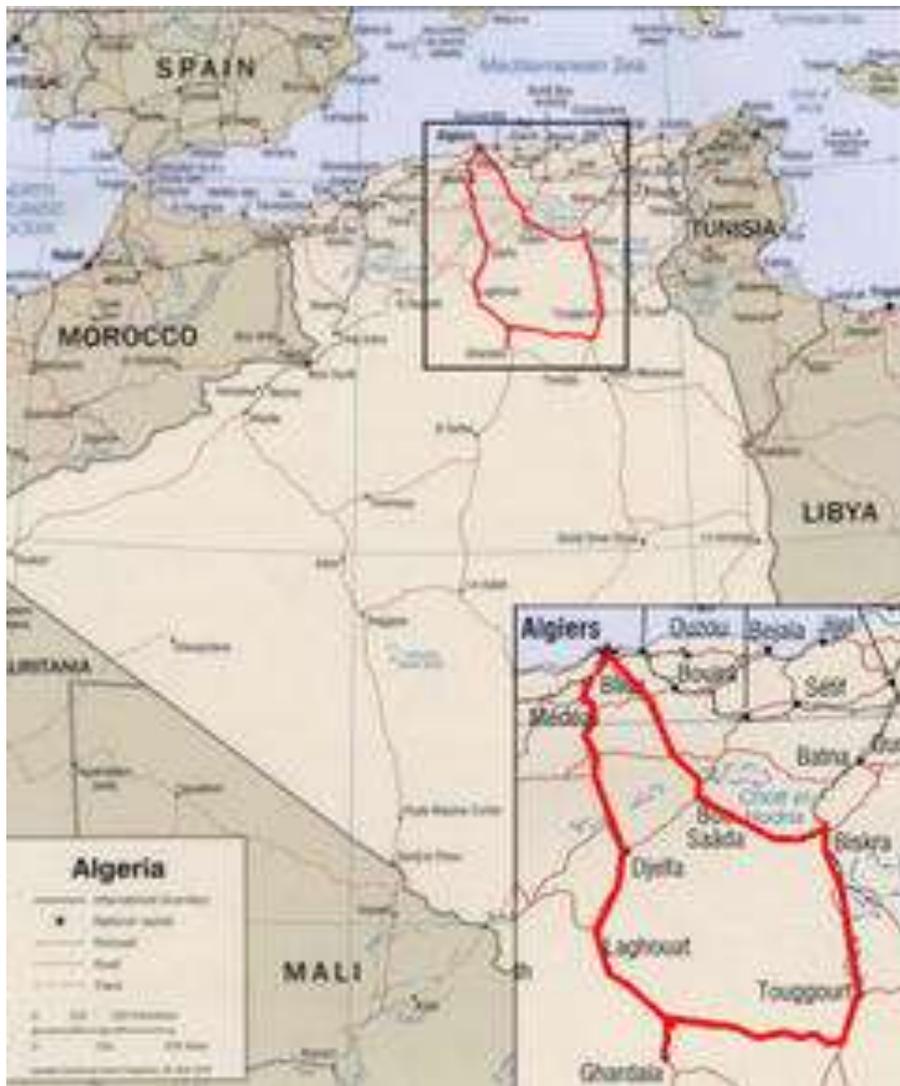


Figure N°01. Carte de situation de la région de Touggourt (GOOGLE. 2018).

1.2. Etude climatique

Le climat de la vallée de Oued Righ est typiquement saharien qui caractérise par des précipitations très faibles, des températures élevées et une humidité relativement faible. (DUBIEF, 1953).L'établissement d'un bilan hydrique nécessite une étude précise des différents paramètres du climat, tels que les précipitations, les températures et l'évapotranspiration...etc.

1.2.1. Données climatiques

1.2.1.1. Les précipitations (mm)

La vallée subit l'influence d'un gradient pluviométrique décroissant du Nord vers le Sud, dans les régions sahariennes les pluies sont rares et aléatoires. Leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, et un maximum au mois de Janvier avec 11.62mm (Tableau 1) (O.N.M, 2013).

1.2.1.2. Humidité relative de l'air (HR%)

Les valeurs de l'humidité relative de la station de Touggourt sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 32% et 65%, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 39,91%.Juillet est le mois le plus sec et janvier est le mois le plus humide (Tableau 1).

1.2.1.3. Les vents (m/s)

Le maximum de vitesse du vent est enregistré au mois de Avril avec une valeur de 3.85 m/s et le minimum en Décembre de est 2.12 m/s. ces vents soufflent suivant des directions différentes (Tableau 1).

1.2.1.4. Durée d'insolation (h)

La vallée de l'Oued Righ reçoit une quantité d'ensoleiller relativement très forte, le maximum est atteint au mois de juillet avec une durée de 362,6 heures et le minimum au mois de Décembre avec une durée de 235.01 heures (Tableau 1). (BEN HAMIDA, et al.2004).

1.2.1.5. Les Températures (°C)

Du fait du faible taux d'humidité de l'air, les températures accusent des écarts journaliers et saisonniers importants. La moyenne annuelle est de l'ordre de 22,41 °C avec de fortes variations saisonnières : 34,11 °C en juillet et 10,84 °C en janvier. La température maximale enregistrée est de 42,06 °C en mois de Juillet, tandis que le minimum absolu est de 4,54 °C en Janvier (Tableau n° 1).

1.2.1.6. Evapotranspiration (mm)

Dans la région de l'Oued Righ l'évapotranspiration maximum connaît une importante variation saisonnière. L'ETP mensuelle en hiver est trois fois moins importante que l'ETP mensuelle en été. (Tableau 1) (O.N.M, 2013).

Tableau 01. Données climatique moyennes de la région d'Oued Righ (2003-2017)

	Tmax(°C.)	Tmin(°C)	Tmoy(°C)	HR%	EVAP(etp)(mm)	INSOL(h)	PR(mm)	V(m/s)
Janvier	17.62	4.54	10.84	55.83	90.78	256.89	11.62	2.51
Février	19.61	6.17	12.76	46.77	117.83	239.49	1.34	8.84
Mars	24.42	10.43	17.43	46.83	141.99	266.57	5.04	8.95
Avril	28.68	13.22	20.95	42.38	176.5	281.63	7.96	10.07
Mai	33.58	20.23	26.91	36.66	213.7	319.39	1.44	9.94
Juin	38.9	24.17	31.535	32.3	271.9	321.43	0.6	9.09
Juillet	42.51	28.63	37.57	29.1	323.45	358.66	0.07	8.6
Août	41.17	24.15	32.66	32.35	333.47	303.19	3.65	8.53
septembre	35.61	22.59	29.1	41.9	203.19	249.62	6.01	8.54
Octobre	27.78	14.55	21.165	50.36	153.44	262.64	6.52	7.05
novembre	23.12	9.81	16.47	56.51	115.68	252.1	1.42	6.71
décembre	16.29	6.9	11.60	63.98	70.4	239.76	6.07	6.72
Moyenne annuelle	29.06	15.44	22.25	45.91	2177.72	278.25	57.36	8.32

(O.N.M.Touggourt, 2017)

1.3. Hydrogéologie

Selon (A.N.R.H,1990) cité par (KHERRAR et MELIZI.,1997) les ressources en eaux souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères, qui s'étendent au-delà des frontières Algériennes qui sont ceux du (CI) et (CT). Dans la région d'étude, on rencontre les trois nappes suivantes:

- La nappe du Continental Intercalaire (CI).
- La nappe du Complexe Terminal (CT).
- La nappe phréatique.

1.3.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI)

Le Continental Intercalaire occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base du trias et du sommet de l'Albien. C'est un réservoir considérable dû à l'extension (60000 Km²) et son épaisseur qui peut atteindre les 1000 m au Nord-Ouest du Sahara. Le Continental Intercalaire est un réservoir à eau plus au moins douce rempli dans sa majorité pendant les périodes pluvieuses du quaternaire. Ces eaux sont caractérisées par :

- Une température qui dépasse les 50°C sauf les hauts endroits où l'aquifère est proche de la surface du sol.
- La minéralisation de l'eau oscille entre 1 et 2 g/l de résidu sec.
- L'alimentation se fait par un ruissellement à la périphérie du réservoir tout en long et à l'extrémité des oueds qui descendent des montagnes de l'Atlas saharien, de Dahra tunisien, du plateau de Tadmait et Tinhert, et les pluies exceptionnelles
- L'écoulement des eaux de cette nappe, se fait dans la partie occidentale du Nord vers les Sud et dans la partie orientale de l'Ouest vers l'Est et du sud vers le Nord.

1.3.3. Nappe du Complexe Terminal (CT)

La nappe du Complexe Terminal (CT) se localise dans le Sahara occidental et s'étend sur une superficie de 350000 Km² avec une profondeur varie entre 100 et 500 m, leurs eaux se caractérisent par (A.N.R.H,1990) cité par (KHERRAR et MELIZI.,1997) :

- Une température peut élevée.
- Moins chargées en sel sur les bordures et relativement élevées au centre (plus de 3g/l)
- L'écoulement généralement se fait vers les Chotts.

Cette nappe regroupe deux systèmes aquifères appelés nappe des sables et nappe de calcaire.

1.3.3.1. La nappe des sables (mio-pliocène)

Représenté par un ensemble important de sable et d'argile présente dans tout le bassin oriental. Cette nappe regroupe 2 nappes.

- La première nappe des sables : Elle est contenue dans des sables à grains fins et moyens rouges, plus ou moins argileux avec rare passage de calcaire. La profondeur de son toit varie entre 40 et 80 m; et son épaisseur varie entre 10 et 50 m.
- La deuxième nappe des sables : Elle circule dans les terrains constitués de sable jaune et de gravier siliceux faiblement marneux. Son épaisseur est de 15 à 50 m et sa profondeur varie entre de 100 à 300 m. Elle est la plus exploitée dans la région de Oued Righ.

1.3.3.2. La nappe des calcaires (sénonien carbonaté)

Elle est constituée par des calcaires blancs siliceux de l'éocène. La profondeur du toit de cette nappe varie entre 160 et 200 m. or les calcaires du sénonien devient moins exploités.

1.3.4. Nappe phréatique

Cet aquifère est constitué par des sables plus ou moins fins et Argile gypseuse. Son substratum est formé d'argile formant en même temps le toit de la première nappe du (CT).

Son épaisseur moyenne est de 7 à 60 m. Cette nappe n'est plus exploitée en raison de la forte salinité des eaux (SAYAH, 2008).

Chapitre : 02**La gestion de l'irrigation****2.1. Notion de l'irrigation**

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal, en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides.(MEMENTO, 1970 cité par Hemidi et Harkat, 2013).

2.2. Détermination de la dose d'irrigation

La quantité d'eau apportée à chaque irrigation est définie par la dose d'irrigation, cette dose relativement liée par les caractéristiques hydriques du sol notamment la RFU (réserve facilement utilisable).

2.3. La réserve utile RU

C'est la valeur maximale de la quantité d'eau du sol utilisable par la plante exprimée.

$$RU = da (HCC - HPF) \cdot Zr$$

Avec :

RU : réserve utile en mm/m

HCC : Humidité à la capacité au champ en %

HPF : Humidité au point de flétrissement permanent en %

Zr : la profondeur du sol en dm

da : la densité apparente (g/cm³)

2.4. Classification des systèmes d'irrigation

Les systèmes d'irrigation classés en deux catégories : l'irrigation de surface (gravitaire) et l'irrigation sous pression.

La figure 2 représente une architecture de différents systèmes d'irrigation pratique dans le monde (P.N.T.T.A., 2001).

