

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*En vue de l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat
en Agronomie Saharienne.*

Spécialité: Agronomie Saharienne.

Option : Production Végétale.

Thème

**Etude du comportement d'une céréale à
grains sous centre pivot dans la
région de Ouargla : évaluation de
l'efficacité de l'irrigation et de la**

Réalisé par :

➤ **MAACHI Lilia.**

Jury :

Président	: M^r IDDER A.	(Maître assistant chargé de cours).
Promoteur	: M^r. CHELOUFI H.	(Maître de conférence).
Examineur	: M^r ATTALAH S.	(Maître assistant chargé de cours).
Examineur	: M^r CHAABNA A.	(Maître assistant).
Examineur	: M^r CHAICH K.	(Maître assistant).

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2004/2005

Remerciements

J'exprime toute ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier infiniment mon promoteur M^r CHELOUFI pour l'honneur qu'il a fait de m'encourager, m'orienter et me soutenir ainsi que sa patience avec moi tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

- M^r IDDER m'a fait le grand honneur de bien vouloir accepter la présidence de ce jury, je lui adresse mes vifs remerciements.

- Je remercie Monsieur ATTALAH, monsieur CHAABNA et Monsieur CHAICHE qui ont bien voulu participer au jury et examiner mes résultats, je leur exprime mes très sincères remerciements:

- Mes remerciements vont également à :

- M^r AAROUSI, responsable des laboratoires C.R.D Sonatrach à Hassi-Messaoud pour ses aides, je le remercie affinement ainsi que mon beau frère NADJIB.

- Les responsables du périmètre d'ERLAD: M^r MAAMERI d'avoir, accepté les réalisations de ce travail au niveau du périmètre, ainsi que M^r ABBES et M^r ABAZI pour leur aides et leurs conseils.

- M^r HANNACHI, M^r MESKOURI, M^{me} KHEDIDJA, et tous ceux qui travaillent au C.D.A.R.S.

- M^r TOUIL, M^r KEMASSI, M^r SEGGAI H, M^r KHIDUORI, M^{elle} SAGOUI H, M^{me} MEFTAH, M^r KHEMGANI, BENBRAHIM F., M^r KOUREICHI pour leurs aides.

- Aux Laborantin et laborantine, exponentiellement M^r BEGVARI AICHE pour ses aides, ses encouragements et sa patience avec moi.

- A tous les agents de la bibliothèque particulièrement M^{me} MAANE et YUCEF, ainsi que tous les ouvriers de l'ITAS.

- Sans oublier: M^r IDDER H pour son soutien durant mes cinq ans.

- A M^{me} CHELOUFI.

- A: KARIM, TAHAR, ZAKARIA, ILYES, NAWEL, ADEL et tous ceux qui m'ont aidé sur terrain.

- A tous les enseignants qui ont participé à notre formation particulièrement à M^{me} HEDJAIDJI, M^r SEGGAI, M^{me} BELMAHCENE...etc.

TABLE DE MATIERE

Introduction.	01
Synthèse bibliographique.	
CHAPITRE I : Généralité sur la culture du blé.....	05
I. Biologie du Blé	05
II. Les exigences de la culture du Blé	09
III. Les facteurs agissants sur le rendement	11
IV. Développement et croissance.....	13
V. Les composantes de rendements.....	16
CHAPITRE II: La fertilisation Azotée.....	18
II. L'azote.....	18
II.1 Les sources d'azote.....	19
II.2. Les trois formes d'azote dans le sol.....	20
II.3 La dynamique de l'azote dans le sol.....	21
II.4 Le cycle de l'azote dans le sol.....	21
II.5 Rôle physiologique de l'azote.....	25
II.6 l'azote dans le blé.....	26
CHAPITRE III: Le système pivot.....	29
III.1 Généralité sur le système pivot.....	29
III.2. Aperçu sur la céréaliculture sous pivot à Ouargla.	31
 Partie expérimentale.	
CHAPITRE I : Présentation de la région d'étude.....	35
I.1 Situation géographique.....	35
I.2 Données climatiques.....	37
I.3 Données hydrogéologiques.....	40
I.4 Données édaphiques.....	41

CHAPITRE II : Protocole expérimental.....	43
II.1 Présentation de la station d'étude.....	43
II.2 Matériel d'étude.....	43
II.3 Méthodes expérimentales.....	46

Résultats et discussions

I. Comportement de la culture.....	54
I.1 Croissance et développement du blé.....	54
I.1.1 Qualité des semences.....	54
I.1.2 Nombre de plants au m ²	55
I.1.3 Nombre de talles par pied.....	57
I.1.4 Nombre d'épi par m ²	59
I.1.5 Nombre de grains par épi	62
I.1.6 Poids de 1000 grains.....	63
I.1.7 Rendement théorique.....	66
I.1.8 Rendement machine.....	67
II. Cinétique de l'azote dans le système plante - sol.....	68
II.1 Cinétique et efficacité d'exportation d'azote	68
II.1.1 Production de la matière sèche.....	68
II.1.2 Appréciation et Cinétique d'exportation de l'azote dans la plante.....	70
II.2 Evolution de la teneur du sol en Azote assimilable dans le sol.....	72
II.3 Efficacité de l'irrigation	74
II.3.1 Profil hydrique au stade tallage.....	76
II.3.2 Profil hydrique au stade Montaison.....	78
II.3.3 Profil hydrique au stade épiaison.....	80
II.3.4 Profil hydrique aux différents stades	82

Conclusion..... **85**

Références bibliographiques

Annexes

PPLISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
Tableau 1 :	Bilan d'azote	25
Tableau 2 :	Situation des céréales sous pivot dans la wilaya de Ouargla.	32
Tableau 3 :	Données climatiques de la région de Ouargla (1992-2003)	37
Tableau 4 :	Données climatiques de la campagne (2003-2004).	39
Tableau 5 :	Caractéristiques physico-chimiques du sol.	45
Tableau 6 :	Caractéristiques de l'eau d'irrigation.	45
Tableau 7 :	Dispositif expérimental	46
Tableau 8 :	Calendrier d'apport des engrais foliaires.	48
Tableau 9 :	Quantité d'azote (U/ha) et dose d'irrigation (mm) par stade de culture.	49
Tableau 10 :	Calendrier du désherbage.	50
Tableau11 :	Qualité de la semence.	54
Tableau 12 :	Nombre de plantes/m ²	52
Tableau 13 :	Coefficient de tallage.	58
Tableau 14 :	Nombre d'épis/m ²	60
Tableau 15 :	Nombre de grains/épi.	62
Tableau 16 :	Poids de 1000 grains.	65
Tableau 17 :	Rendement théorique.	66
Tableau 18 :	Evolution de la production de la matière sèche.	68
Tableau 19 :	Exportation de l'azote par la plante.	70
Tableau 20 :	Evolution de la teneur en Azote assimilable dans le sol.	72
Tableau 21 :	Humidité à la capacité aux champs et au point de flétrissement du sol.	74
Tableau 22 :	Humidité du sol avant et après irrigation au stade tallage.	76
Tableau 23 :	Humidité du sol avant et après irrigation au stade Montaison.	78
Tableau 24 :	Humidité du sol avant et après irrigation au stade épiaison.	80
Tableau 25 :	Humidité du sol avant et après irrigation aux stades végétatifs.	82

LISTE DES ABREVIATION

A.G.P.B	Association générale des producteurs de Blé et autres céréales, France.
API	Après irrigation.
A.N.R.H	Agence national des ressources hydriques.
AVI	Avant irrigation.
CDARS	Commissariat du développement de l'agriculture dans les régions Sahariennes.
D.S.A	Direction des services agricoles.
D.A.T	Direction d'aménagement des terres. Guide de fertilisation des cultures. Agriculture, pêches et aquacultures. Nouveau Brunswick Canada. 34 p.
D.P.A.T	Direction de planification et d'aménagement de territoire de Ouargla.
FIG.	Figure.
ITDAS	Institut technologique du développement de l'agriculture Saharienne.
O.N.M	Office National de la météorologie.
S.C.D.C	Service Canadien des délégués commerciaux.

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
Figure 1 :	Morphologie du Blé	07
Figure 2 :	Cycle de développement du blé	15
Figure 3 :	Le cycle de l'azote et les compartiments azotés du sol.	23
Figure 4 :	Pivot au moment d'irrigation station ERIAD	30
Figure 5 :	Position géographique de Ouargla	36
Figure 6 :	Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de OUARGLA (1992-1993)	40
Figure 7 :	Dispositif expérimental	47
Figure 8 :	Travail du sol a plat.	49
Figure 9 :	Prélèvement des échantillons du sol	51
Figure 10 :	Nombre de plantes/m ²	55
Figure 11)	La différence de densité du blé entre les différents traitements et différents blocs.	56
Figure 12 }		
Figure 13 }		
Figure 14 }		
Figure 15 :	Coefficient de tallage.	58
Figure 16 :	Plante en plein tallage.	59
Figure 17 :	Nombre d'épis /m ²	60
Figure 18 :	Développement de la plante au stade épiaison.	61
Figure 19 :	Nombre de grains/épi.	63
Figure 20 :	La différence de PMG du blé entre les différents blocs.	64
Figure 21 :	La différence de PMG du blé entre les différents traitements.	64
Figure 22 :	Poids de 1000 grains.	65
Figure 23 :	Rendement théorique.	66
Figure 24 :	Evolution de la production de la matière sèche.	69
Figure 25 :	Exportation de l'azote par la plante.	70
Figure 27 :	Irrigation au stade tallage.	75

Figure 28 :	Le blé au moment d'irrigation au stade épisaison	75
Figure 29 :	Le blé au stade Maturation une heure après irrigation	75
Figure 30 :	Profil Hydrique au stade tallage.	77
Figure 31 :	Profil Hydrique au stade Montaison.	79
Figure 32 :	Profil Hydrique au stade épisaison.	81
Figure 33 :	Profil Hydrique aux différents stades.	83

Introduction

Les céréales tiennent de loin la première place quant à l'occupation de terres agricoles (3.000.000 à 3.550.000 hectares) car elles contribuent à l'alimentation de base de la population Algérienne. L'Algérie est considérée comme le premier pays importateur de blé dur sur le marché international; la production nationale avec des rendements moyens très faibles ne couvrent qu'une faible partie de nos besoins annuels. Au titre de la campagne 2002/2003 les prévisions d'achat étaient de l'ordre de 4,7 millions de tonnes de blé (**A.G.P.B, 2002**)

D'une dizaine de millions de quintaux à presque cinquante par an, ce qui montre une grande variabilité interannuelle, la production des céréales à grains est sous l'influence des paramètres climatiques et spécialement la pluviométrie ; les importations suivent cette logique. Au titre de la campagne agricole 2002/2003 et qui passe pour une année record, la production nationale a été de l'ordre de 42,7 millions de quintaux soit 18 millions de quintaux de blé dur, 11,6 de blé tendre et le reste pour les autres céréales à grains(**KEBRI, 2003**).

L'amélioration de la production agricole en Algérie et sur le plan technique doit passer automatiquement par une maîtrise des techniques culturales et ce n'est qu'à ce prix que nous pourrions atteindre des productions acceptables même si le déficit hydrique constitue un handicap sérieux.

Les zones sahariennes qui recèlent de fortes potentialités en eau et en "sols" constituent une alternative pour faire face à la demande croissante des produits céréaliers, la conduite de la céréaliculture en intensif dans ces zones sous centre pivot a donné des résultats assez acceptables (rendement pour le blé dur variant entre 15 et 36 qx / ha) mais loin des objectifs tracés et de la rentabilité économique, ces résultats ont conduit à une stagnation voir même une régression des surfaces emblavées dans certaines régions du sud de pays (**Ministère de l'agriculture, 2002**).