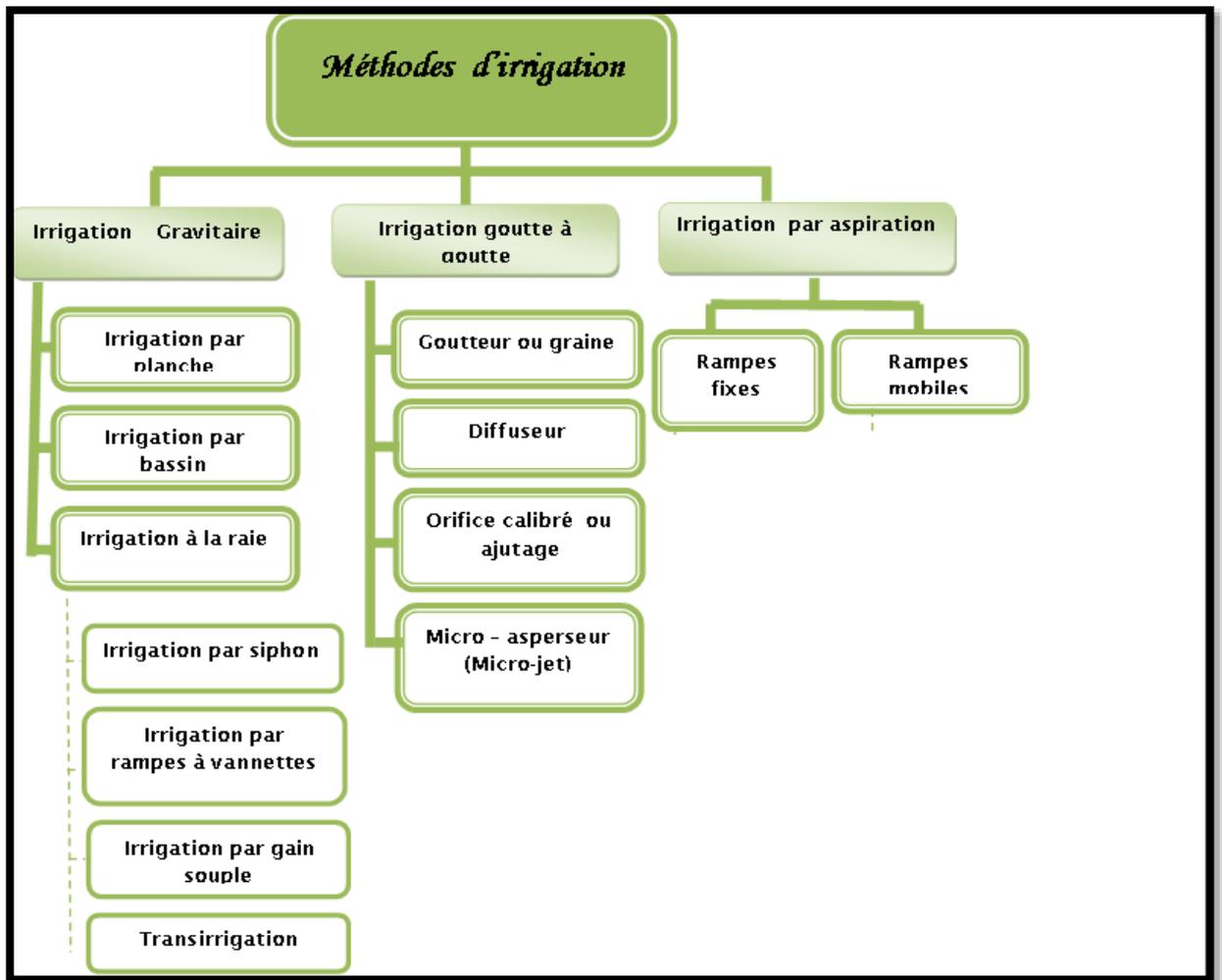


Figure 02: les différents systèmes d'irrigation (P.N.T.T.A, 2001).

2.4.1. L'irrigation par aspersion

C'est un système caractérisé par une bonne économie cette technique d'irrigation par aspersion est conçue sur le modèle de la pluie naturelle. L'eau est refoulée sous pression dans un réseau de conduites, ensuite elle est diffusée par des asperseurs rotatifs sous la forme d'une pluie artificielle

L'irrigation par aspersion convient aux cultures en lignes, de plein champ et à l'arboriculture. Elle s'adapte à toutes les pentes de terrain cultivable, qu'elles soient uniformes ou irrégulières. Les rampes d'arrosage portant les asperseurs doivent suivre autant que possible les courbes de niveau. (FAO, 1990)

La technique d'irrigation par aspersion est la meilleure pour les sols sableux à taux d'infiltration assez fort,

L'eau d'irrigation doit être propre, exempte de matières solides en suspension, pour éviter l'obstruction des buses et le dépôt des matières solides sur frondaison. (FAO,1990)

2.4.2. Avantages et inconvénients d'irrigation par aspersion

A/ les avantages

Parmi les avantages les plus importants on cite (FAO, 1990) :

- Besoin en main d'œuvre généralement faible.
- Bonne adaptation a tous types des soles.
- Facilité de mesure des consommations d'eau. Utile pour la production contre le gel.
- Plus facile déplacer d'une culture à l'autre.
- Economique à long terme (pas des tuyaux à acheter fréquemment).
- Permet l'irrigation sur grands surfaces facilement.
- Assure une forte oxygénation de l'eau fovords à la croissance des plantes.
- Permet éventuellement d'inclure dans l'eau d'irrigation des engrais solubles.
- Permet la lutte antigel lorsque température ne descend au-delà de 8%.
- Permet l'utilisation de très faibles débits.

B/ Les inconvénients

Parmi les inconvénients les plus importants on cite (FAO, 1990) :

- Favorise l'évaporation d'autant plus que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- Divers facteurs du milieu économique et social peuvent limiter l'emploi de l'aspersion en particulier.
 - Cout d'investissement élevé.
 - Le manque de confiance à l'égard des installations mécaniques de la part des agriculteurs, là où la mécanisation agricole est peu développée.
 - La crainte d'un haut prix d'installation.
 - Peut contaminer les légumes feuilles.
 - Favorise les mauvaises herbes.
 - Très affecté par le vent.
- A éviter en cas d'utilisation des eaux salée.

2.5. Détermination des besoins en eau des cultures

2.5.1. Définition des besoins en eau (mm)

Selon Doorenbos et Pruitt, (1977): Le besoin en eau d'une culture est la hauteur d'eau, en mm, nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établit dans un champ de grande superficie, dans des conditions de sol non limitantes du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données». Il est nécessaire de choisir une bonne définition des besoins en eau, car cette notion est à la base du projet d'irrigation

a) évapotranspiration potentielle (ETP) (mm)

Est définie comme l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue(C.T.G.R.E.F, 1979)

b) évapotranspiration maximale ETM (mm)

C'est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade végétatif donné et dans des conditions climatiques données. Sa valeur est théoriquement inférieure ou égale à l'ETP.(C.T.G.R.E.F, 1979)

$$ETM = K_c * ETP$$

K_c : *coefficient culturale* dépend de la culture et du stade végétatif. Varie entre 0 et 1, selon le stade de la culture.

. c) Le coefficient cultural

Par définition, le coefficient cultural (k_c) est le rapport entre l'évapotranspiration de la culture (ET_c) et l'évapotranspiration potentielle (ET_0), Les facteurs qui influent sur la valeur de k_c sont : les caractéristiques de la culture, les dates de plantation ou de semis, le rythme de son développement et la durée de son cycle végétatif, les conditions climatiques, en particulier au début de la croissance et la fréquence des pluies ou des irrigations.

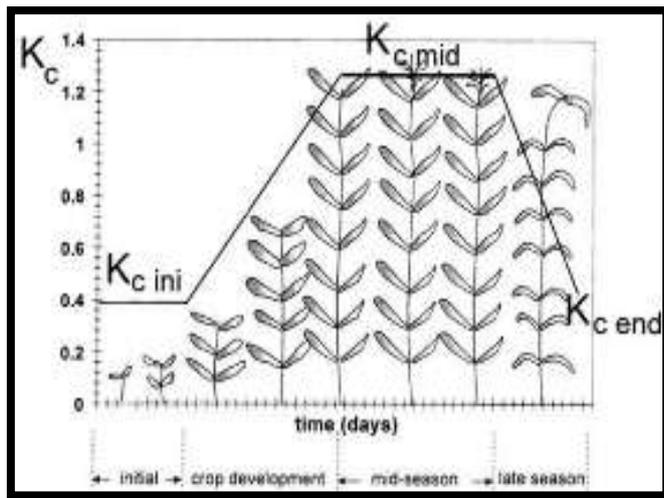


Figure 03 : Courbe de coefficients culturaux et définition des phases (Doorenbos et Pruitt, (1977

c) évapotranspiration réelle ETR (mm)

C'est l'évapotranspiration d'un couvert végétal dans des conditions réelles données : l'alimentation en eau de la plante peut être limitée par des contraintes d'ordre physique (suction du sol), chimique (concentration des solutions), biologique (régulation stomatique), et l'on a alors une réduction de la transpiration par rapport à la valeur maximale qu'elle pourrait atteindre en l'absence de contrainte (C.T.G.R.E.F, 1979).

2.6. Les méthodes de détermination d'ETP

L'évapotranspiration peut être déterminé par soit des

➤ Méthodes empiriques (indirecte)

Qui sont basées sur l'utilisation des formules empiriques pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP), on cite comme exemple :

- la relation proposée par BLANEY-CRIDELLE (1950) qui permet une estimation correcte de l'ETP pour les régions arides et semi aride à tendance à la surestimer pour les climats tempérés.

$$ETP = k * t_F * p$$

Avec :

ETP : évapotranspiration potentielle mensuelle en pouce/jours (1pouce= 25.4mm).

K : coefficient dépendant de la culture et de la zone climatique.

t_F : température en degrés fahrenheit ($^{\circ}F$) ; ($1^{\circ}C$ celcius = $32^{\circ}F$).

P : rapport de la durée du jour pendant la période considérée à la durée du jour l'année entière.

• La formule de Turc (1961), est une relation qui peut être appliquée dans les régions tempérées, elle s'écrit dans son expression mensuelle ou décadaire.

$$ETP = 0.4 (R_g + 50) T / (T + 15) \text{ (mensuelle)}$$

Avec :

ETP : évapotranspiration potentielle mensuelle ou décadaire (mm).

R_g : rayonnement global mensuel ou décadaire ($cal/cm^2/jour$).

T : température moyenne de la période considérée ($^{\circ}C$).

2.6.2. Méthodes directes : qui sont basées soit par l'utilisation

- **des Par cuve lys métrique.** Le lysimètre c'est un appareil réceptacle cylindrique de 01 mètre de diamètre et de l'ordre de 02 mètre de hauteur. Il permet de mesurer la consommation en eau des plantes pendant leur croissance.
- **Bac d'évaporation classe A.**

La mesure directe de l'évaporation se fait généralement au moyen du bac d'évaporation qui est un contenant de section cyclique ou carrée dont les variations du niveau d'eau, mesurées à des intervalles de temps fixes (jour, semaine, décade).

L'ETP calculée par le bac sera donc :

$$ETP \text{ (mm/j)} = K_b * E_{bac}$$

K_b : coefficient du bac expérimental variant de 0.4 à 1.2

E_{bac} : évaporation du bac en mm/jour

2.7. Gestion de l'irrigation par le pilotage

2.7.1. Définition de pilotage de l'irrigation :

Est appelé la conduite ou la programmation de l'arrosage qui consiste à définir pour chaque arrosage la date et la dose jurée optimale. Le pilotage de l'irrigation aura pour rôle de répartir l'irrigation sur l'ensemble du cycle de culture en respectant le niveau de stress admissible. (LEOPOLD. Et PIERRE, 2000 cité par Borni et Saad, 2007).

Il a pour but d'éviter les stress hydrique sur l'ensemble du cycle de culture, lorsque la production maximale de la culture, la dose d'irrigation doit tenir compte du sol, de la pluie et des besoins de la plante qui varient en fonction de son âge.

Le pilotage peut être basé soit seule un paramètre indicateur :

- ❖ Climat : sol et plante.
- ❖ Soit par le suivre du bilan hydrique dans le sol.

2.7.2. Objectif du pilotage

Le pilotage de l'irrigation a pour but d'éviter les stress hydrique sur l'ensemble du cycle de culture, lorsque la production maximale de la culture est obtenue sans contrainte d'alimentation en eau. On doit attirer l'attention sur la nécessité de réduire l'irrigation aux stricts besoins en eau des cultures lorsque la culture requiert des périodes de restriction hydrique pour maximiser le rendement donc qualité le pilotage de l'irrigation devra permettre d'obtenir le niveau de stress utile pendant les périodes souhaitées. Le pilotage de l'irrigation aura pour rôle de répartir l'irrigation sur l'ensemble du cycle de culture en respectant le niveau de stress admissible.

2.7.3. Méthodes de pilotage d'irrigation

Pour la détermination des méthodes du pilotage de l'irrigation, il est essentiel de connaître les paramètres qui se basent dans leur classification qui sont le climat, sol, plante.

Le pilotage peut être basé soit par un paramètre indicateur (climat, sol, plante), ou soit par le suivre du bilan hydrique dans le sol.

2.7.3.1. Pilotage par le climat

Les besoins en eau sont directement proportionnels à la demande climatique (qui s'exprime par les diverses notions d'évapotranspiration ETP, ETM, ETR. Il existe de nombreux procédés de mesure ou d'estimation de l'évapotranspiration, qui sont soit par la mesure de ETP par le lysimètre, ou estimé en utilisant par évaporomètre ou peut être indirecte par utilisation d'une des formules empiriques qui sont très pratiquées pour les études de simulation et de la modélisation des bilans hydriques par ordinateur. (DOCROIX et PUECH, 1984, cité par Hemidi et Harkat, 2013).