L'amélioration des rendements des céréales dans les conditions sahariennes n'est pas du domaine de l'impossible, il reste à maîtriser les autres facteurs et essentiellement celui lié à la fertilisation minérale devant un sol squelettique, l'apport de l'eau d'irrigation et au choix des variétés adaptées (résistance à la salure des sols avec des cycles de végétation très courts).

C'est donc dans le cadre de cette préoccupation que s'inscrit notre étude ayant pour principal but de juger de la conduite réelle d'une céréale à grains sous centre pivot d'irrigation. De ce fait, un protocole expérimental basé à ERIAD de HASSI BEN ABDELLAH a été suivi tout au long de la campagne agricole 2003-2004 pour permettre de :

1- Suivre le comportement de la culture de blé durant son cycle de développement par le biais de différentes mesures biométriques.

2- Evaluer les quantités d'eau à travers des bilans hydriques sur deux profondeurs 0-20 cm et 20-40 cm afin de juger de la disponibilité temporo-spaciale pour la culture .

3- Suivre le devenir des engrais azotés appliqués dans le système sol – plante.

Chapitre I : Généralité sur la culture du blé

Introduction :

Le blé dur (*Triticum durum*) est une céréale cultivée dans de très nombreux pays surtout sous le climat méditerranéen comme l'Afrique du Nord et les grandes plaines des Etats-unis.

C'est une plante herbacée, annuelle, monocotylédone, à feuilles larges et alternées, la paille souple et fragile, formée d'une chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis. L'amande à cassure vitreuse et se fragmente en semoule.

Le blé dur est le plus cultivé et consommé des céréales car il constitue la matière première de base pour la fabrication des pâtes en raison de sa composition en gluten supérieure aux autres céréales (SOLTNER, 1990).

Le blé dur représente 50% des superficies cultivées pratiquées dans les différentes zones écologiques du pays.

I. Biologie du blé :

I-1. Caractères botaniques:

I-1-1. Les caractères systématiques :

Le blé dur appartient à la famille des graminées forme un groupe botanique complexe de grandes graminées:

- Règne: *Plantæ* (végétal).
- Embranchement: **Spermaphytes**.
- Sous-embranchement: **Angiosperme**.
- Classe: *Liliopsida* (monocotylédone).
- Famille: **Poaceæ** (Graminées).
- Sous famille: **Hordées**.
- Tribu: **Triticées**.
- Genre: *Triticum*.
- Espèces: *Triticum durum*.

Cette espèce présente des caractères très diversifiés.

I-1-2. Les caractères morphologiques :

Ces caractères morphologiques détaillés dans ce qui suit sont matérialisés dans la figure 01.

a. Appareil racinaire :

La racine du blé est fibreuse. A la germination, la radicule ou racine primaire, et un entre-nœud sub-coronal émergent du grain: cet entre-nœud évolue vers la formation d'un collet près de la surface du sol. Du collet naissent de quatre à six talles par plant, chacune d'elle supportée par des racines secondaires. Le système racinaire secondaire peut être assez développé, s'enfonçant à des profondeurs atteignant jusqu'à deux mètres.

Il apporte les éléments nutritifs à la plante.

b. Appareil aérien :

b-1. La tige

La tige ou talle du plant est cylindrique, comprend cinq ou six inter-nœuds, qui sont séparés par des structures denses appelées nœuds d'où naissent les feuilles. La tige est creuse ou pleine de moelle. Le blé dont les tiges comportent de la moelle est appelé blé à tige pleine.

b-2. La feuille:

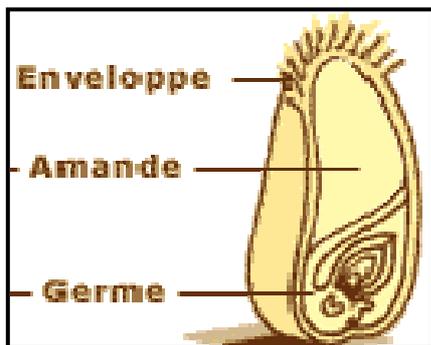
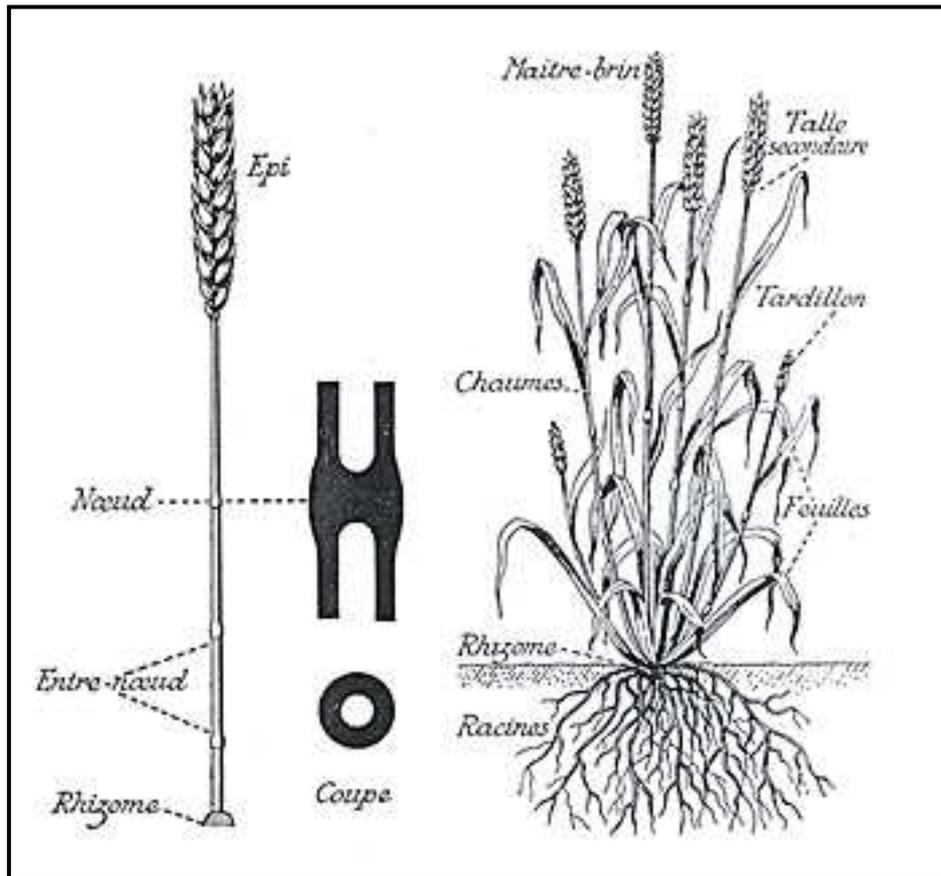
Les feuilles sont à nervures parallèles. Le limbe possède souvent à la base deux prolongements aigus embrassant plus en moins complètement la tige : les oreillettes ou stipules à la soudure du limbe et de la graine peut se trouver une petite membrane non vasculaire entourant en partie la chaume (**BELAID, 1986**). Au cours du cycle végétatif du blé, les feuilles prennent un aspect vert jaunâtre, vert foncé ou vert franc. la feuille terminale a un rôle primordial dans la reproduction.

Au cours de l'allongement des tiges on observe un enduit cireux de couleur bleutée sur la face inférieure des feuilles y compris sur les nœuds.

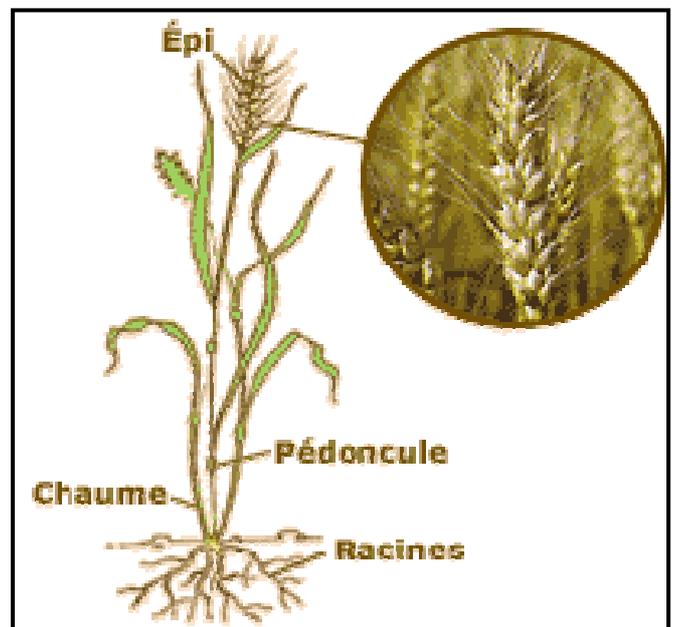
L'intensité de dépôt dépend de l'alimentation en eau (**PRATS, 1971**). Le feuillage du blé dur est plus léger (limbe plus étroit) et plus claire que celui du blé tendre (**SOLTNER, 1988**).

c. Appareil reproducteur :

Les fleurs sont regroupées en une inflorescence composée d'unités morphologiques de base : les épillets, ces derniers sont attachés directement au rachis, l'ensemble formant un épi à glumes carénées jusqu'à la base et à glumelles inférieures terminées par une longue barbe colorée.



Le grain



La plante

Figure 01. Morphologie du blé.

Source net

La simple mensuration des barbes met en évidence des différences variétales plus au moins prononcées.

Le col d'épi est formé par le dernier entre-noeud qui supporte l'épi, il se termine par une collerette de forme circulaire ou s'insère le premier article du rachis (ZANE, 1993). Les dispositifs anatomiques des différentes pièces florales sont favorables à l'allogamie ; cependant le blé dur comme le blé tendre montre une autogamie prépondérante avec une tendance à la cleistogamie (fécondation réalisée avant écartement des glumes et sorties des étamines). (PRATS, 1971).

La fertilité de l'inflorescence repérée par le nombre de graines produites est une composante du rendement caractéristique du patrimoine génétique de chaque variété mais susceptible d'être influencée par les diverses techniques culturales. (BELAID, 1986).

d. Le Grain :

Le grain de blé (caryopse) montre une face dorsale (arrière) et une face ventrale (avant), un sommet et une base. La face ventrale est creusée d'un profond sillon qui s'allonge du sommet à la base. Le caryopse est surmonté d'une brosse, l'embryon est situé au bas de la surface dorsale.

Le grain comprend quatre parties: l'enveloppe du grain (péricarpe), l'enveloppe du fruit (assise protéique), l'endosperme (albumen), et le germe ou embryon. L'embryon est constitué d'un scutellum (ou cotylédon), qui sécrète des enzymes qui dissolvent l'amidon de l'albumen pour nourrir l'embryon au cours de la germination. L'albumen occupe environ 76% du grain entier et consiste en un arrangement de gros et de petits grains d'amidon enfouis dans une matrice protéique. Des proportions et de l'arrangement des constituants dépend la dureté grain.

L'assise protéique est une couche simple de grosses cellules adjacentes au péricarpe, qui sécrète des enzymes qui dissolvent les granules d'amidon de l'albumen au cours de la germination. Le péricarpe et la racine de la graine et c'est de lui que dépend, en partie la couleur caractéristique rouge ou blanche des grains. La texture des grains de blé peut varier de dure et vitreuse à tendre et farineuse.

II. Les exigences de la culture du blé:

II-1. Les exigences écologiques:

II-1-1. Exigences climatiques :

L'influence du climat est un facteur déterminant à certaines périodes de la vie du blé ; autrement dit, les facteurs climatiques ayant une action prépondérante étant différent selon les périodes considérées.