2.7.3.2. Pilotage par la plante

Les recherches ont montré que l'activité photosynthétique d'une culture est directement liée au taux de satisfaction des besoins en eau et que, le rendement est d'autant plus élevé si ETR se rapprochait d'ETM.

Mais la réponse exacte de la culture dépend du type de production envisagé (matière sèche, huile, protéine,etc.) Pour lequel il peut y avoir des stocks ou la sensibilité au stress hydrique est moins marquée qu'à d'autres, et où un rationnement en eau est possible sans diminution appréciables de la récolte. (DOCROIX et PUECH, 1984, cité par Hemidi et Harkat, 2013).

2.7.3.3. Pilotage par le sol

Le sol est considéré comme un réservoir, dont le volume d'eau dépend de sa profondeur ainsi que de la texture et de la structure de chacune des couches qui le constituent et suivant l'enracinement propre de la plante.

En dehors des zones arides, on peut augmenter la contribution des ressources naturelles que sont les pluies par une prudence qui favorise l'approfondissement du système racinaire.

Cependant en cas de forte ETP, les besoins ne pourront plus être satisfaits par la seule augmentation de la réserve hydrique du sol et un appoint d'irrigation deviendra nécessaire.

On peut suivre l'état de la réserve hydrique du sol :

- ❖ Soit par la mesure de la quantité d'eau (teneur en eau volumétrique) qu'il contient en fonction de la profondeur (profil hydrique).
- ❖ Soit par la mesure de la force de succion ou potentiel matriciel, ou simplement tension que la plante doit exercer pour extraire l'eau qui se trouve d'autant plus liée au sol que sa teneur diminue.
- ❖ C'est aussi un milieu de transfert de la solution du sol, depuis les zones à faible tension (zones de stockage loin des racines, ou nappes, ou appareils de distribution localisée) jusqu'aux zones à tension plus élevée où sont situées les racines, ce milieu est caractérisé par la facilité de diffusion de l'eau pour une différence de tension donnée diffusivité. (DOCROIX et PUECH, 1984 cité par Hemidi et Harkat, 2013).

2.7.4. L'opération de pilotage d'irrigation

L'opération de pilotage est délicate, nécessite la combinaison de plusieurs facteurs qui sont : climat, sol, plante, et moyens techniques ; permet l'établissement d'un calendrier d'irrigation où est définie pour chaque irrigation la date et la dose jugées optimales.

Les décisions à prendre pour conduire l'irrigation sont :

2.7.4.1. Choix de la date d'irrigation

Ce qui répond à la question (quand irriguer?) qui nécessite la connaissance de la réserve en eau du sol (RFU), et le suivi de l'état hydrique de la plante, pour déclencher l'irrigation.

2.7.4.2. Choix de la dose et de la fréquence d'irrigation

Il s'agit de savoir combien doit-on apporter à la culture et à quelle fréquence, on connaissant au préalable ses besoins en eau et le rendement qu'on espère obtenir.

Dans la pratique, on a trois possibilités de choix :

- dose fixe et intervalle entre irrigation variable.
- dose variable et intervalle fixe.
- dose variable et intervalle variable.

2.7.4.3. Choix de mode d'irrigation

Pour satisfaire les besoins en eau de la culture, le choix de mode d'irrigation doit prendre en considération les contraintes techniques (eau, coût de matériel, culture, énergie, main d'œuvre) et l'efficacité de système. (Bammoun, 2007 cités par Hamed, 2015).

Chapitre 03 : culture de l'orge

L'orge, céréale à paille, cultivée principalement pour son grain est utilisée en alimentation animale et en alimentation humaine pour la fabrication de la bière (industrie brassicole) mais également pour sa paille et comme fourrage vert (pâturage ou ensilage). Elle se distingue des autres céréales par son feuillage vert clair et par un fort tallage (supérieur à celui du blé).

L'orge appartient à la famille des graminées et forme un groupe botanique complexe de grandes graminées qui englobe environ 450 genres et 6000 espèces.

Selon la nomenclature établie par ZUTIN et al, 1980, l'orge appartient à:

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes.

Sous/Embranchement: Angiospermes

Classe: Monocotylédones.

Ordre: Glumales.

Famille: Graminées.

Sous/Famille: Poacées.

Tribu: Hordées.

Genre: Hordeum.

Espèce: HordeumVulgare L.

3.1. Morphologie

L'orge se présente comme une plante herbacée annuelle à multiplication sexuée à feuilles étroites de couleur vert clair, un épi de 6 rangs et d'un tallage herbacé important supérieur à celui du blé. Elle présente un chaume plus gros mais faible et versant plus facilement par rapport au blé ; le système racinaire fasciculé est plus superficiel que celui du blé. (BENAITI, 1989 cité par Nouari, 2006)

3.1 .1. Système racinaire :

L'orge a un système racinaire fasciculé dont la racine principale ressemble aux racines secondaires, ce système est plus superficiel que celui du blé et ne peut aller au delà d'un mètre vingt de profondeur. On estime que 61% du poids des racines se trouve dans les vingt cinq premiers centimètres du sol.

3.1.2. La tige:

La tige n'a rien de très remarquable et on peut observer à son sujet les mêmes modalités de développement que pour celle du blé; c'est un chaume creux entrecoupé de cinq à six nœuds. La hauteur varie en fonction des variétés et peut atteindre deux mètres. (SEMON, 1972 cités par Nouari, 2006)

3.1.3. Les feuille:

Les feuilles sont alternes, distiques non pétiolées à couleur vert clair, Elles sont assez étroites dont la forme peut être caractérisée par le détail suivant: à l'endroit où le limbe se détache de la tige au sommet de la partie engainante de la feuille, on trouve deux stipules largement développés qui se croisent devant la tige en formant une sorte de collier familièrement appelé plat à barbe en raison de sa forme et une courte ligule dentée appliquée contre la tige. (MOSSAB, 1991 cités par Nouari, 2006).

3.1.4. L'inflorescence:

C'est un épi blanc et barbu, le rachis porte sur chaque article trois épillets uniflores : un médian et deux latéraux. La fertilité de ces épillets permet de distinguer le type d'orge. Chez les orges à deux rangs, l'épi est aplati et les épillets s'opposent les uns aux autres alternativement dans le sens perpendiculaire à l'aplatissement de telle sorte que les arêtes barbues des glumelles inférieures sont réparties à l'extérieur de l'épi ; chaque épillet fertile sur chaque axe du rachis entouré de deux épillets stériles. Dans les orges à six rangs on les appelle aussi Escourgeons, la section de l'épi est nettement hexagonale ; tous les épillets sont fertiles (SOLTNER, 1988 cité par Bouhania et Zehri, 2005).

3.1.5. Le grain :

Les grains sont de formes différents ; en effet ceux qui sont placés à l'extérieur de chaque coté du rachis sont légèrement dissymétriques alors que le grain central est symétrique. Ce caractère permet de reconnaître assez facilement une orge à six rangs d'une orge à deux rangs

3.2. Exigences de la culture :

L'orge est la culture céréalière la plus rustique, elle est peu exigeante du point de vue climat, eau et sol ; cependant, sa rapidité de croissance entraîne la nécessité pour celle-ci de bénéficier de favorables conditions édapho-climatiques.

3.2.1. Exigences climatiques :

Le zéro de végétation de l'orge est voisin de 0°C et présente une germination plus rapide par rapport au blé ; les basses températures causent des dégâts foliaires à -8°C et la mort du plant à -16°C pour les variétés les plus résistantes au froid. La somme de température exigée est de l'ordre de 1600 à 1700°C pour l'orge de printemps dont le cycle de développement est de 110-120 jours ; pour l'orge d'hiver dont la durée du cycle est de 250 jours, celle-ci est de 1900 à 2000°C (MOSSAB, 1991 cité par Bouhania et Zehri, 2005).

3.2.2. Exigences édaphiques :

L'orge n'est pas exigeant en sol comme le blé et tire profit même de terres minces et caillouteuses ; les sols calcaires légers lui conviennent bien mais les bons résultats sont obtenus dans les bonnes terres riches en humus et en éléments nutritifs (SOLTNER, 1988 cité par Bouhania et Zehri, 2005).

3.2.3. Exigences hydriques:

Les besoins en eau d'une culture d'orge produisant 40 quintaux de grain et 30.5 tonnes de pailles par hectare sont de l'ordre de 450 à 500 mm/cycle. Il y a lieu de signaler par ailleurs que les besoins en eau de l'orge sont surtout élevés au début de son développement et qu'ils deviennent au contraire relativement moindres par la suite.

3.2.4. Les exigences culturales:

a) Préparation du Sol : L'orge nécessite un sol bien préparé et ameubli sur une profondeur de 20 à 25 cm, une structure fine en surface pour permettre un semis régulier et peu profond (ANONYME, 1993 cité par Bouhania et Zehri, 2005).

b) semis : Le semis peut commencer dès la fin d'octobre avec un écartement entreligne de 18 à 20 cm et une profondeur de 3 à 4 cm. La dose de semis varie entre 140 à 160Kg/ha en fonction des paramètres climatiques, la grosseur des grains, la faculté germinative et la fertilité du sol (TOUTAIN, 1977 cité par Bouhania et Zehri, 2005).

c) la fertilisation : La fertilisation azoto-phosphorique est très importante dans les régions sahariennes face à des sols squelettiques, elle sera fonction des potentialités de la variété ; le fractionnement de l'azote est une nécessité du fait de la grande mobilité de cet élément.

Les besoins en potassium sont peu importants, on estime que l'eau d'irrigation et le sol sont suffisamment pourvus. L'orge tolère très bien le calcium et se développe normalement en sols calcaires (MISSAOUI, 1991 cité par Bouhania et Zehri, 2005).)

d) entretien: L'entretien de la culture se résume essentiellement en la lutte contre les principales mauvaises herbes ; les plus rencontrées sur d'orge soit la folle-avoine, le Phalaris, le ray-grass, le brome, ...etc. mais aussi contre les maladies propres à cette culture.

3.3. Le cycle de développement de la culture d'orge:

Le cycle biologique de l'orge est annuel constitué d'une série de stades qui peuvent être divisés en deux périodes distinctes :

- la période végétative durant laquelle la plante développe des feuilles et des racines.
- la période reproductive durant laquelle se forment l'épi et les grains.

3.3.1. Période végétative:

Cette période débute par la germination et termine au stade tallage.

a - Germination : Durant cette phase, le coléorhize sort de l'enveloppe du grain et donne une radicule, d'où sont émises des racines primitives ; le coléoptile sort du grain et forme un étui protégeant la première feuille.

b - Levée : C'est le développement des premières feuilles à l'extérieure du sol.

c - Tallage : C'est le stade où des bourgeons se forment à l'aisselle des premières feuilles et donnent des talles. Chaque talle primaire donne des talles secondaires qui apparaissent alors à partir de la base du plateau de tallage.

3.3 .2. Période reproductrice:

C'est une période où l'orge acquiert une certaine rusticité, elle comprend plusieurs phases:

a) Montaison : A ce stade, la croissance et le développement de la céréale sont en phase exponentielle. Durant ce stade se différencient les ébauches de l'inflorescence (épillets, glumelles, étamines, ovaires) à partir des fleurs latérales.

b) Gonflement : La gaine de la dernière feuille se trouve gonflée par l'épi encore dans la tige. Durant ce stade, la méiose pollinique commence et les grains de pollen s'élaborent.

c) Épiaison : Elle correspond à la sortie de l'épi de la gaine de la dernière feuille ; ce stade correspond au moment où 50% des épis sont à moitié sortis des gaines des dernières feuilles.

A ce stade, les fleurs de la base de l'épi, les moins développées, dégénèrent.

d) Floraison : Elle correspond à l'apparition des étamines sur l'épi ; à ce stade, la fécondation a déjà eu lieu. Elle marque la fin de l'épiaison et le début de la formation du grain ; elle commence dans le tiers moyen de l'épi puis gagne le sommet et la base.

e) Maturation : Durant cette phase, il y a migration des réserves vers les grains ; quand la céréale est mûre, le végétal est sec et les grains des épis sont chargés de réserves.

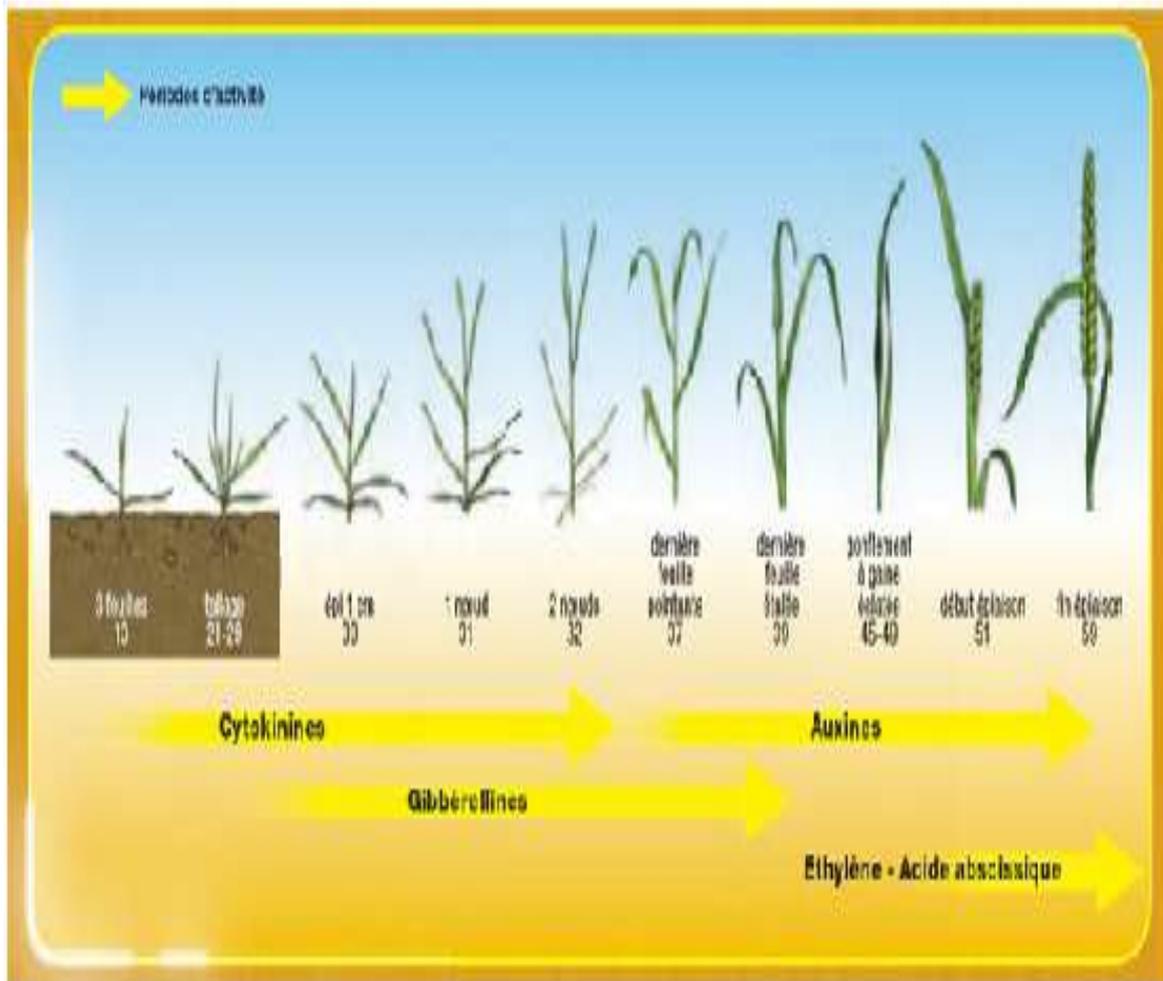


Figure03 : Le cycle de développement des céréales (www.agro.basf.fr)

Deuxième partie : Etude expérimentale

CHAPITRE 01: MATERIELS ET METHODES

1.1.L'objectif de l'essai

L'objectif essentiel de cet essai est d'analyser la production d'une culture d'orge l'irriguée par un système d'irrigation par aspersion , cette évaluation est faite par une comparaison entre deux parcelle une irrigue par une méthode de pilotage et sans pilotage (irrigation aléatoire) , la comparaison comprends les caractères morphologiques, les rendements, et l'efficience d'eau d'irrigation afin de répondre à l'objectif d'atteindre une meilleure utilisation rationnelle des eaux dans les régions souffrant d'une pénurie d'eau

1.2.Présentation de la station d'étude

Notre étude s'est déroulée dans la station expérimentale de l'**INRAA-Sidi-Mahdi-Touggourt**.

La station de Sidi-Mahdi est située à 7Km au Sud-Est du chef-lieu de Touggourt sur le plateau oriental de l'Oued Righ, avec une latitude de 33°04' Nord, une longitude de 6°05' Est, et une altitude de 85m. Elle a été créée par le service des études scientifiques de l'hydraulique en 1959, puis transférées à INRAA qui assure sa gestion depuis 1966 à ce jour. Le domaine s'étend sur une superficie de 52 ha, dont 30 ha de surface agricole utile, comportant une palmeraie de 25 ha de variété Déglet-Nour et 5 ha destinés aux cultures fourragères (luzerne, orge) et maraichères (tomate, courgette, piment).

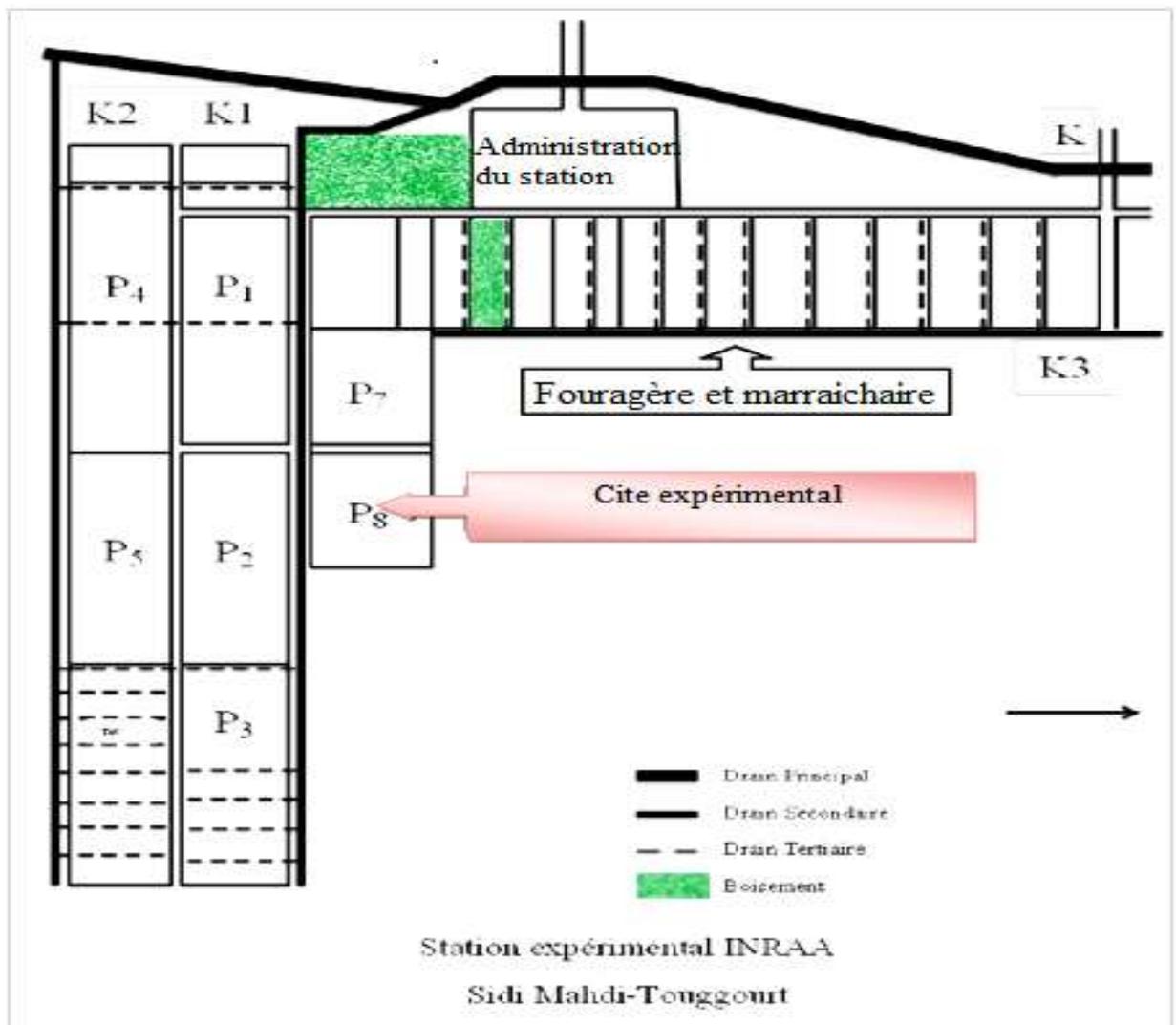


Figure 04 : Schéma de la station expérimentale INRAA Sidi Mahdi - Touggourt Source: (MEISSA, 2012)

1.2.1. Caractéristique physico-chimique du sol du site

➤ Prélèvements des échantillons du sol

Avant la préparation du sol par la mise en place de la culture, des échantillons de ce dernier à différents parcelles de profondeurs (Horizon : 1-30cm) sont pris à l'aide d'une tarière, qui sont séchés, broyés et tamisés à 2mm. Pour les méthodes d'analyse voir l'annexe 01.



Figure 05 : échantillonnage du sol

✓ **les caractéristiques physiques du sol**

D'après le tableau 03 , notre sol a une texture sableuse-limoneuse, et d'après les données de humidité al capacité au champs (%) et point de flétrissement (%) , et la densité apparente (dag/cm^3) , la réserve utile de notre sol(RFU) est de 34,74mm pour 30cm.

1.2.2. Caractéristique chimique de l'eau d'irrigation

➤ **Prélèvements des échantillons de l'eau**

Un échantillon de l'eau d'irrigation a été pris pour l'analyse. Les méthodes d'analyse sont décrites dans l'annexe 01.

✓ **Caractéristique chimiques de l'eau d'irrigation**

Selon la classification des eaux en annexe 03 ; les eaux du site expérimental sont classées sur des eaux très salées ($\text{CE}=5.21\text{ds/m}$), et somme des anions= 68.16meq/l (annexe 02), avec un Ph basique .

Ces eaux sont pompées à d'un forage qui débit de 20l/s et provient de plus de 100m de profondeur.

Tableau 02 : caractéristiques chimique de l'eau d'irrigation

Eléments	Ph	CE (ds/m)	Cations meq/l				Anions meq/l		
			Na+	K+	Ca++	Mg++	Cl-	So4-	HCO3-
valeurs	7,56	5,21	26,08	0,8	22	12,2	58,5	5,66	4

1.3. Dispositif de l'essai

L'essai a été conduit selon deux parcelles qui sont :

Une parcelle pilotée (P) : irrigation gérée par une méthode de pilotage.

Une parcelle non pilotée (NP) : irrigation aléatoire

Les deux parcelles irriguées par un système d'irrigation par aspersion.

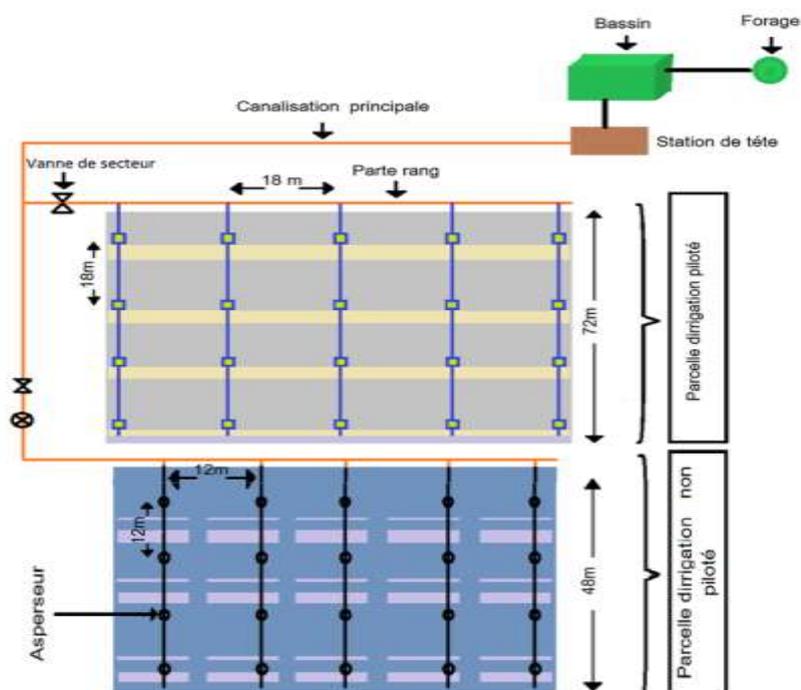


FIGURE 06 : schéma du dispositif expérimental



Figure 07 : parcelle piloté



Figure 08 : parcelle non piloté

1.3.1. Méthode de pilotage de l'irrigation

La démarche de la méthode de pilotage se divise en trois parties :

- L'évaluation des besoins en eau
- La détermination des fréquences d'irrigation
- L'informatisation de la démarche

1.3.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué d'une seule variété d'orge locale des agriculteurs.