* **La température :** À chaque phase du cycle végétatif du blé, la température reste un facteur qui conditionne la physiologie du blé ; à une température de zéro 0°C la germination est bloquée et la phase de croissance nécessite 15 à 25°C. L'aptitude à la montaison est aussi déterminée par les températures et la durée du jour. (ZANE, 1993).

Les exigences globales en température sont assez importantes et varient entre 1800 et 2400 °C selon les variétés. De même la température agit sur la vitesse de croissance, elle ne modifie pas les potentialités génétiques de croissance ; c'est la somme de température qui agit dans l'expression de ces potentialités. Chaque stade de développement du blé nécessite des températures particulières. (BELAID, 1986).

II-1-2. Exigence édaphique :

* **Le Sol:** Le blé dur apprécie les sols limoneux, argileux calcaires ou les sols argileux - siliceux profonds, il a besoin d'un sol sain, se ressuyant bien en hiver et à bon pouvoir absorbant. En terre peu profonde, il y a risque de sécheresse en période critique (phase de palier hydrique).

Du point de vu caractéristique climatique, les blés durs sont sensibles au calcaire et à la salinité ; un pH de 6,5 à 7,5 semble indiqué puisqu'il favorise l'assimilation de l'azote. Un pH est très bas diminue l'assimilation ce qui entrave la croissance et en particulier celle des racines (F.N.I.E, 1989).

II-1-3. Exigence hydrique :

* **L'eau :** Le blé exige une humidité permanente durant tout le cycle de développement, l'eau est demandée en quantité variable. Les besoins en eau sont estimés à environ 800mm (SOLTNER, 1988). En zone aride, les besoins sont plus importants au vu des conditions climatiques défavorables.

C'est de la phase épi 1 cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (LOUE, 1982).

II-2. Les exigences culturales :

Le travail du sol constitue un facteur déterminant dans l'obtention de bons rendements.

II-2-1 Préparation du sol :

Le blé nécessite un sol bien préparé et ameubli sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terres patentes (limoneuse en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres. Le sol doit être légèrement motteux et suffisamment tassé en profondeur, une structure fine en surface pour permettre un semis régulier et peu profond. (ANONYME, 1993).

II-2-2. Semis :

La date de semi est un facteur limitant vis à vis du rendement, c'est pourquoi la date propre à chaque région doit être respectée sérieusement pour éviter les méfaits climatiques, il peut commencer dès la fin d'octobre avec un écartement entre les lignes de 15 à 25 cm et une profondeur de semis de 2,5 à 3 cm.

La dose de semis varie entre 200 à 225 Kg /ha en fonction des paramètres climatiques, la grosseur des grains, la faculté germinatif et la fertilité du sol.

II-2-3. Fertilisation :

La fertilisation azoto-phosphorique est très importante dans les régions sahariennes dont les sols sont squelettiques, elle sera en fonction des potentialités de la variété ; le fonctionnement de l'azote est une nécessité du fait de la grande mobilité de cet élément.

a. L'azote : C'est un élément très important pour le développement du blé (VIAUX, 1980), estime qu'il faut 3Kg d'azote pour produire 1 quintal de blé dur. Jusqu'au début de la montaison, les besoins sont assez modestes 40 à 45 Kg /ha puis jusqu'à la floraison tout l'azote est absorbé, il faut que la plante ait dès le début de la montaison tout l'azote nécessaire à son développement (REMY et VIAU, 1980). Les besoins en azote de la culture lors du gonflement et à la floraison sont en effet extrêmement importants; c'est à ce moment que la matière végétale augmente le plus vite et que se détermine le nombre d'épis (GRIGNAC, 1984). Pendant la maturation, la fourniture d'azote minéral du sol ne peut

couvrir les besoins de la culture (MASLE-MEUNARD, 1981). A la récolte, plus de 75 % de l'azote total de la plante se trouve dans les grains.

b. Le phosphore : Il favorise le développement des racines, sa présence dans le sol en quantités suffisantes est signe d'augmentation de rendement. Les besoins théoriques en phosphore sont estimés à environ 120kg de P₂O₅/ha (ANONYME, 1987).

c. Le potassium : Les besoins en potassium des céréales peuvent être supérieurs aux quantités contenues à la récolte 30 à 50 kg de K₂O de plus/ha, (BELAID, 1987).

II-2-4. Entretien :

Les mauvaises herbes concurrencent les céréales pour l'alimentation hydrique et minérale et affectent le rendement. Pour les mauvaises herbes, il existe deux moyens de lutte:

a. Lutte mécanique : Dès le mois de septembre, effectuer une irrigation des parcelles pour favoriser la germination des grains des mauvaises herbes et du précédent cultural. Après leur levée, procéder à leur enfouissement.

b. Lutte chimique : Se fait à l'aide des désherbants polyvalents.

III- Les facteurs agissant sur le rendement :

III-1 Maladies et ennemies :

III-1-1 Le piétin verse :

Dû à *Cercospora herpotrichoides*. On observe des taches ocellées en médaillons, la base de chaume peut jaunir et être complètement détruite.

III-1-2 Le piétine échaudage :

Dû à *Ophiobolus graminis* provoque le blanchissement précoce des épis.

III-1-3 La fusariose:

Est dû au *Fusarium nivale* qui provoque la fonte de semis et *Fusarium roseum* qui provoque des fontes de semis, détermine des attaques de collet et de la base du chaume.

III-1-4. Oïdium :

Dû à *Erysiphe graminis* est caractérisé par un feutrage grisâtre sur les feuilles.

III-1-5. Les rouilles :

Les plus connues sont : la rouille jaune due à *Puccinia striiformis*, elle se caractérise par des pustules jaunes oranges disposées en lignes à la face supérieure des limbes, la rouille brune due à *Puccinia triticana*, la rouille noire due à *Puccinia graminis*.

III-1-6. Le Charbon nu :

C'est l'une des maladies les plus connues chez les agriculteurs, elle a pour origine un champignon qui est *Ustilago maydis*.

III-1-7. Les ravageurs :

Peuvent attaquer le blé et lui provoquer des dégâts considérables, ces ravageurs sont : Les pucerons, les taupins, les vers blancs et les moineaux.

III-2. Accidents physiologiques :

III-2-1. La verse :

Elle est due aux divers accidents physiologiques, pathologiques ou météorologiques :

- Une prédisposition variétale à paille longue.
- Le plus souvent un excès d'azote ou de déséquilibre entre fumure azotée et phosphore-potassiques.
- un manque de la lumière, action mécanique des pluies, vent, orage, des façons culturales mal appropriées (date et dose de semis) (SOLTNER, 1990).

III-2-2 : l'échaudage :

Il constitue également un accident qui agit directement sur le niveau de rendement : il se manifeste par un faible remplissage des grains consécutif à des conditions de températures élevées pendant la période de transfert des réserves vers les organes de réserve et une grande sécheresse (ANONYME, 1993).

III-2-3: Excès du froid :

La résistance au froid est un caractère variétal conditionné par le génotype de la plante et l'environnement dans lequel elle évolue. Ce dernier dépend du stade de la plante. Cette résistance dépend en fait du froid lui-même ; un abaissement lent de la température jusqu'à -15°C par exemple peut être supporté par la plante tandis que un abaissement brutal de $+10^{\circ}\text{C}$ à -10°C sera fatal au blé sur l'épi. Les gelées tardives peuvent provoquer la coulure (SOLTNER, 1990).

III-2-4 Excès d'humidité :

Provoque le jaunissement du blé qui traduit un développement chétif fréquemment observé à la sortie d'hiver, il engendre aussi le développement des maladies cryptogamiques et gêne la nutrition minérale des plantes (GRIGNAC, 1965).

III-2-5 Mauvaises herbes :

Certains adventices peuvent émettre des phytotoxines par les semences, les organes aériens, les racelles et dans une moindre mesure lors de la composition de leurs tissus (FORSHEL cité HOUARA, 1991). Elles provoquent aussi un fort effet inhibiteur sur le développement des plantules (ANONYME, 1993). Les principales mauvaises herbes rencontrées en Algérie sont : la folle-avoine, le Phalaris, Ray-gras, le Brome...etc.

IV- Développement et croissance :

Selon, (JONARD, 1952) cité par (CLEMENT et PRAT, 1971), le cycle du développement du blé peut se subdiviser en 3 périodes (figure02).

IV-1. La Période végétative.

IV-1-1. La phase semis - levée :

Cette phase peut être accomplie dès que la semence soit capable de germer et que le sol peut lui fournir l'humidité, la chaleur et l'oxygène nécessaires. La teneur minimale en eau qui permet la germination est de l'ordre de 35 à 40%. Lorsque la graine a absorbé de 20 à 25 % de son poids d'eau. La température optimale de la germination se situe entre 5 à 22°C ., avec un minimum de 0°C et un maximum de 35°C . La somme de

température pour cette phase et de 120°C., semble assez constante (MEKLICH, 1983), (SOLTNER, 1988), (F.N.I.E, 1989).

IV-1-2. La phase levée - tallage :

C'est un mode de développement propre aux graminées (SOLTNER, 1988), caractérisée par la formation du plateau du tallage, l'émission de talles et la sortie de nouvelles racines.

L'importance du tallage dépend de la variété et de la fertilisation ; en effet la nutrition azotée agit directement sur l'énergie du tallage (MARTIN, PREVEL *et al*, 1984). La durée de cette période varie de 31 à 89 jours pour des températures moyennes de 09 à 32°C respectivement (MEKLICHE, 1983).

IV-1-3. la phase tallage- montaison :

Elle est caractérisée par la formation de talles et l'initiation florale qui se traduit par l'apparition de la future ébauche de l'épi ; tout déficit hydrique durant cette période se traduit par une diminution du nombre de grains par épi (BERTIN, PREVEL *et al*, 1984).

IV-2. La période reproductrice :

IV-2-1 La phase montaison :

Elle débute lorsque les entrenœuds de la tige principale se détachent du plateau de tallage, ce qui correspond à la formation du jeune épi à l'intérieur de la tige (BELAID, 1987). (COUVREUE 1981), considèrent que ce stade est atteint quand la durée du jour est au moins de 11 heures et lorsque la culture a reçu au moins 600°C. (base 0° depuis la levée).

IV-2-2. La phase épiaison :

Cette période commence dès que le l'épi apparaît hors de sa graine foliaire et se termine quand l'épi est complètement libéré (MAUME et DULAC, 1936).la durée de cette phase est de 7 à10° jours, elle dépend des variétés et des conditions du milieu, (MARTIN, PREVEL *et al*, 1984) C'est la phase ou la culture atteint son maximum de croissance.

IV-2-3. La phase floraison - fécondation :

Elle est déterminée par la sortie des étamines hors des épillets, la fécondation est accomplie lorsque les anthères sortent des glumelles. Le nombre de fleurs fécondées dépend de la nutrition azotée et d'une évapotranspiration pas trop élevée (SOLTNER, 1988).

La floraison suivie de la fécondation marque la fin de la période critique essentielle de nutrition.

IV-2-4. La période de maturation :

Cette période est caractérisée par le grossissement du grain, l'accumulation de l'amidon et les pertes de l'humidité des graines qui marque la fin de la maturation (SOLTNER, 1988).