1.3.3. Operations culturales

- Labour : un labour profond de 25-30cm
- Fumure : Apport de NPK à raison de 2 qx/ha
- Semis : Le semis en linge a été effectué à raison de 1.5 qx/ha le : 10/10/2017.
- Irrigation : irrigué par le système d'irrigation par aspersion dans les deux parcelles.

1.3.4. Mesures et observations

- **La hauteur des plantes à la maturité** : sur chaque parcelle élémentaire à partir d'une plante au hasard on mesure la longueur de la tige (sans barbe), 10 mesures sur chaque parcelle.
- **Nombre de talles**. Le comptage est effectué sur 10 plantes de chaque parcelle.
- **La longueur de l'épi**

Pour chaque parcelle élémentaire, on mesure la longueur de 10 épis pris au hasard (sans barbe).

- **La longueur de la barbe**

Pour chaque élémentaire, on mesure la longueur de la barbe de 10 épis au hasard (les mêmes épis utilisés pour la mesure de la longueur des épis).

1.4. Les composantes du rendement (maturité)

• Nombre d'épis par mètre carré (NE) : est obtenue après la récolte et pour chaque parcelle de 1m² on compte le nombre d'épis.

• Le Poids total des épis (g) : Obtenue en pesant la totalité des épis pour chaque parcelle.

• Poids moyen d'un épi (g) : C'est le poids total des épis sur le nombre des épis obtenues en pesant 10 épis puis on divise sur 10 pour chaque parcelle.



Figure 09 : pesage d'épi

• Nombre de grain par épi (NGE) : On prend 10 épis de chaque parcelle de 1m² et on compte le nombre de grains par épi.

- Poids de 1000 grains PMG(g) : Obtenue en pesant 250 grains par parcelles puis on multiple par 4 pour obtenir le poids de 1000 grains.



Figure 10 : pesage de 1000 grains

✓ Rendement

- Biomasse aérienne (BA) (g/.m²) : Obtenue par passage des épis et le produit de fauche de chaque parcelle de 1m².
- Rendement en paille (PL) (g/m²) Le poids de la biomasse aérienne moins le poids des épis, en g/m²

Rendement en grains (RDT)

- Rendement théorique (RDTt) $RDTt = NE * NGE * Pmg$

Où :

- NE : nombre d'épis/m²
- NGE : nombre des grains/épi
- Pmg : poids moyen d'un grain = poids de 1000 grains/1000

1.5.Efficience de l'utilisation de l'eau (EUE)

L'efficience de l'utilisation de l'eau (EUE) est la relation existante entre le rendement obtenu et la quantité d'eau de la plantation jusqu'à la récolte.

$$EUE (kg/m^3) = RDT/EU$$

Où :

RDT : rendement en grains (Kg/ha)

EU : Quantité d'eau utilisée pour en m³.

1.6.Analyse statistique

A partir des paramètres considérés dans cette étude, nous avons procédé à une comparaison des moyennes, en utilisant le logiciel XLSTAT.

Chapitre 02 : Résultats et Discussion

Le tableau 05 indique les quantités d'eau donnée, ainsi les fréquences d'irrigation pour chaque mois durant le cycle de la culture d'orge,

On constate, que durant le cycle, les quantités d'eau étaient petites au raison de 13,1175m³ avec fréquences d'irrigation élevés (12) durant le stade de levé jusqu'au tallage , ces quantités deviennent de plus en plus grandes pour atteindre son maximum : 16,87m³ en mois de janvier stade d'épiaison e , avec une fréquences de 4 irrigation par mois , enfin ces quantités d'eau diminuent à la fin du cycle pour atteindre 8,56m³ en une seule irrigation .

Le total des quantités d'eau donnée par le système d'aspersion est de 501,47m³

Tableau 03 : La dose et nombre d'irrigation appliqué pour d'irrigation en parcelle piloté

Doses	O	N	D	J	F	M	A	total
Nombre d'irrigation	12	7	4	4	5	4	1	37
Dose en mm/ha	1574,1	969,02	669,059	674,68	460,22	582,08	85,57	5014,729
Dose en m ³	157,41	96,902	66,9059	67,468	46,022	58,208	8,557	501,4729

2.1. Caractères morphologiques

2.1.1. L'effet du mode de pilotage sur la hauteur des plantes à la maturité

La figure 12 qui représente l'effet de mode de pilotage sur la hauteur moyen des plantes à la maturité, l'analyse de cette figure 09, nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré une hauteur élevé des plantes par mètre carré 78,483cm comparativement la parcelle irriguée sans pilotage 52.617 cm. On remarque aussi qu'il y a une différence de 33 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté.

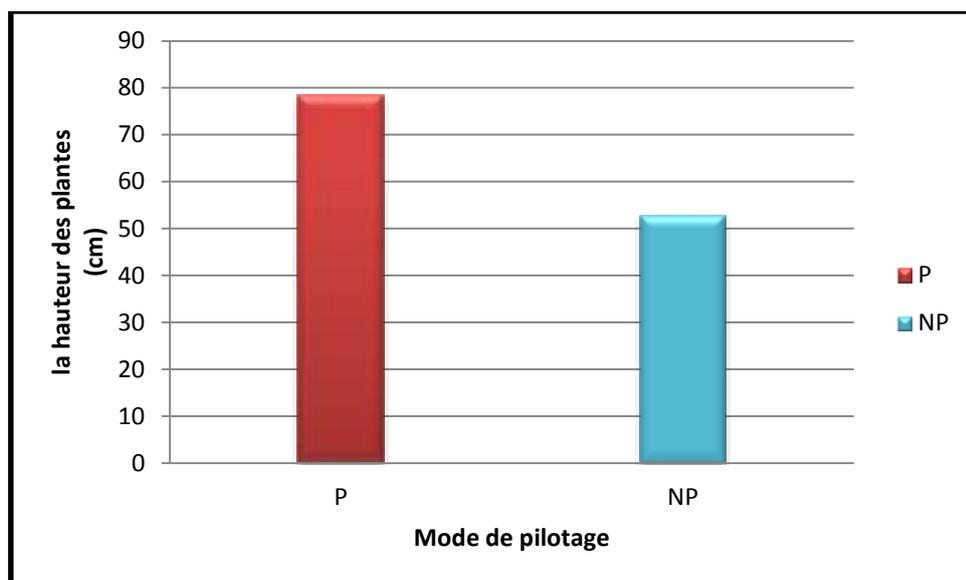


Figure11 : effet du mode de pilotage sur la hauteur des plantes

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 07), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 1% a donné deux groupes homogènes A, B (tableau06).

Tableau 04 : L'effet du mode de pilotage sur la hauteur des plantes

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	78,483	A
NP	52,617	B

2.1.2. L'effet du mode de pilotage sur le nombre de talle

D'Après La figure 13 qui représente l'effet de mode de pilotage sur le nombre de talle nous indique qu'il n'y a pas une différence entre le nombre de talles (la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion : 5,467 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage 5,1). On remarque aussi qu'il y a une différence de 07 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

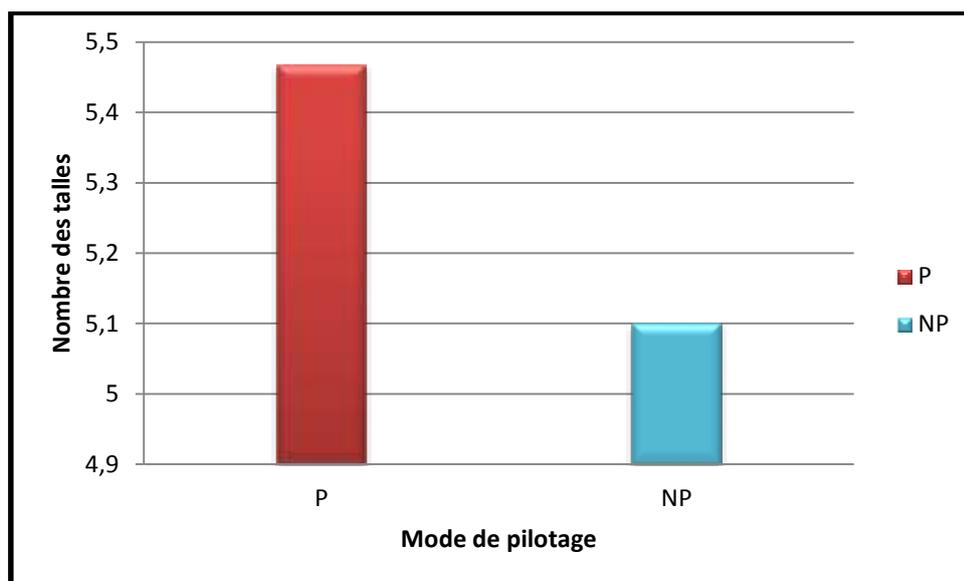


Figure 12: l'effet du mode de pilotage sur le nombre des talles.

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 06), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 1% a donné un seul groupe homogène A. (tableau07).

Tableau 05 : l'effet du mode de pilotage sur le nombre des talles.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	5,467	A
NP	5,100	A

2.1.3. L'effet du mode de pilotage sur la longueur de l'épi

D'Après La figure 14 qui représente l'effet de mode de pilotage sur la longueur de l'épi nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un élevé de longueur d'épi : 5.533 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 3.817. On remarque aussi qu'il y a une différence de 31 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté.

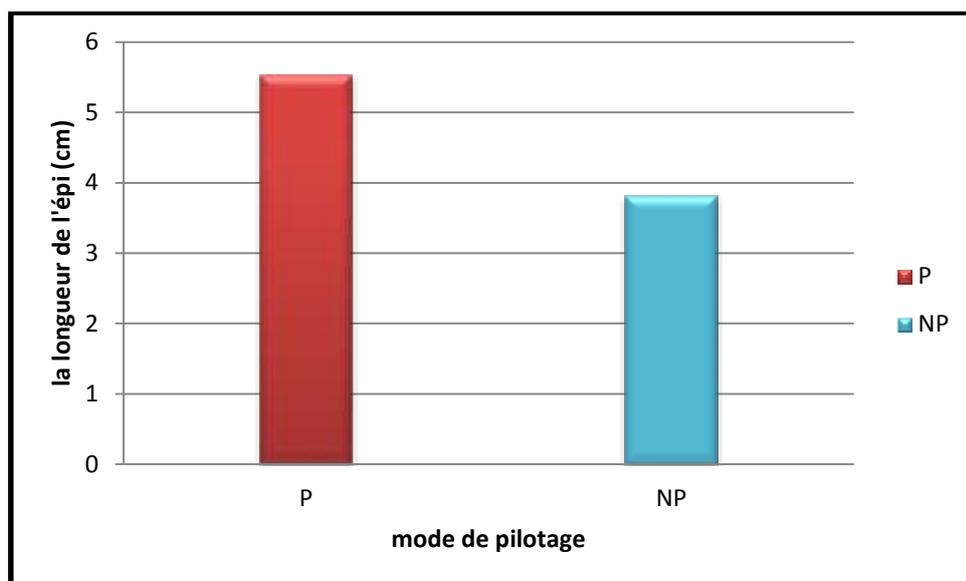


Figure 13 : L'effet du mode de pilotage sur la longueur de l'épi

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 04), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné deux groupes homogènes A et B (voir le tableau08).

Tableau 06 : L'effet du mode de pilotage sur la longueur de l'épi

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	5,533	A
NP	3,817	B

2.1.4. L'effet du mode de pilotage sur la longueur de la barbe

D'Après La figure 15 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur la longueur de la barbe nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé de la longueur de la barbe 11,433 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 9,967. On remarque aussi qu'il y a une différence de 13 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté.

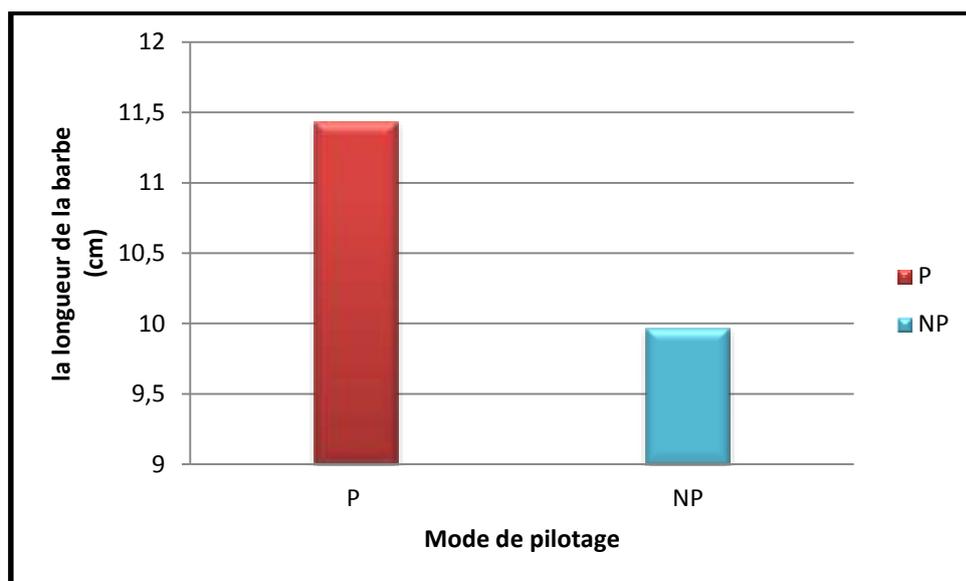


Figure 14 : l'effet de mode de pilotage sur la longueur de la barbe

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 05), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné deux groupes homogènes A, B (tableau09).

Tableau 07 : Effet du type d'irrigation sur la longueur de la barbe

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	11,433	A
NP	9,967	B

2.2. Les composantes des rendements

2.2.1 Effet de mode de pilotage sur le nombre d'épis/m² (NE)

D'Après La figure 16 qui représenté l'effet du mode de pilotage sur le nombre d'épi /m² nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé d'épis par mètre carré : 545,333 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 164,667 on remarque aussi qu'il y a une différence de 69 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

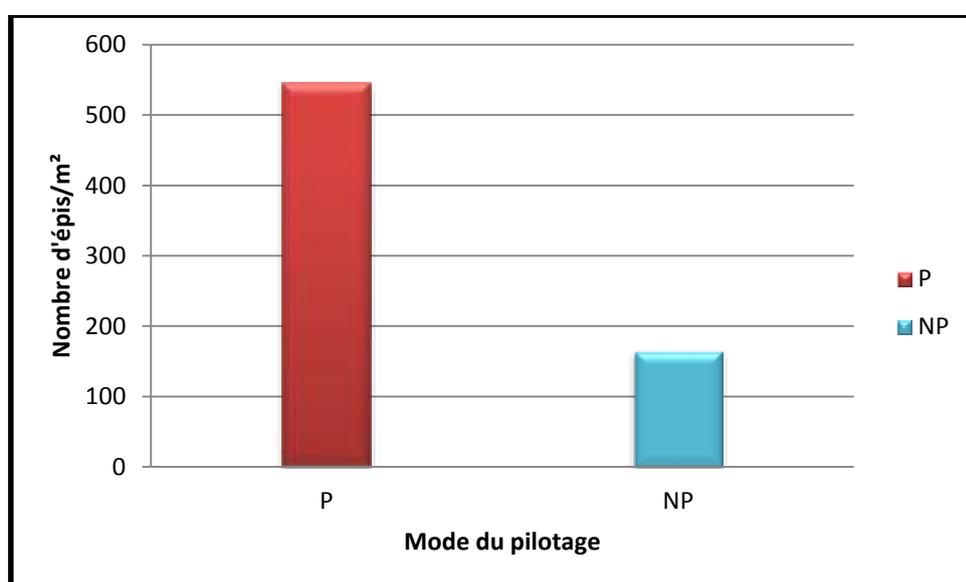


Figure 15 : effet du mode de pilotage sur le nombre moyen d'épi/m²

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 08), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 1% a donné deux groupes homogènes A et B (voir le tableau 10).

Tableau 08 : Effet du mode de pilotage sur le nombre moyen d'épi/m²

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	545,333	A
NP	164,667	B

2.2.2. Poids moyen total des épis

La figure 17 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur le poids moyen total des épis /m² nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé de poids moyen total des épis : 585,333 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 143,333. On remarque aussi qu'il y a une différence de 76 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

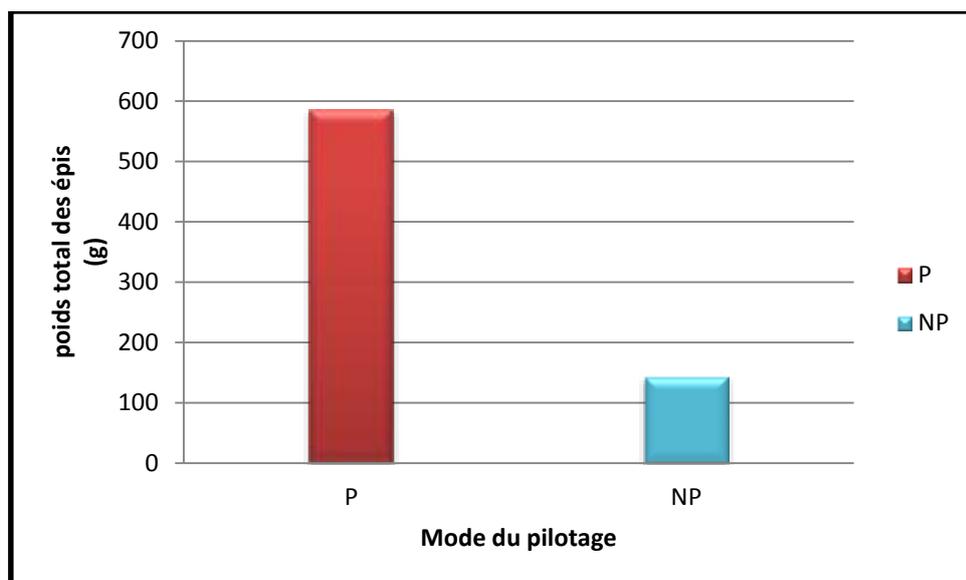


Figure 16 : effet du mode de pilotage sur le poids total moyen d'épis

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 09), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné deux groupes homogènes A et B (voir le tableau 11).

Tableau 09 : effet du mode de pilotage sur le poids total des épis.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	585,333	A
NP	143,333	B

2.2.3 L'effet du mode de pilotage sur le poids moyen d'un épi

D'Après La figure 18 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur le poids moyen total d'épi nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé de poids moyen d'un épi : 1.1 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 0,87 On remarque aussi qu'ilya une différence de 21 % ente la parcelle piloté et la parcelle nom piloté

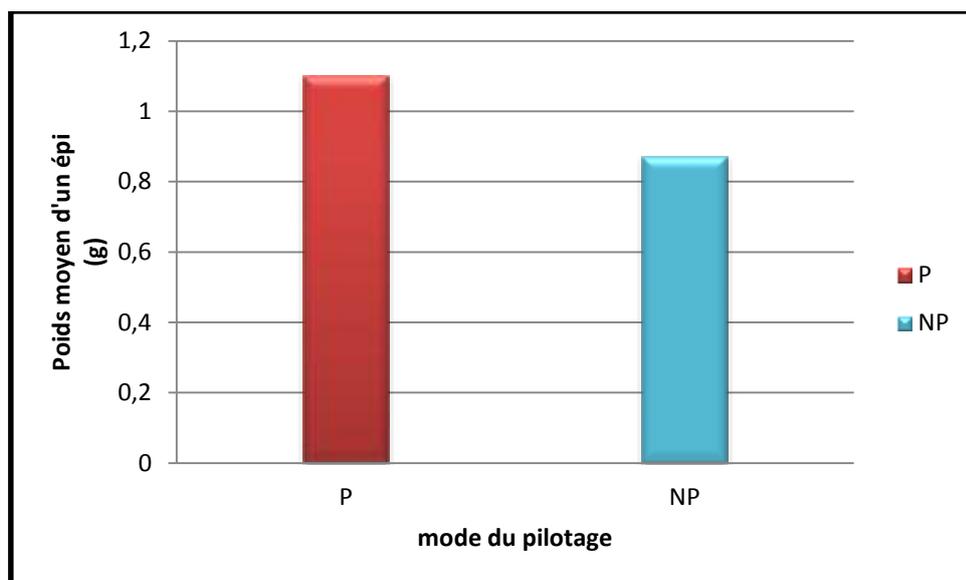


Figure17 : L'effet du mode de pilotage sur le poids moyen d'un épi

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il n'y a pas une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 10), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné un seul groupe homogène A (voir le tableau12).

Tableau 10 : L'effet du mode de pilotage sur le poids moyen d'un épi

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	1,1	A
NP	0,873	A

2.2.4 L'effet du mode de pilotage sur le poids des grains d'un épi (g)

D'Après La figure 19 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur le poids moyen des grains d'un épi nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un poids élevé des grains d'un épi : 1.87 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 1,093. On remarque aussi qu'il y a une différence de 21 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

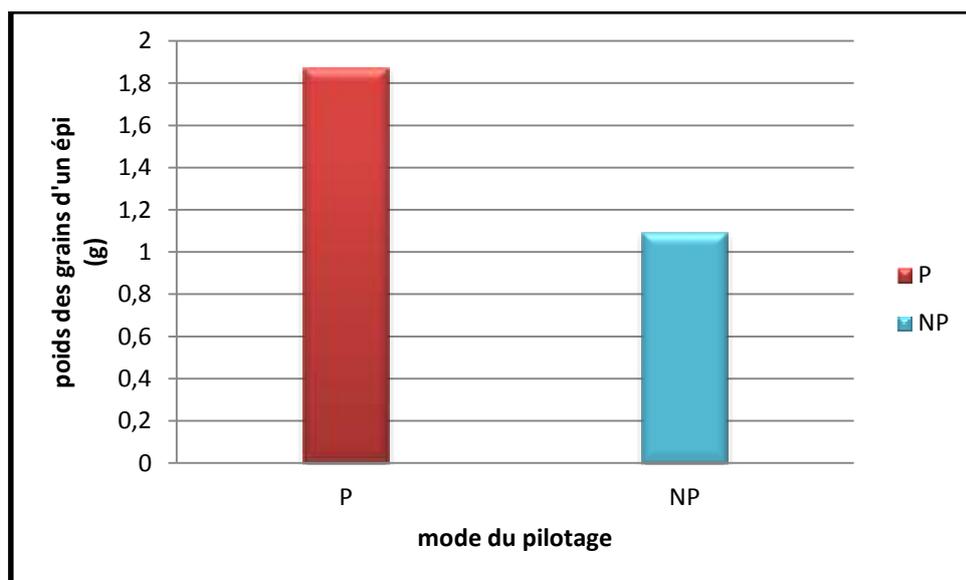


Figure 18 : L'effet du mode de pilotage sur le poids des grains d'un épi

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il n'y a pas une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 11), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné un seul groupe homogène A (voir le tableau 13).

Tableau 11 : L'effet du mode de pilotage sur le poids des grains d'un épi

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	1,87	A
NP	1,093	

2.2.5. L'effet du mode de pilotage sur le nombre des grains par épi (NGE)

D'Après La figure 20 qui représente l'effet de mode de pilotage sur le nombre des grains par épi nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé des grains par épi : 39,833 comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 32,1. On remarque aussi qu'il y a une différence de 19 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

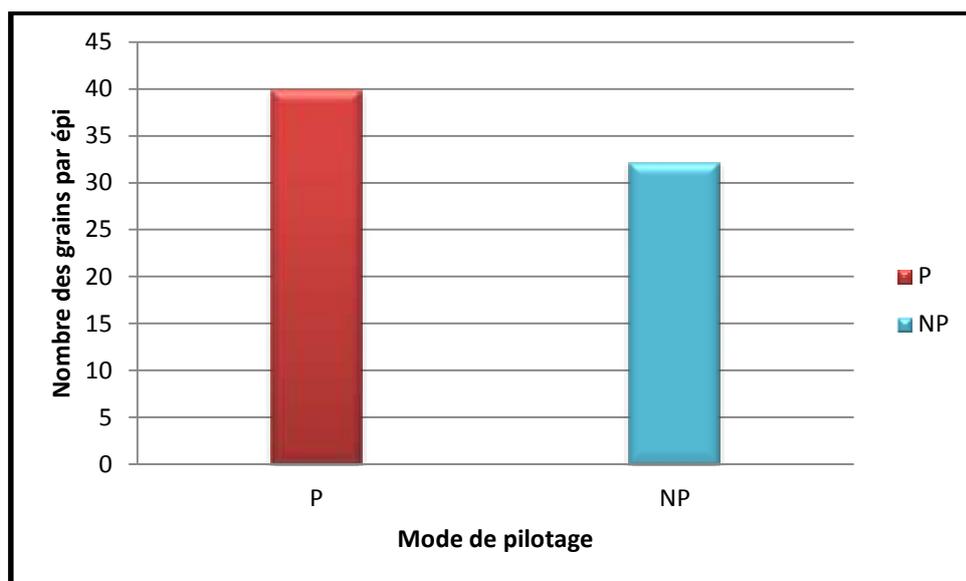


Figure19 : l'effet du mode de pilotage sur le nombre des grains par épi

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il n'y a pas une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 12), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% un seul groupes homogènes A (voir le tableau 14).