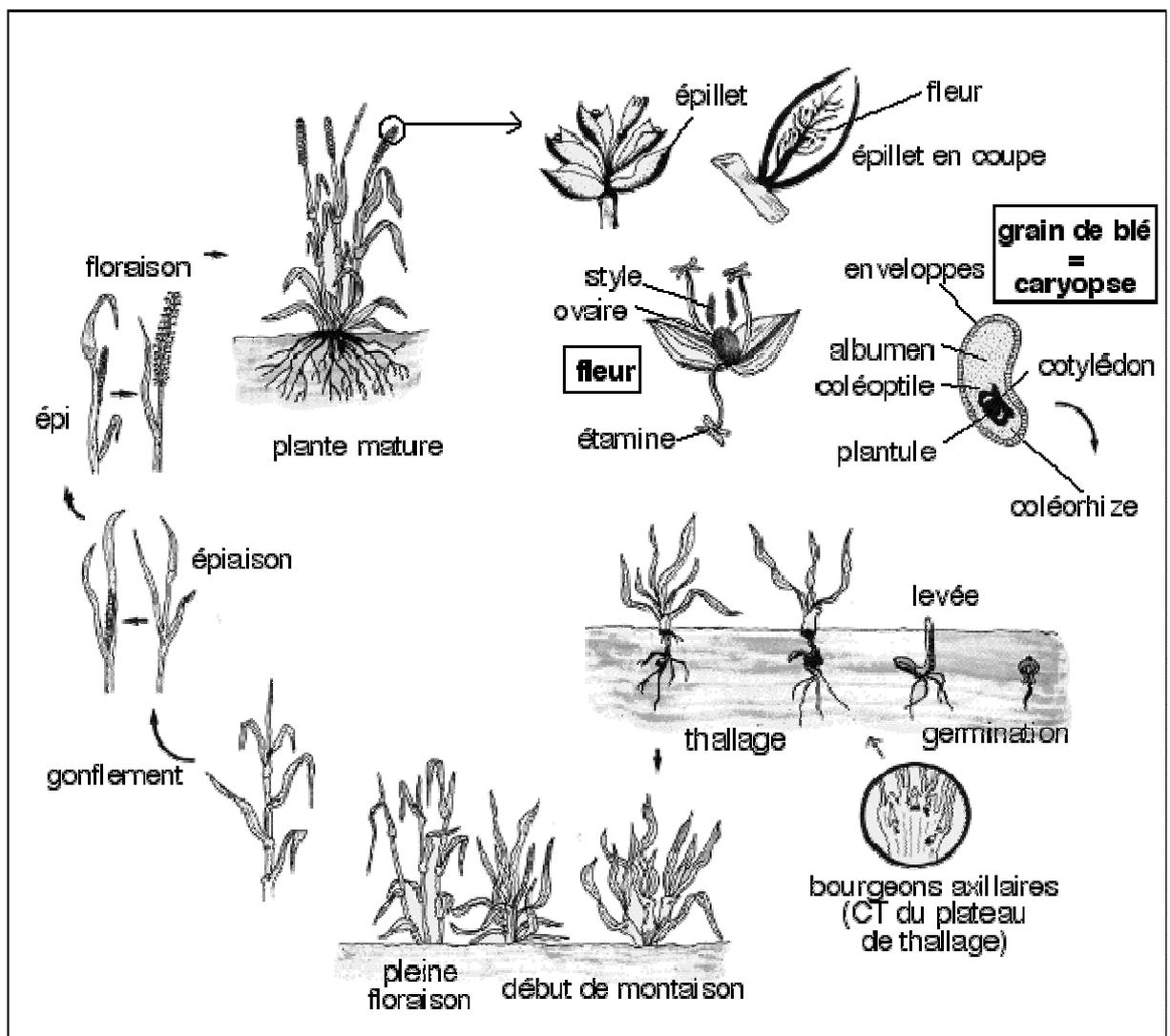


Figure 02 : Cycle de développement du blé

source net

V- Les Composantes de rendements :

Le rendement du blé s'élabore étape par étape depuis l'implantation de la culture jusqu'au remplissage du grain grâce à la formation successive des différentes composantes du rendement (COUVREUR et al, 1985).

Selon VILAN (1987), le rendement se compose selon la façon suivante :

- Nombre d'épis au mètre carré.
- Nombre moyen de grains par épi.
- Poids de 1000 grains.

V-1. Le nombre d'épi/m² :

Le nombre d'épi/unité de surface est fonction de deux composantes.

- Le peuplement pied et le coefficient de tallage Selon GRIGNAC (1977).
- Le nombre d'épi/m² est le seul facteur que l'agriculteur ait choisi en fonction des possibilités du rendement du milieu.

D'après BELAID (1986), Le rendement de peuplement épi est influencé par la dose et date de semis, le poids de 1000 grains, la qualité de la semence, les caractéristiques du lit de semences et les conditions climatiques avant et après semis.

V-2. Le nombre de grains/épi :

C'est une caractéristique variétale qui est très influence par le nombre d'épi/m² COUVREUR (1981). En effet SAMIR (1991) a montré que les traitements dont les peuplements épis sont élevés donnent un nombre de grains par épi faible. LEGRET (1985), Suggère que la composante la plus importante du rendement soit le nombre de grain/épi et plus précisément le nombre de grain /épillet, ce même auteur ajoute que les deuxièmes et les troisièmes feuilles à partir du sommet apparaissent plus liées au rendement/épi que la feuille séminale.

V-3 Le poids de 1000 grains :

C'est la dernière composante, elle est dépendante du nombre de grains formés COUVREUR (1981). Le poids de mille grains varie essentiellement en fonction des conditions culturales soit les conditions climatiques (chaleur, humidité) durant la maturation et la continuité de la nutrition azotée jusqu'à la maturation.

Chapitre II : La Fertilisation Azotée

Introduction :

La nutrition azotée est l'une des facteurs clé affectant la quantité et la qualité des productions végétales (CHELOUFI 1991).

L'azote est un élément plastique agissant brutalement sur la croissance à certains stades de développement de la plante (COIC, 1952). Pour déterminer les besoins de la plante, il est nécessaire de bien comprendre les mécanismes impliqués dans l'assimilation de l'azote et les relations entre ces mécanismes, la physiologie de la plante et les facteurs du milieu. L'utilisation rationnelle des engrais en générale et azotés en particulier permet une meilleure expression des potentialités des plantes cultivées et la préservation de l'environnement quand aux pollutions nitriques des nappes.

La fertilisation azotée, pivot de développement et de croissance des plantes cultivées, est raisonnée essentiellement en fonction de la mobilité, de sa fraction minérale dans le sol.

Dans ce sens l'apport est fractionnée et il l'est d'autant chaque fois que le sol est filtrant et soumis à des irrigation continues.

La fertigation constitue dans nos conditions sahariennes. Une opérations culturales à même d'augmenter l'efficience des engrais minéraux utilisé.

II. l'azote:

L'azote est l'élément nutritif le plus déficient dans les systèmes de productions agricoles. La plupart des systèmes de cultures non légumineuses exigent l'apport d'azote, particulièrement les variétés récentes à haut rendement. Les sources d'azote pour les cultures peuvent être:

- 1- la matière organique du sol par minéralisation.
- 2- les amendements organiques: fumiers, compost et autres déchets; sous produits agroalimentaires,...
- 3- l'azote des légumineuses (luzerne, fève) et autres espèces fixatrices de l'azote moléculaire.
- 4- les engrais verts, spécialement des légumineuses.
- 5- les engrais minéraux.

II-1. Les sources d'azote:

L'azote existe dans la nature sous deux états :

* à l'état libre dans l'atmosphère.

* à l'état combiné sous forme minérale et organique, seule la forme minérale est assimilable par les plantes (**GROS, 1989**). Les sources de l'azote du sol sont en nombre de trois (**SOLTNER, 2003**) :

a) Source atmosphérique :

L'azote gazeux ou dioxyde d'azote N_2 , qui constitue les 4/5 de l'atmosphère, mélangé à l'oxygène. C'est la source primordiale d'azote du sol, qui s'y incorpore.

* **Par les orages:** synthétisant à partir de ce gaz de l'acide nitrique HNO_3 , que les pluies entraîneront dans la terre où il évoluera.

* **Par les bactéries fixatrices d'azote** libres ou associées à des plantes. Ces bactéries l'utiliseront pour la synthèse de leurs protéines dont se nourriront à leur tour les plantes (**SOLTNER, 2003**).

b) Source organique :

L'azote incorporé dans les matières organiques végétales ou animales. Cette source dérive évidemment de la première. Les bactéries qui dégradent les matières organiques libèrent l'azote sous des formes assimilables par les plantes (**SOLTNER, 2003**).

c) Source synthétique :

L'azote des engrais azotés synthétisés à partir de l'azote de l'air mais avec forte dépense d'énergie, celle du pétrole. Il s'agit des engrais azotés dérivant de la synthèse de l'ammoniac NH_3 dans lequel N vient de l'air et H des hydrocarbures pétroliers.

Si au niveau d'une parcelle les fumures azotées à base d'engrais de synthèse peuvent sembler importantes (de 100 à 500 kg de N/ha), au niveau d'un territoire, englobant de vastes surfaces non fertilisées artificiellement, les sources naturelles d'azote sont de loin les plus importantes (**SOLTNER, 2003**).

II-2. Les trois formes de l'azote dans le sol :

Dans le sol, l'azote peut exister sous trois formes principales représentant trois stades de décomposition biologique des matières organiques:

a) L'azote organique:

Elle constitue la réserve d'azote du sol. Il n'est pas directement utilisable par les plantes ; la plus grande partie se trouve sous forme d'humus stables dosant 5% d'azote. Ce stock représente généralement 1 à 2 % de la terre fine, beaucoup plus dans les sols humifères.

Un taux élevé de l'azote organique n'est pas forcément un indice d'une bonne aptitude du sol à bien nourrir les plantes en azote : il peut s'agir d'une minéralisation trop faible de cet azote (SOLTNER, 2003).

b)-L'azote ammoniacal :

C'est une forme transitoire qui est retenue par le système adsorbant. Résultant de l'ammonisation (SOLTNER, 2003), les ions ammonium NH_4^+ sont retenus par les charges négatives du complexe argilo-humique. Certains s'intercalent entre les feuillets des argiles gonflantes comme les ions K^+ ; On dit qu'ils sont «fixés» mais ils sont assez rapidement oxydés par les bactéries nitrificatrices qui les transforment en ions nitrates NO_3^- (ANONYME, 1989).

c)-L'azote nitrique :

C'est une forme très soluble, elle constitue la forme principale de l'alimentation des plantes; les nitrates se trouvent au niveau de la solution du sol à l'état d'ion NO_3^- non retenu par le complexe adsorbant et sont de ce fait facilement lessivables (SOLTNER, 1987)

II-3. La dynamique de l'azote dans le sol :

La transformation de l'azote en l'une ou l'autre de ces formes constitue un système complexe: le cycle de l'azote. Pour traduire ce système complexe, il faut décrire les principaux processus:

- 1- La fixation de l'azote.
- 2- La transformation de l'azote dans le sol.
- 3- L'absorption des composés azotés solubles par les plantes et les micro-organismes.
- 4- mouvement et prélèvement de l'azote (**OLUF CHR BØCKMAN, et al, 1990**).

La dynamique de l'azote dans le sol est fortement influencée par les précédents culturels, les techniques culturales et les conditions du milieu.

II-4. Le cycle de l'azote dans le sol :

La matière organique du sol, subit dans un premier temps une décomposition microbienne variée puis elle passe par différentes étapes (**ANONYME, 1988**), (figure n°3).

II-4-1. Humification :

La décomposition de la matière organique aboutie à la formation de l'humus jeune puis finalement à l'humus stable cette transformation est induite par les micro-organismes du sol (bactéries et champignons), (**GROS, 1969**).