Tableau 12 : l'effet du mode de pilotage sur le nombre des grains par épi

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	39,833	A
NP	32,100	A

2.2.6. L'effet du mode de pilotage sur le poids de 1000 grains (PMG)

D'Après La figure 21 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur le poids moyen de 1000 grains nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un poids élevé de 1000 grains 46,50g comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 33,7g. On remarque aussi qu'il y a une différence de 28 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

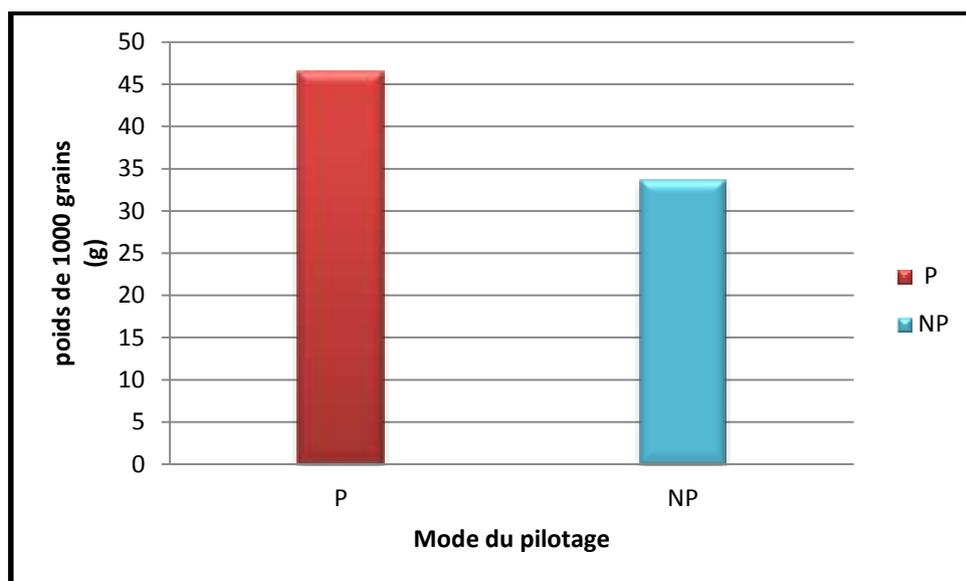


Figure 20 : L'effet du mode de pilotage sur le poids de 1000 grains

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 13), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné deux groupes homogènes A,B (tableau 15).

Tableau 13 : L'effet du mode de pilotage sur le poids de 1000 grains

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	46,5	A
NP	33,697	B

2.3. Rendement

2.3.1. L'effet du mode de pilotage sur la biomasse aérienne (g/m²)

D'Après La figure 22 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur la biomasse aérienne nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre très élevé : 1368,000g/m² comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 355,333g/m². On remarque aussi qu'il y a une différence de 74 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

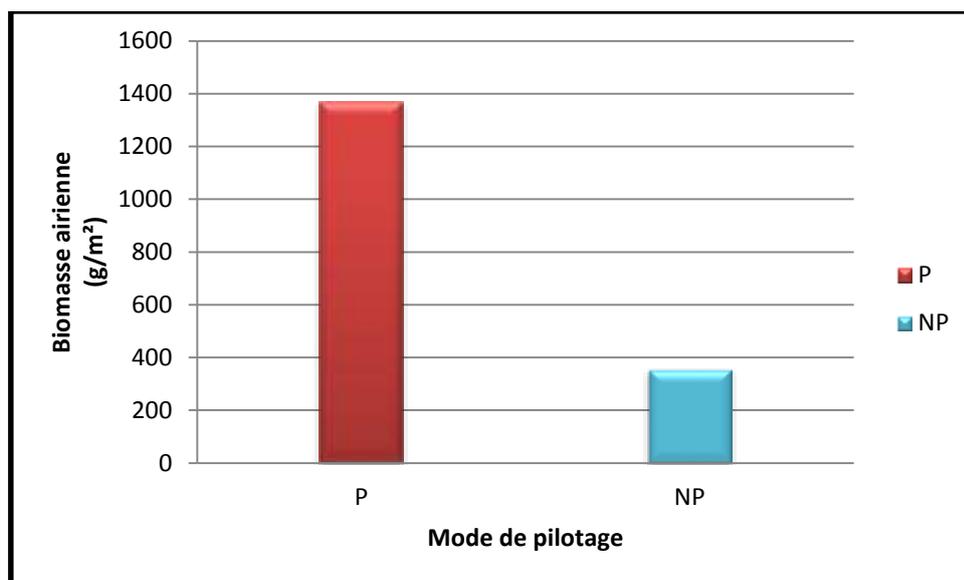


Figure 21 : L'effet du mode de pilotage sur la biomasse aérienne

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 14), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné deux groupes homogènes A, B (tableau 16).

Tableau 14 : L'effet du mode de pilotage sur la biomasse aérienne

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	1368,000	A
NP	355,333	B

2.3.2. L'effet du mode de pilotage sur le rendement en paille (g/m²)

D'Après La figure 23 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur le rendement en paille nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé de le rendement en paille 782.667g/m² comparativement la parcelle irriguée sans pilotage : 212g/m². On remarque aussi qu'ilya une différence de 73 % ente la parcelle piloté et la parcelle nom piloté

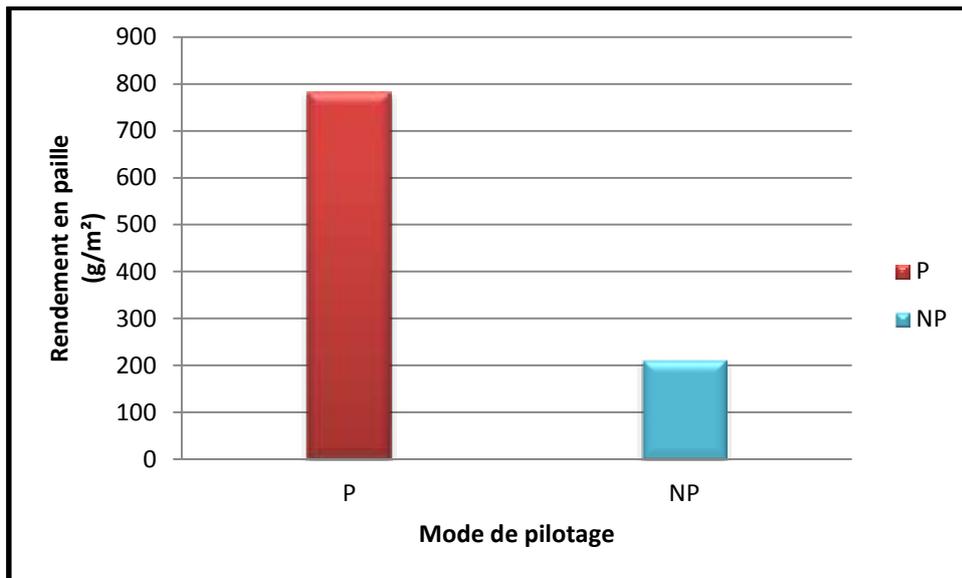


Figure 22 : L'effet du pilotage sur le rendement en paille

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il ya une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 15), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 5% a donné deux groupes homogènes A, B (tableau17).

Tableau 15 : L'effet du pilotage sur le rendement en paille

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	782,667	A
NP	212,000	B

2.3.3. Rendement en grains (RDT)

a) l'effet du mode de pilotage sur le rendement théorique (RDTt)

La figure 24 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur le rendement théorique nous indique que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé de rendement théorique 1013,000g/m² comparativement la parcelle irriguée sans pilotage 176,873 g/m². On remarque aussi qu'il y a une différence de 83 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

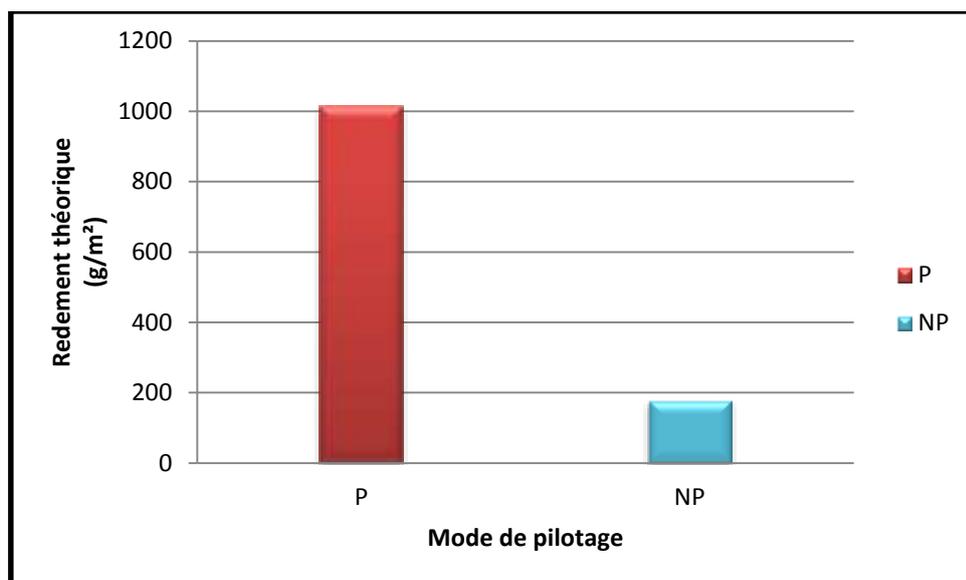


Figure 23 : L'effet du mode de pilotage sur le rendement théorique

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 16), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 1% a donné deux groupes homogènes A, B (tableau 18).

Tableau 16 : L'effet du mode de pilotage sur le rendement théorique

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	1013,000	A
NP	176,873	B

b) L'effet du mode de pilotage sur le rendement machine

D'Après La figure 25 qui représenté l'effet de mode de pilotage sur le rendement machine nous montre que la parcelle irriguée par un mode de pilotage par aspersion a enregistré un nombre élevé de rendement machine 585,333 g/m² comparativement la parcelle irriguée sans pilotage 143,333 g/m². On remarque aussi qu'il y a une différence de 83 % entre la parcelle piloté et la parcelle non piloté

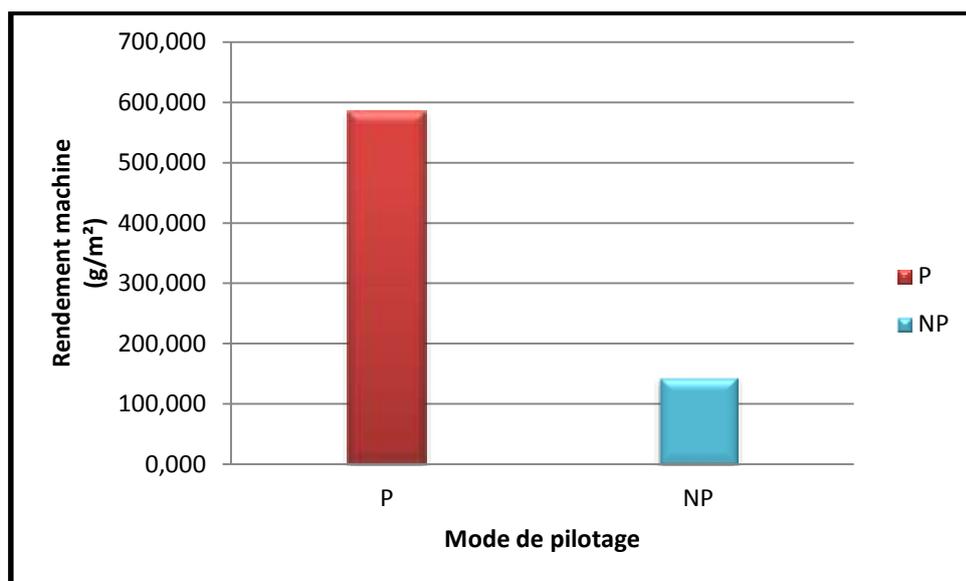


Figure 24 : L'effet du mode de pilotage sur le rendement machine

L'analyse de la moyenne de la variance confirme qu'il y a une différence hautement significative entre les deux types de traitements P et NP (voir l'annexe 17), la comparaison des moyennes avec la méthode de Neuman et Keuls à 1% a donné deux groupes homogènes A, B (tableau 19).

Tableau 17 : L'effet du mode de pilotage sur le rendement machine

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P	659,000	A
NP	149,333	B

Conclusion générale

Conclusion générale

La gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle est une composante pertinente et essentielle jouant un rôle primordiale dans la valorisation de l'eau d'irrigation.