II-4-2 Minéralisation :

La minéralisation de l'azote organique du sol réalisé par les micro-organismes, ce fait en deux temps :

a). L'ammonification :

C'est le processus biologique le plus important qui influe sur le cycle d'azote et sa disponibilité dans le sol (**MENGEL et KERKBY, 1982**). Il faut noter aussi que pour être assimilable, l'azote organique doit subir sous l'influence des micro-organismes une série de transformations qui le font passer successivement de la forme protéique à la forme acides amines ; Ceux-ci sont transformés à leur tour en azote ammoniacale puis en azote nitrique (**BARBER,1972**).

b). La nitrification :

JUSSIAUX, 1980 considère que la transformation de l'azote ammoniacal en azote nitrique se fait sous l'influence des micro-organismes oxydants en deux étapes :

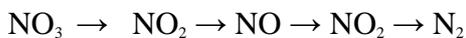
* **La nitrosation :** les nitrosomonas qui oxyde l'azote ammoniacal en azote nitreux.

* **La nitratisation :** Les nitrobacters oxydent l'azote nitreux en azote nitrique qui est mobile dans le sol, ce phénomène de nitrification à lieu dans des conditions écologiques extrêmement diverses : pH voisin de la neutralité, quantité suffisante de CO₂ humidité en dessous de la capacité de rétention et une aération modérée (**DUCHAUFOR, 1979**).

II-4-3 Principales voies de pertes de l'azote dans le sol :

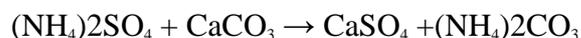
a)- Perte par voie gazeuse :

* **Dénitrification :** Il existe certaines bactéries dans le sol qui sont capables de réduire les nitrates et nitrites en azote gazeux (NO, NO₂, N₂) Selon le schéma suivant (**CHELOUFI, 1991**) :

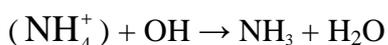


Cette réduction a lieu en absence d'oxygène et présence d'une source énergétique carbonée facilement utilisable (**REMY et VIAUX, 1980**).

* **Volatilisation :** **DUCHAUFOR (1979)** a constaté qu'une fraction ammoniacale peut se perdre sous forme de gaz (volatilisation) dans l'atmosphère. **FAURIE et BARDIN (1979)** trouvent quant à eux que ces pertes deviennent plus importantes dans un milieu alcalin (10 à 70 %) de l'apport d'engrais suivant les réactions suivantes:



Un autre mécanisme de perte possible sous forme de NH₃ était proposé par (**CHELOUFI, 1991**). Selon la réaction suivante :



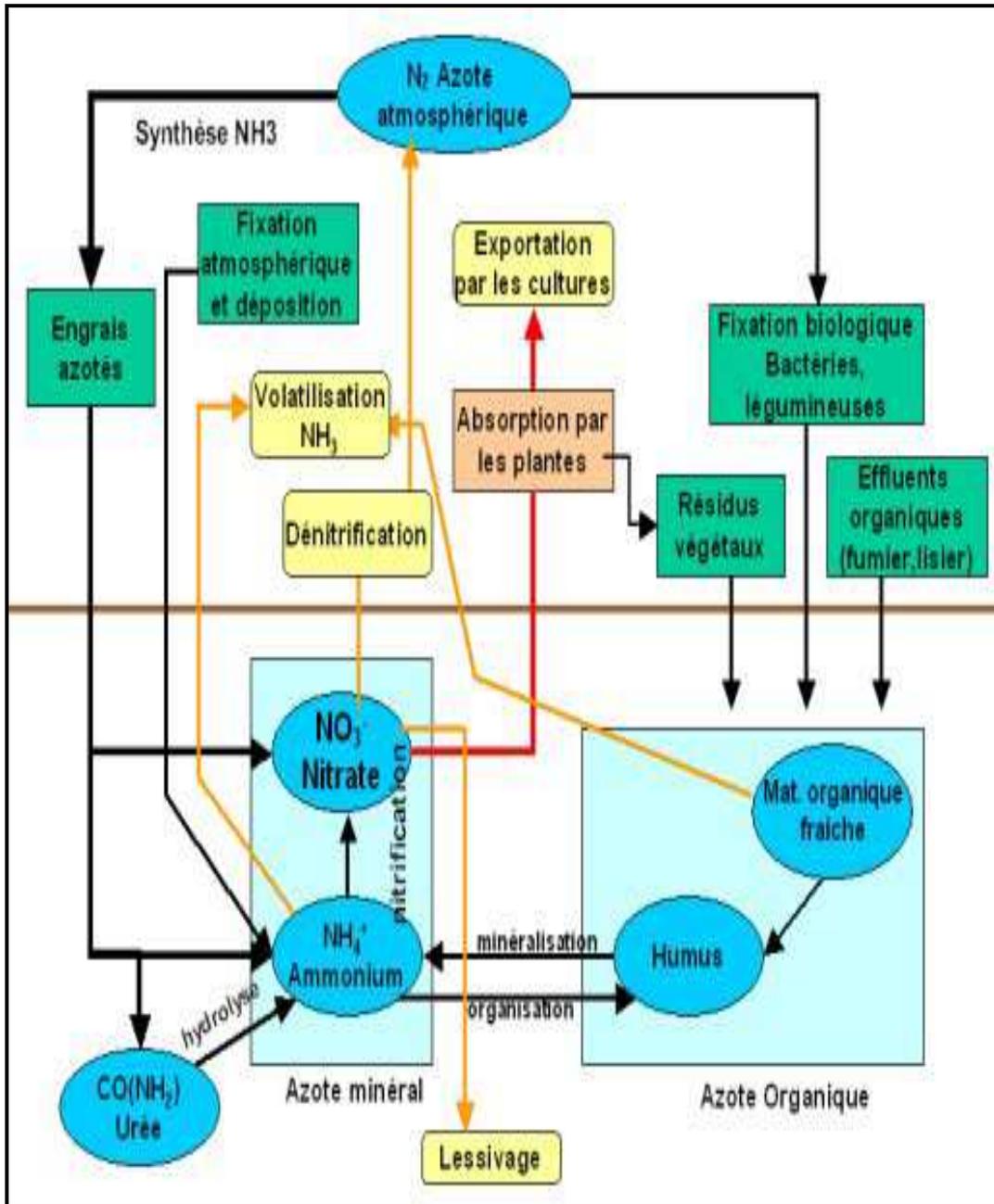


Figure 03: Le cycle de l'azote et les compartiments azotés du sol

source net

b)- Pertes par les lessivages :

La perte la plus habituelle est le lessivage des nitrates provenant d'azote non consommé par la végétation et d'azote nitrifié après la récolte. Elle dépend en grande partie des pluies, des variations de températures et d'humidité du sol.

Le lessivage est de 20cm pour 100 mm de pluie en sol argileux (**LANGÉLET, 1975**). Les pertes varient de 15 à 45 kg/ha dans les cultures intensives du blé (**REMY et HEBERT, 1977**). La nature du complexe organo-minéral des sols a une influence directe sur la cinétique et les quantités de nitrates lessivés (**CHELOUFI, 1991**).

II-4-4. Apports d'azote :

Les apports d'azote au sol peuvent avoir plusieurs origines:

a). L'atmosphère : Une partie de N retourne à la terre quand l'azote sous forme de gaz réagit avec les pluies.

b). Fixation biologique : Elle est très importante pour fournir l'azote disponible dans le système naturel et dans les régions agricoles où l'engrais synthétique est trop cher ou non disponible.

Les Rhizobiums fixent N₂ des pores du sol dans des nodules se trouvant sur les racines de leurs plantes hôtes (légumineuses).

$N_2 + ATP \text{ (Energie)} \rightarrow NH_3$ qui est incorporé dans les acides aminés.

L'azote fixé peut être:

* Utilisé par la plante hôte.

* Excrété vers le sol à partir des nodules des racines.

* Libéré dans le sol quand les nodules meurent ou quand les résidus des légumineuses se décomposent après la récolte dans le sol.

c) Fixation industrielle : La production agricole et la sécurité alimentaire mondiales seraient en danger sans engrais (fixation industrielle de l'azote atmosphérique). L'azote apporté comme élément nutritif pour la plante est de loin la source la plus importante.

Le gaz ammoniac peut être utilisé soit directement (ammoniac anhydre) soit pour la fabrication des autres engrais azotés, ex. NH₄ NO₃, KNO₃, etc.

d). Minéralisation de la matière organique : Elle consiste en,

* **L'humus:** matière organique partiellement décomposée et relativement stable. Faisant partie de la phase solide, il contribue à l'amélioration de la structure du sol.

* **Les composés organiques:** produits pas bien décomposés: racines de plantes, résidus de récolte incorporés et produits de décomposition inter intermédiaires pas bien incorporé dans l'humus (les composés rapidement décomposables).

* **La biomasse microbienne et microfaune:** Tous le organismes qui décomposent la matière organique; bactéries, champignons, vers de terre, nématodes du sol.

e). Minéralisation de l'azote des résidus : Les résidus végétaux différents dans leur composition et dans leur vitesse de décomposition. La vitesse de décomposition varie avec l'espèce, l'age et la partie de la plante (racines et brindilles du bois prennent plus longtemps que les feuilles et les fruits).

f). Apport par l'eau d'irrigation : La teneur de l'eau en nitrate peut être substantielle dans des puits peu profond dans quelques régions agricoles où l'agriculture est intensive. Ces nitrates proviennent des excès d'engrais azotés apportés aux cultures.

Un bilan plus complet de l'azote est présenté ci-après: (Tableau n°01)

Tableau 01 : bilan d'azote

Transformations d'azote	Pertes d'azote	Apports d'azote
Immobilisation	Lessivage	Atmosphérique
Minéralisation	Volatilisation de l'ammoniac (NH ₃)	Fixation biologique de l'azote
		Fumiers
Nitrification	Dénitrification	Résidus de cultures
	Fixation de l'ammonium (NH ₄ ⁺) par les argiles	Engrais
	Exportation par la culture	Eau d'irrigation

II-5. Rôle physiologique de l'azote :

L'azote est un constituant principal des protéines ; absorbé par la plante sous forme nitrique ou ammoniacale, l'azote s'unit dans la feuille et les racines aux acides dérivés des glucides avec lesquels il forme des acides aminés, éléments constructifs des protéines (SOLTNER, 2003).

L'azote rentre dans la composition des nucléoprotéines des noyaux des cellules, donc il se trouve en abondance dans les cellules jeunes.

Il est donc un facteur déterminant de la croissance des organes végétatifs et c'est surtout la composition de ceux-ci qui est affectée par l'apport d'azote (**PRATS et CELEMENT, 1971**). Montre que l'azote assure le développement et le maintien de l'appareil photosynthétique qui a un effet considérable sur l'utilisation de l'énergie lumineuse par le feuillage.

Pour **SOLTNER (2003)**, l'azote est un constituant essentiel du cytoplasme car il favorise :

- * La synthèse des glucides grâce à l'augmentation du nombre de chloroplastes.
- * La constitution des réserves azotées dans les graines
- * La multiplication cellulaire donc la croissance des tissus
- * La multiplication des chloroplastes, puisque la chlorophylle est substance azoté d'où la couleur vert foncée des plantes après un apport d'azote.
- * C'est un facteur de rendement, et parfois de qualité, puisqu'il augmente la teneur en azote des céréales.

L'azote est donc nécessaire à tous les stades de la plante: jeunes, croissance, reproduction et mise en réserve.