Lors de cet essai conduit en plein champ qui pour objectif, d'analyser la production d'une culture d'orge irriguée par un système d'irrigation par aspersion, l'évaluation est faite par une comparaison entre deux parcelles : une irriguée par une méthode de pilotage et sans pilotage (irrigation aléatoire), la comparaison comprends :

- ✓ Les caractères morphologiques
- ✓ Rendements et ses composantes

L'analyse des résultats nous a permis de conclure que :

- ✓ le mode de pilotage par système d'aspersion a un effet significatif sur la croissance végétative (hauteur de plante, nombre de tiges, longueur d'épi, longueur de la barbe).
- ✓ le mode de pilotage par système d'aspersion a un effet significatif sur les composantes principales du rendement à savoir : le poids moyen total des épis, le poids moyen total d'épi, le poids moyen des grains d'un épi, le poids de 1000 grains.
- ✓ le rendement machine (g/m^2), la biomasse aérienne est influencée significativement par le mode de pilotage.
- ✓ le mode de pilotage par système d'aspersion a un effet significatif sur le rendement de paille (g/m^2) et le rendement théorique (g/m^2), de biomasse (g/m^2) et l'indice de récolte

D'après ces résultats on constate que le pilotage d'irrigation par aspersion a montré une grande efficacité du système sur la croissance ainsi que le rendement de la culture. La réduction des paramètres étudiés pour la culture d'orge dans la parcelle non pilotée par rapport à la méthode pilote sont principalement liés aux quantités d'eau données qui étaient non quantifiables (aléatoires) et ne suivaient pas les besoins de la culture (ETM).

En fin, on conclut que l'introduction de pilotage aux systèmes d'irrigation par aspersion pour l'irrigation de la culture d'orge peut contribuer à une meilleure valorisation des eaux d'irrigation de la région et peut améliorer les rendements de la culture et minimiser les pertes d'eau due par l'irrigation aléatoire.

- 1. BEN ABDELKADER F, 1991:** Contribution à l'étude de la fertilisation phosphatée sur le processus de la fixation biologique de l'azote moléculaire par quatre variétés locales de luzerne à la station INRAA de Touggourt. Mémoire d'Ing. agr., ITAS d'Ouargla, 106 p.
- 2. BEN HAMIDA. R., et TALBI. E, 2004 :** Bilan Hydrique et Chimique de la vallée d'Oued Righ, Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique Saharienne, Université KASDI MERBAH Ouargla, 89 p.
- 3. BORNİ DJ. , SAAD K, 2007,** le pilotage de l'irrigation localisee pour la culture de tomate (*lycopersicum esculentum*) sous serre, thèse d'Ingénieure en science agronomique, université de BISKRA.
- 4. BOUHANIA R., 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). Thèse d'ingénieur en science agronomique, Université de OUARGALA. P
- 5. C.T.G.R.E.F, 1979,** Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations.
- 6.Doorenbos, J., Pruitt, W.O, 1977.** Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrig. Drain. Pap. 24, 144.
- 7. DUBIEF. J., 1953,** le climat du Sahara (tome 1).
- 8. FAO, 1990,** GESTION DES EAUX EN IRRIGATION, Méthode d'irrigation, Manuel de formation n° 5 74 p ? ROME Italie
- 9. HAMED M, 2015,** Pilotage de l'irrigation à l'aide du logiciel *FAO-ACSAD-ITDAS* : cas de l'orge (*Hordeum vulgare L.*), thèse the Master en science agronomique, université de BISKRA.
- 10. HARKAT Z., HEMIDI N E, 2013,** Enquete sur la gestion d'irrigation dans les périmètres irrigués de la région de Biskra (Toulga, Lioua, Mlili, Doucen). Thèse d'Ingénieur en science agronomique, Université de BISKRA. P8.

- 11. MEISSA B., 2012,** Essai comparatif des différentes méthodes de pilotage de l'irrigation par Tensiomètre. Bilan hydrique et tour d'eau. Ing Agr . Univ, Ouargla. 95p
- 12. NOUARI., 2006,** Etude de l'effet de quatre types d'engrais potassiques sur la culture d'orge (*ordeum vulgare L var RIHANE 3*) sous pivot dans la région d'ourgala. Thèse d'ingénieur en science agronomique, Université de OUARGLA. P3, 4.
- 13. O.N.M.2013,** Donnée climatique, Office Nationale de Météorologie TOUGGOURT.
- 14. PNTTA, 2001,** Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture. (Matériels d'irrigation).
- 15. RAGHDA A, 1994:** Contribution à l'étude de la croissance végétative de la fructification et de la relation entre les deux paramètres chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera. L*) à l'INRAA de Sidi-Mehdi Touggourt. Mémoire d'ing. agr., INESA, Batna, 46 p.
- 16. SAYAH.Z, 2009,** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et biochimiques des dattes sèches, molles et demi molles de la cuvette de Ouargla. Mémoire Ing Agro. Ouargla. p20.31.

Annexe

Annexe 01 : récapitulatif des différentes méthodes d'analyses utilisées

Analyse	Méthode
Granulométrie	Tamissage (tamis de 2mm à 45µm)
pH ½.5	pH mètre
CE 1/5 à 25C°	Conductimètre
Calcaire total CaCO ₃ %	Calcimètre de Bernard
Carbone organique %	Walkley et Black
Cations Na ⁺ et K ⁺	Photomètre à flamme
Cations Ca ⁺⁺ et Mg ⁺⁺	Volumétrique par titration
Chlorure Cl ⁻	Méthode de MOHR (précipitation par nitrate d'argent en présence de chromates)
Sulfate SO ₄ ⁻	Spectrophotomètre UV
Bicarbonates HCO ₃ ⁻	Titrimétrie

Annexe 02 : les caractéristiques chimiques du sol

Eléments	Ph	CE(dS/m)	CaCo3Total(%) (meq/l)	MO (%) (meq/l)	CO (%) (meq/l)	Ca(meq/l)	Mg(meq/l)	so4(meq/l)	hco3(meq/l)
Parcelle	7		4,102	3,148	2,09	29,2	1,28		3,05

Annexe 03 : sol d'extraie de la patte saturé

CE (Ds/m) 25°C	Somme des anions (meq/l)	Désignation
<2,5	<25	Non salé
2,5-5	25-50	Faiblement salé
5-10	50-105	Moyennement salé
10-15	105-165	salé
15-20	165-225	Fortement salé
20-27,5	225-315	Très fortement salé
27,5-40	315-620	Excessivement salé
40 <	620<	Happer salé

Annexe 04 : Analyse de la variance pour la longueur d'épi

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	2,821	2,821	37,341	0,009

Annexe 05 : Analyse de la variance pour la longueur de la barbe

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	1,160	1,160	67,374	0,004

Annexe 06 : Analyse de la variance pour le nombre de talle

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	0,108	0,108	8,100	0,065

Annexe 07 : Analyse de la variance pour la hauteur de plante

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	828,976	828,976	172,279	0,001

Annexe 08 : Analyse de la variance pour le nombre des épis/m²

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	212016,133	212016,133	219,277	0,001

Annexe 09 : Analyse de la variance pour le poids total des épis

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	319094,533	319094,533	185,640	0,001

Annexe 10 : Analyse de la variance pour le poids moyen d'un épi

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	0,073	0,073	5,665	0,098

Annexe 11 : Analyse de la variance pour le poids des grains/épi

Source	DDL	Somme des carrés	des F	Pr > F
Modèle	1	0,752	19,431	0,022

Annexe 12 : analyse de la variance pour nombre des grains /épi

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	des F	Pr > F
Modèle	1	61,347	61,347	6,576	0,083

Annexe 13 : Analyse de la variance pour le poids de 1000 grains

Source	DDL	Somme des carrés	des Moyenne carrés	des F	Pr > F
Modèle	1	237,333	237,333	39,450	0,008

Annexe 14 : Analyse de la variance pour la biomasse aérienne

Source	DDL	Somme des carrés	des Moyenne carrés	des F	Pr > F
Modèle	1	1829282,133	1829282,133	94,614	0,002

Annexe 15 : analyse de la variance pour le rendement en paille

Source	DDL	Somme des carrés	des Moyenne carrés	des F	Pr > F
Modèle	1	620353,200	620353,200	53,884	0,005

Annexe 16 : Analyse de la variance pour rendement théorique

Source	DDL	Somme des carrés	des Moyenne carrés	des F	Pr > F
Modèle	1	1021388,318	1021388,318	126,198	0,002

Annexe 17 : analyse de la variance pour le rendement machine

Source	DDL	Somme des carrés	des Moyenne carrés	des F	Pr > F
Modèle	1	311712,133	311712,133	149,367	0,001

Annexe 18 : nombre d'épi/m²

	p1	p2	p3	moyen
P	466	570	600	545,33
NP	200	164	130	164,66

Annexe 19 : poids total des épis

	p1	p2	p3	
P	438	618	700	585,33
NP	152	168	110	143,33

Annexe 20 : poids moyen d'un épi

	p1	p2	p3	
P	1,07	1,08	1,16	1,1
NP	0,76	1,02	0,84	0,87

Annexe 21 : poids des grains d'un épi

	p1	p2	p3	
P	1,86	1,76	2,01	1,87
NP	0,9	1,31	1,07	1,09

Annexe 22 : nombre des grains/épi

	p1	p2	p3	
P	41	37,1	41,4	39,83
NP	28,9	35	32,4	32,1

Annexe 23 : poids de 1000 grain

	p1	p2	p3	
P	43,97	47,06	48,46	46,49
NP	31	36,8	33,29	33,69

Annexe 24 : longueur de l'épi

	p1	p2	p3	
P	5,9	5,25	5,45	5,53
NP	3,95	3,45	4,05	3,81

Annexe 25 : longueur de la barbe

	p1	p2	p3	
P	12,4	11,05	10,85	11,43
NP	9,85	10,1	9,95	9,96

Annexe 26 : biomasse aérienne

	p1	p2	p3	
P	924	1420	1760	1368
NP	366	354	346	355,33

Annexe 27 : rendement en paille

	p1	p2	p3	
P	486	802	1060	782,66
NP	214	186	236	212

Annexe 28 : rendement théorique

	p1	p2	p3	
P	840,09	995,17	1203,74	1013
NP	179,18	211,23	140,21	176,87

Annexe 29 : rendement machine

	p1	p2	p3	
P	438	618	700	585,333333
NP	152	168	110	143,333333

Résumé :

Les méthodes d'irrigation traditionnelles dans les régions sahariennes épuisent de plus en plus les réserves d'eau des nappes fossiles et phréatique et elles sont à l'origine d'un gaspillage d'eau à grande échelle de plus, les sols irrigués avec ces eaux ont subies une salinisation croissante. Notre travail consiste à évaluer le pilotage de l'irrigation sur une culture d'orge dans la station de l'INRA qui se trouve dans la région de Touggourt à utilisée un système d'irrigation par aspersion, les résultats Une comparaison entre des rendements de deux parcelles. Entre la parcelle piloté et parcelle non piloté. Les résultats ont montré une grande efficacité du système sur la croissance ainsi que le rendement de la culture. L'introduction de pilotage aux systèmes d'irrigation par aspersion pour l'irrigation de la culture d'orge peut contribuer à une meilleure valorisation des eaux.

Mots clés : pilotage de l'irrigation, irrigation par aspersion orge, rendements, station d'INRA Touggourt

الملخص :

إن استعمال الطرق التقليدية في المناطق الصحراوية يؤدي إلى استنزاف المزيد من الموارد المائية من المياه الموجودة في منطقة تقرت باستخدام INRA الجوفية. يتمثل عملنا في تقييم جدولة الري على محصول الشعير في محطة أظهرت النتائج. نظام الري بالرش ، مقارنة النتائج بين المحاصيل. بين الجزء المسقي بالجدولة و الجزء المسقي تلقائيا كفاءة عالية لنظام النمو بالإضافة إلى إنتاجية المحصول. يمكن أن يسهم إدخال التجربة إلى أنظمة الري بالرش لسقي محصول الشعير في تحسين تقييم المياه.

كلمات مفتاحية : جدولة السقي, السقي بالرش, الشعير, محصول, محطة التجارب الزراعية تقرت.

Sammary:

The use of traditional methods in desert areas leads to the depletion of more water resources from groundwater

Our work is to evaluate irrigation scheduling on the barley crop at the INRA plant located in an area associated with the sprinkler irrigation system, Comparison of results between crops. Between the watering section with the rotation and the watering part automatically. The results showed a high efficiency of the growth system in addition to crop productivity. The introduction of the experiment into irrigation irrigation systems to irrigate the barley crop can contribute to improved water assessment.

Keys words: irrigation management, sprinkler irrigation, barley, INRA de Touggourt,