II-6 L'azote dans le blé :

L'action de l'azote sur les céréales dépend surtout de l'époque de son apport. En effet, tous les chercheurs dont **REMY et VIAUX (1980)** qui se sont préoccupés des apports azotés admettent que pour avoir de bons résultats, il est nécessaire que l'azote soit disponible en quantité suffisante sous forme assimilable au début de montaison.

Lors du gonflement floraison, la matière végétale augmente rapidement et par conséquent les besoins en azote du blé deviennent importants (**GRIGNAC, 1984**).

Un manque en azote à cette période se traduit par une floraison précoce qui peut se répercuter sur les rendements.

Pendant la maturation, l'azote minéral du sol en quantité insuffisante ne peut pas couvrir les besoins du blé (**MASLE, et MEYNARD, 1981**).

Globalement l'absorption d'azote suit le développement du blé et ceci durant les quatre phases :

- * Herbacée jusqu'à la montaison avec une absorption de l'ordre de 4,5kg d'azote/quintal.
- * Elongation avec une activité intense de croissance, cette phase se termine à la floraison.
- * Fructification ou l'absorption se ralentit et ou les phénomènes de translocation deviennent importants.
- * Maturation avec la sénescence des tissus suivie d'une perte d'eau de matière sèche et même d'azote.

A partir du stade fructification, l'absorption d'azote par le végétal se ralentit pour devenir presque nulle à la maturation.

*** Périodes exigeantes et rythme d'absorption par la plante:**

Le blé est l'une des espèces la plus exigeantes en azote. Par exemple, selon les stades de prélèvement le grain de blé contient de l'azote de l'ordre 1,10 à 2,30 % de la matière sèche. Certains facteurs tels que la variété, le système d'irrigation, le type de sol, les conditions climatiques peuvent influencer le rythme d'absorption de l'azote.

Cependant, trois phases peuvent être retenues. Chacune d'elles coïncide avec des phases d'élaboration du rendement caractérisées par l'une des composantes des rendements suivants:

- a- nombre d'épis/m².
- b- nombre de grains/épis.
- c- poids de mille grains.

1) phase tallage:

L'azote agit directement sur la première composante du rendement. Il augmente le nombre de talles par le mètre carré. Les besoins de la culture à ce stade sont assez satisfaisants pour ne pas pénaliser le rendement (GATE, 1995), soit environ 30 à 40 kg/ha.

Un manque d'azote entraîne une diminution du nombre de talles et aussi une réduction de la croissance des tiges de 5% en azote dans la plante représente un seuil critique au-dessous duquel il y a un arrêt du tallage. A l'inverse, un apport abondant en azote modifie la vitesse du tallage et sa durée.

2) phase montaison - floraison:

Cette phase est caractérisée par une demande accrue en azote. Le blé peut absorber jusqu'à 3 kg d'azote/ha par jour avec une dose d'engrais plus importante 50 à 80 unités hectare.

Un apport d'azote ce stade peut entraîner une diminution de la stérilité de l'épis de la base.

A la floraison, le blé aura absorbé 80% environ de l'azote contenu dans la plante à la récolte.

3) phase de maturité:

Cette phase est principalement caractérisée par le remplissage du grain, l'absorption de l'azote devient faible. La plante absorbe relativement peu d'azote, de l'ordre de 20 % de la quantité totale à la récolte (GATE, 1995).

Chapitre III : Le système pivot.

Introduction :

Le pivot est une rampe géante d'aspersion constitué de plusieurs travées de 50 m tournant autour d'un axe fixe appelé "Tour centrale". Il constitue un moyen efficace pour l'irrigation de grandes superficies (ANONYME, 1993)

L'utilisation du système d'irrigation pivot a débuté en 1950 aux Etats-Unis et a connu par la suite un développement considérable dans de nombreux pays tel que l'Arabie Saoudite, l'Egypte et le Brésil.

En Algérie, il a été adopté dans les vastes régions sahariennes dans le cadre du programme de mise en valeur des terres destinées à la culture des céréales malgré ses charges élevées.

III-1. Généralité sur système pivot:

III-1-1. Historique :

Ce système a connu depuis 1952 un développement considérable quand apparaît l'utilisation des pipes d'arrosage qui étaient transportées d'une place à une autre manuellement ou bien remorquées par des tracteurs. En suite le système moteur par des roues est introduit qui répondait aux plusieurs besoins ; C'est pour cela qu'en 1952 et après avoir palier ces difficultés que le système d'irrigation par le centre pivot a connu une application considérable dans de nombreuses régions américaines telle que NEBRASKA où les agricultures étaient les premiers à utiliser ce système dans une région d'élevage et de pâturage.

La NEBRASKA seule contient environ 20.000 unités de centre - pivot, occupants une superficie de 0,7 millions d'hectares ; dans tous les Etats unis on estime que 80% des systèmes d'irrigation sont des pivots (BENDAOU, 1996). Le pivot a continué à progresser dans d'autres pays du monde tel que l'Ukraine où il y avait en 1981 plus de 2000 centres pivots qui irriguaient 100.000ha.

D'importants projets d'irrigation sont réalisés avec des systèmes pivot dans plusieurs pays du monde, tels que le CANADA, les pays d'Amérique latine, les pays du Golf et l'Afrique du Nord (**ROLLAND, 1981**).

III-1-2. Descriptif technique :

Le système pivot est constitué par une conduite d'eau soutenue par des supports métalliques équipés de roues appelées "tours mobiles" (figure04). La partie de la machine comprise entre deux tours mobiles s'appelle travée, chaque tour est dotée d'un moteur électrique dont la mise en marche provoque la rotation des roues. Celles-ci tournent perpendiculairement à la rampe et l'ensemble décrit un cercle.



**Figure 04: Pivot au moment d'irrigation
Station ERIAD**

La conduite d'eau : est constituée de plusieurs éléments de tuyaux assemblés par des joints serrés par vis et écrous. Elle est articulée au droit des tours mobiles et support les organes d'arrosages. Elle doit présenter rigidité et une résistances à la corrosion. son diamètre est choisi de façon à permettre l'alimentation en eau des organes d'arrosages à la pression nécessaire. (**ROLLAND, 1981**)

III-1-3. Principe de fonctionnement :

La programmation de fonctionnement du système d'irrigation par pivot est également déterminée avec précision sur la base de la conception de l'appareil un ajustement fin des vitesses de rotation ainsi que des arrêts et des démarrages du moteur à partir de l'armoire de commande de pivot, permet un apport précis de la quantité d'eau apportée à la culture (**BEKKAIR et DRENI MI MAHAMAT 1995**).

III-2. Aperçu sur la céréaliculture sous pivot à Ouargla:

III-2-1. Historique de l'introduction du pivot en Ouargla :

Dans wilaya de Ouargla, le pivot a été introduit en 1986 par la coopérative des céréales et des légumes secs au niveau de AIN ZEGAR qui se localise à 20km au sud-est du chef lieu, représente une superficie de 50 ha avec un seul pivot. Une année après, un projet à été réalisé par la société américaine Western Agri Management International (W.A.M.I) pour la réalisation des deux fermes pilotes à Gassi Touil et Fejet El-Baguel dans le cadre du grand projet de mise en valeur agricole des régions sahariennes couvrant une superficie de 2080 hectares et qui sont à vocation agricole. (**DAOUD et HALITIM 1994**).

III-2-2. Situation de la céréaliculture sous pivot a Ouargla :

L'évolution des superficies, productions et rendements de la céréaliculture entre 1987 et 2004 se présente comme suit (tableau 02)

Tableau 02 : Situation des céréales sous pivot dans la wilaya de Ouargla

Compagne	Superficie totale (ha)	Superficies emblavées (ha)	Production Qx	Rendement Qx/ha
1987/1988	2167	956	38232	40,6
1988/1989	2187	917	26378	31
1989/1990	2464	2174	80810	39
1990/1991	2678	2298	77540	36,1
1991/1992	2959	2129	39705	19,1
1992/1993	3240	2432	51916	22,8
1993/1994	3740	2750	58396	23,5
1994/1995	4224	2574	53020	23,4
1995/1996	4432	2427	38210	18
1996/1997	4500	1630	34610	24,8
1997/1998	4473	2354	47500	23,6
1998/1999	4388	1700	39800	32
1999/2000	4400	2218	51500	31,2
2000/2001	4388	1608	41600	30,9
2001/2002	4388	1125	19100	28,8
2002/2003	3500	1702	40092	32,6
2003/2004	3500	590	15420	29

Source: DSA Ouargla 2005

Depuis le lancement de la céréaliculture sous centre pivot dans cette wilaya jusqu'à nos jours nous remarquons de grandes variations des niveaux de rendements qui en général demeurent faibles pour une culture de céréales en intensif. Le niveau des emblavures reste faible par rapport à la superficie totale ; il peut indiquer un désintéressement des agriculteurs à cette céréaliculture sous centre pivot.

Selon **ATTALAH (2000)** La réduction des rendements peut être a priori expliquée par:

- * L'insuffisance de la maîtrise de la technologie du pivot.
- * Le régime d'irrigation inadéquat.
- * Le non respect des itinéraires techniques.
- * La mauvaise qualité d'eau d'irrigation.
- * La mauvaise qualité des semences et des engrais, les mauvaises herbes etc.

Cela prouve que la céréaliculture sous pivot commence à avoir suffisamment des difficultés pour son épanouissement et cela constitue un grand danger si aucun train de mesures n'est pas mis en marche pour irradier les obstacles sachant que l'intérêt que porte l'état dans ce secteur et aussi l'effort de l'ampleur des investissements déjà consentis dans ce domaine.

Chapitre I: Présentation de la région d'étude:

I-1. Situation géographique:

Ouargla, chef lieu de la Wilaya, est située au sud-est algérien, elle est localisée au fond d'une large cuvette de la basse vallée de l'Oued M'ya . La Wilaya est limitée au nord par la Wilaya de Djelfa et El-Oued, au sud par Tamanrasset et Illizi, à l'ouest par Ghardaïa est à l'est par la frontière Tunisienne et El-Oued.

Les coordonnées géographiques de la ville sont les suivantes:

- Latitude 31° 57' Nord.
- Altitude 164 m.
- Longitude 5° 194 est.

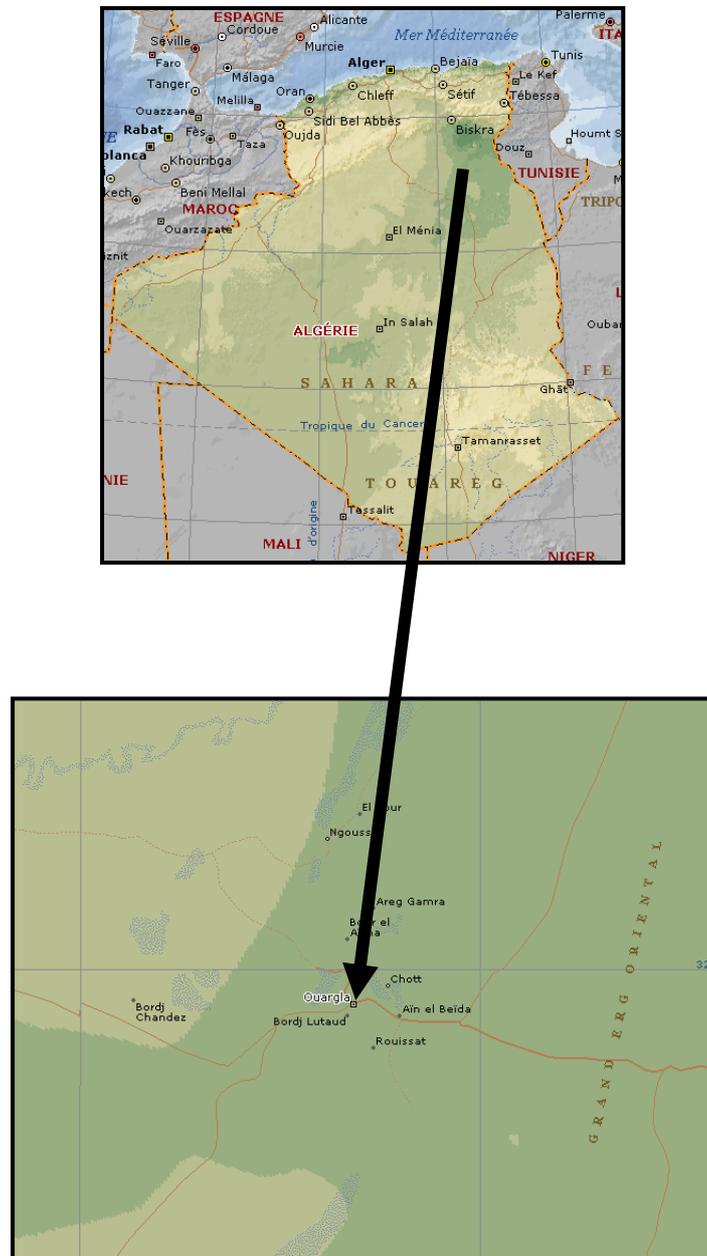


Figure 05: Position géographique de Ouargla (ENCARTA, 2004)

I-2. Données climatiques:

Le climat qui caractérise la région de Ouargla est un climat saharien contrasté caractérisé par de fortes températures, un déficit hydrique, une humidité de l'air très faible, des vents forts et fréquents et une période sèche durant presque toute l'année ; ils sont synthétisés dans le tableau 03.

Tableau 03 : Données climatiques de la région de Ouargla (1992-2003)

Mois	T°C	Précipitations (mm)	Humidité (%)	Evaporation (mm)	Vitesse Vent (m/s)	Insolation (H)
J.	11,43	17,35	60,8	112,98	2,8	180,83
F.	13,49	1,3	54,44	142,41	2,97	203,07
M.	17,5	5,26	43,1	180,23	3,91	235,37
A.	21,74	3,51	36,56	228,33	4,6	271,8
M.	26,93	2,76	38,27	257	4,78	278,2
J.	32,39	0,87	38,36	340,79	4,77	314,2
Jt.	35,11	0,11	29,81	374,33	4,48	316,02
A.	34,59	0,2	32,36	361,98	3,93	298,23
S.	30,5	3,7	42,27	249,6	4,08	211,05
O.	24,13	5,32	46,24	209,2	3,54	212,79
N.	16,5	4,42	57,89	143,69	2,78	184,04
D.	11,53	4,04	60,08	193,39	2,76	166,7
Moyenne Annelle	23	48,84*	45,02	232,83*	3,78	239,36

(*): Cumule.

Source: O.N.M Ouargla, 2004

I-2-1. Température:

Les températures mensuelles relevées sous abri (1992-2003) montrent que le mois le plus froid est janvier avec 11,43°C et le mois le plus chaud est juillet avec 35,11°C. Le nombre de mois dont la température dépasse les 30 °C est de 4 à 5 mois suivant les années. La présence de gelées peut être observée durant les mois de janvier et février.

I-2-2. Précipitations:

Les pluies sont rares et irrégulières suivant les saisons et les années, le mois de janvier est le plus humide ; les données pluviométriques pour cette décennie montrent que la moyenne annuelle est de l'ordre de 48,84 mm. (O.N.M Ouargla, 2004)

I-2-3. Humidité relative de l'air:

Dans le Sahara, la moyenne des humidités est rarement supérieure à 65% et peut descendre en dessous de 30%. Les variations journalières sont importantes et peuvent parfois atteindre une valeur proche de 100 %. Nous remarquons un maximum pendant l'hiver au mois de janvier avec 60,8% et un taux minimal au mois de juillet avec 29,81% (O.N.M Ouargla, 2004).

I-2-4. Evaporation:

La région d'Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante. Son intensité étant fortement renforcée par les vents, notamment par ceux qui sont chauds (TOUTAIN, 1979). Le maximum d'évaporation est de l'ordre de 374,33 mm pour le mois de juillet et le minimum au mois de janvier soit 112,28 mm (O.N.M Ouargla, 2004).

I-2-5. Vents:

Les vents sont fréquents et soufflent durant toute l'année à des vitesses comprises entre 2,76 et 4,78 m/s (O.N.M Ouargla, 2004). D'après ROUVILLOIS – BRICOL (1975), les vents les plus violents soufflent à une vitesse supérieure à 20 m/s selon une direction nord-est et sud-ouest provoquant l'ensablement de certaines palmeraies. Les tempêtes de sable peuvent ainsi souffler jusqu'à 50 jours/an avec une force variable pendant les mois de Février, mars et Avril.

I-2-6. Insolation:

La région d'Ouargla est caractérisée par une forte insolation, le minimum est enregistré au mois de Décembre avec 166,7 heures et le maximum de 316,02 heures au mois de Juillet (O.N.M Ouargla, 2004).

I-2-7. Donnée climatique de la campagne 2003-2004:

Durant tout le cycle végétatif de la culture de blé, la température a varié entre 11,43°C et 35,11°C soit respectivement des températures de début et de fin de cycle de culture. Une pluie assez conséquente au mois de mars et des évaporations importantes en fin de cycle ce qui, conjugué à la température, peut poser des problèmes d'échaudage (tableau 04).

Tableau 04 / Données climatiques de la campagne (2003-2004)

Mois	Température			Précipitation (mm)	Humidité %	Vent (m/s)	Evapo. (mm)
	Max.	Min.	Moy.				
NOV.	22,9	10,2	16,55	0,2	53	12	141,3
DEC.	17,1	5,3	11,2	0,2	56	17	116,1
JANV.	19	6	12,5	6,5	56	15	100
FEV.	22,3	8,6	15,45	0	48	33	161
MARS	26,2	12,4	19,3	21,7	43	20	250
AVR.	28,9	15,6	22,25	5,4	39	20	283
MAI.	21,7	17,7	19,7	0	37	18	380

Source: O.N.M Ouargla, 2004

I-2-8. Classification de climat:

D'après la figure n° 06 nous remarquons que dans la région de Ouargla la période sèche s'étale sur toute l'Année. Il se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q2) est de 4,15 (**BEN BRAHIM, 2001**).

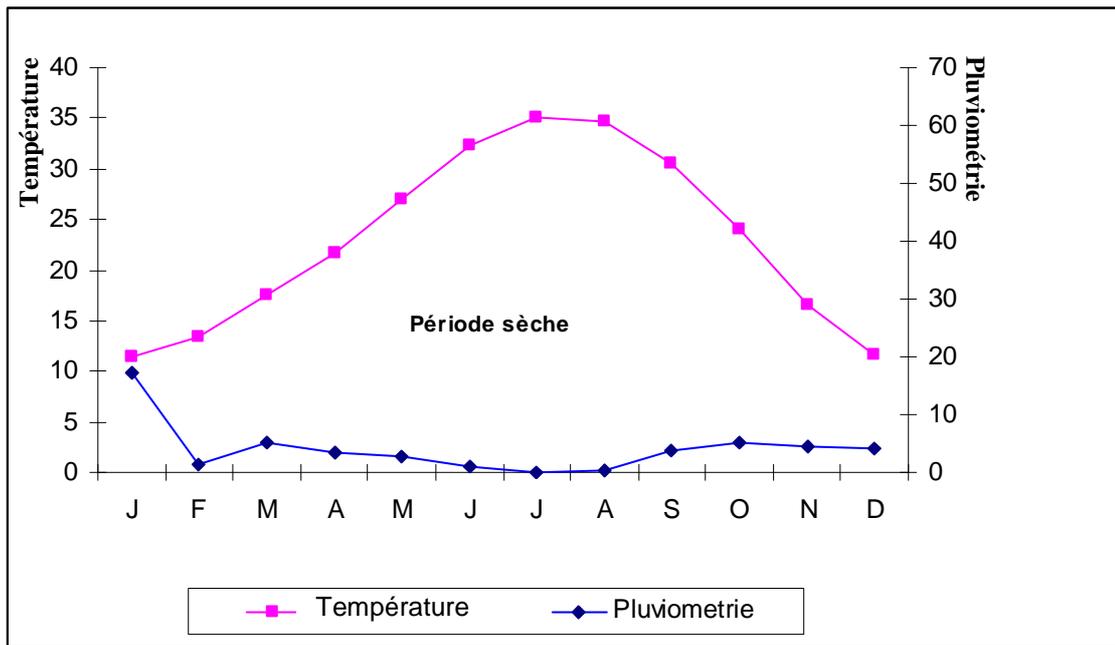


Figure n°06: Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de OUARGLA (1992-2003)

I-3. Les données hydrogéologiques:

Les eaux souterraines représentent le principal patrimoine hydrique de la région de Ouargla. Elles sont constituées de 4 nappes différentes. Selon **A.N.R.H (1998)**, ces nappes différentes totalisent un volume de 8.000.000 km³. La profondeur des différentes nappes variées entre 1 m et 1800 m ce qui nécessite d'immenses investissements pour leur exploitation.

I-3-1. La nappe phréatique

Avec une profondeur varie entre 1 et 8 mètres selon les zones et les saisons, parfois elle affleure. Elle s'écoule du sud vers le nord selon la pente de la vallée de l'Oued M'ya ; cette nappe est la principale source pour la palmeraie Bours (non irriguée) mais elle n'est pas exploitée car ses eaux présentent une forte salinité (**ROUVILLOIS – BRIGOL 1975**).

I-3-2. La nappe du Mio-pliocène:

Elle appartient à l'aquifère du complexe terminal, elle s'écoule du sud au sud-Ouest vers le Nord, Nord-Est en direction du chott MELGHIG. La température de ses eaux est de l'ordre de 23 à 25 °C avec une salinité variant de 1,89 à 4,60 g/l pour une profondeur de 60 à 200 m ; son exploitation est très ancienne et elle est la plus exploitée à Ouargla (**ROUVILLOIS – BRIGOL 1975**).

I-3-3. Nappe sénonien:

Elle fait partie de l'aquifère précédent, l'exploitation de cette nappe est négligeable due à la faiblesse du rendement des puits; ses eaux en surface atteignent une température d'environ 30°C., (**ROUVILLOIS – BRIGOL 1975**).

I-3-4. Nappe Albienne:

Cette nappe est contenue dans les argiles sableuses et les grès du continental intercalaire. Elle est située entre 1120 et 1380 m de profondeur avec un écoulement général du sud vers le Nord, les eaux de l'albienne sont beaucoup plus chaudes avec une température de l'ordre de 56 °C et une faible teneur en sels variant entre 1,7 à 2 g/l.

I-4. Les données édaphiques:

Les sols de Ouargla sont légers à prédominance sableux et à structure particulière caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcaline ainsi qu'une faible micro porosité avec une bonne aération. La plupart des sols sont salins à cause de la remonté capillaire des eaux de la nappe phréatique (**BEN AMOR 1991**).

Chapitre II: Protocole expérimental:

II-1. Présentation de la station d'étude :

La ferme ERIAD Agro Sud à été créée en 1991 à Ouargla dans le périmètre de la commune de HASSI BEN ABDALLAH, elle se situe à environ 25 km du siège de la Wilaya. Elle couvre une superficie totale de 1500 hectares dont seulement une superficie exploitée estimée à 488 hectares.

Spécialisé dans la production céréalière, elle compte 16 centre-pivots parmi lesquels on trouve 12 pivots de 30 hectares et 4 de 32.

Notre essai à été conduit au niveau du pivot 6 lequel est composé de 6 travées alimentées par une pression de 3 bars avec une eau légèrement salée de la nappe mio - pliocène soit 4 g de sel/l. Il est à noter que l'itinéraire technique de l'exploitation a été suivi sans aucun changement.

Les problèmes rencontrés durant la campagne précédente sont surtout d'ordre climatique (les températures élevées en fin du cycle et les vents violents) et de pollution biologique due à la forte présence de mauvaises herbes dont le brome, le Phalaris, le ray-gras, la moutarde des champs et certaines dicotylédones.

Les rendements obtenus lors de la précédente campagne agricole (2002-2003) sont de l'ordre de 35-47Qx/ha pour le blé dur et 30 pour le blé tendre.

II-2. Matériel d'étude :

II-2-1. Critère du matériel végétal:

La variété utilisée est un blé dur *Triticum durum* ; La variété *Simeto*, originaire de la Sicile (Italie), a été introduite par M^f Meklich testée dans la région d'El-Menea (wilaya de Ghardaia).

Elle est choisie pour ces potentialités, son adaptation et se distingue par les caractéristiques suivantes:

a/- Caractères physiologiques et agronomiques: C'est une variété alternative, peu sensible à la verse et au froid et se distingue par une hauteur de $85,2 \pm 0,2$ cm.

b/- comportement à l'égard des maladies: Elle est modérément sensible à l'oïdium, la Rouille brune, le septoriose et la volpatura ; peu sensible à la Rouille jaune et sensible à la virosi.

c/- caractères Technologiques: Elle est modérément résistante au mitadinage et modérément sensible à la moucheture. Le poids moyen de 1000 grains est de $52,3 \pm 0,6$ grammes. Les cendres de l'ordre de $1,97 \pm 0,03$, l'indice de Gluten de 76 ± 3 , l'indice de Jaune $20,0 \pm 0,3$ et une teneur en protéines (%) de l'ordre de $17,2 \pm 0,2$ (Source: CRPV Italie, 2003-2004)

II-2-2. Le sol:

Les résultats analytiques présentés dans le tableau 04, montrent que le sol est caractérisé par une texture sableuse, un pH basique et un taux de matière organique très faible.

La C.E.C varie entre 6,35 et 7,88 méq/100 g de sol sec avec un rapport Na/T supérieur à 15 % de la C.E.C pour les 3 horizons. La salinité du sol est faible car la C.E varie de 0,09 à 1,22 ds / m.

Face à un pH alcalin, le risque d'immobilisation de phosphore existe. Ce sol est insuffisamment pourvu en éléments nutritifs (N.P.K) et les apports d'engrais sont indispensables (**D.A.T, 2001**).

II-2-3. L'eau d'irrigation:

L'eau d'irrigation est pompée à partir de la nappe du mio-pliocène qui se trouve à une profondeur de 130m. D'après la classification de RIVERSIDE, l'eau d'irrigation appartient à la classe C₄S₃ (tableau 05)

Tableau 04* : Caractéristiques physico-chimiques du sol (Source: D.A.T, 2001):

Caractéristiques	Profondeur (cm)		
	0-20	20-40	40-60
Granulométrie			
Argile %	6,43	7,46	7,64
Limon %	6,37	5,82	6,24
Sable %	87,2	86,72	86,12
PH	8,58	8,57	8,38
C.E (ds/m)	0,99	1,02	1,22
Bases échangeables (C mol ⁺ /Kg)			
Ca ⁺²	3,55	3,376	4,730
Mg ⁺²	1,329	1,319	1,496
K ⁺	0,053	0,137	0,065
Calcaire total %	7,44	6,85	6,85
Matière organique %	0,66	0,65	0,72
Azote total %	0,1	0,06	0,16
Densité apparente	1,56	1,52	1,44
Azote assimilable (ppm)	24,2	16,45	19,85
Phosphore total (ppm)	210,27	121,57	101,96
Phosphore assimilable (ppm)	11,54	3,66	2,66
Potassium assimilable (ppm)	11,62	39,46	30,67
C.E.C (C mol /Kg)	6,356	6,866	7,887
Na+/T (%)	22,28	24,05	20,24

Selon **DURAND (1983)**, il s'agit d'une eau qui peut provoquer l'apparition d'une alcalinité dangereuse pour la plupart des sols mais elle peut être utilisée sur des sols très perméables avec un bon drainage, elle doit être appliquée en excès pour assurer un fort lessivage des sels.

Tableau 05 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation:

Paramètres	PH	C.E (d.s/m)	Ca ⁺² (meq/l)	Mg ⁺² (meq/l)	K ⁺ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	SO ₄ ⁻² (meq/l)	SO ₃ ⁻ (meq/l)	SAR
Eau d'irrigation	7,25	3,22	16,36	10,78	0,461	35,32	45,32	0,01	0,68	9,59

II-3. Méthode expérimentale:

II-3-1. Protocole expérimental.

a). objectif de l'essai:

A partir d'un dispositif expérimental sur céréale à échelle réelle, nous allons juger de la bonne répartition de l'eau apportée à la parcelle par le centre pivot, l'efficacité d'application en relation avec le rendement de la culture et son influence sur le mouvement des engrais azotés.

Le protocole expérimental permettra de:

1/- Suivre le comportement de la culture de cette céréale durant tout le cycle végétatif par le biais de différentes mesures bio métriques aux principaux stades phénologiques.

2/- Etudier la disponibilité de l'eau à travers des bilans hydriques sur deux profondeurs:

* Evaluer la performance d'une irrigation par pivot en zone saharienne.

* Déterminer l'uniformité de distribution de l'eau en surface et sa répartition en profondeur.

* L'efficacité d'application en relation avec le rendement de la culture.

3/- Suivre le devenir des engrais azotés dans le système sol – plante.

b). Dispositif expérimental:

Le dispositif expérimental adopté est en blocs, il comprend 06 traitements soit le nombre de travées et 4 répétitions pour chaque traitement ; au total 24 parcelles élémentaires de 1 m² (tableau n°06, figure 06).

Tableau 06 : Dispositif expérimental

Blocs Traitements	Bloc A	Bloc B	Bloc C	Bloc D
T1	A1	B1	C1	D1
T2	A2	B2	C2	D2
T3	A3	B3	C3	D3
T4	A4	B4	C4	D4
T5	A5	B5	C5	D5
T6	A6	B6	C6	D6

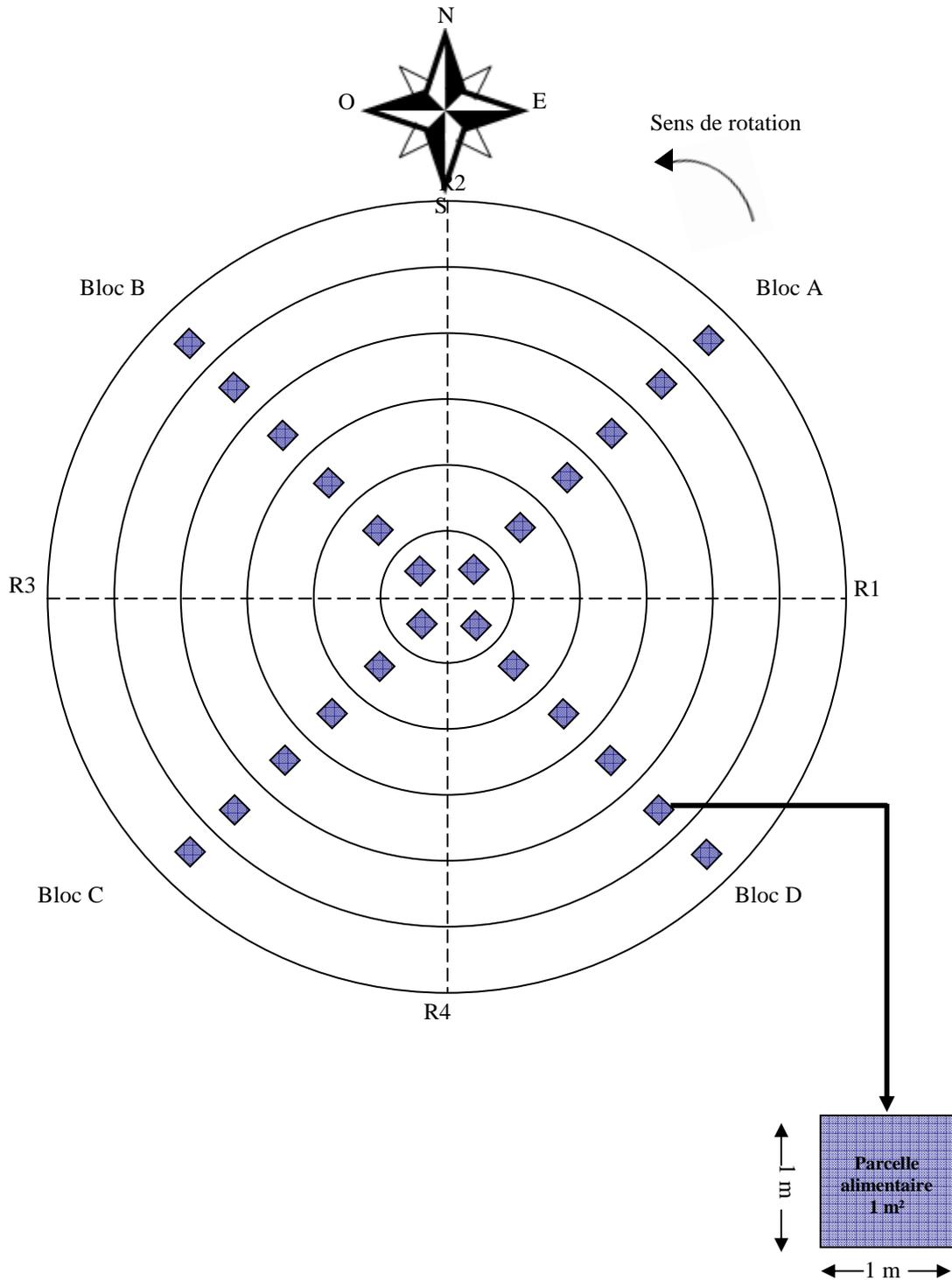


Figure n°6*. Dispositif expérimental

Légende:

* R1, R2, R3, R4: lignes radiales de pluviomètres.

c). Précédent cultural:

Notre parcelle expérimentale a eu comme précédent cultural l'avoine.

d). Pré irrigation: la pré irrigation à début le 12/12/2003 et a duré une semaine dans le but d'assurer une bonne compaction du sol qui facilite le travail des équipements lors du semis et pour établir au niveau du sol des conditions hydriques optimales pour une germination rapide et satisfaisante notamment par le lessivage des sels de surface. La quantité d'eau apportée par le pivot est de 444mm.

e). Travail du sol: il a été effectué le 19/12/2003, il a consisté en un passage de cover-croop et un passage de la herse ; le passage du rouleau fut réalisé après l'apport du TSP. Ces travaux permettent de préparer le lit de semence, d'ameublir le sol en profondeur, d'éliminer les repousses du précédent cultural, de faciliter le lessivage des sels et d'incorporer la fumure de fond.

f). Semis: il a été réalisé le 26/12/2003 à l'aide d'un semoir en ligne avec un écartement de 15 cm et une profondeur de 3 cm pour une dose de semis de l'ordre de 2,2 Quintaux par hectare.

g). Fertilisation: L'épandage de 4 Qx/ha du TSP 46% a été effectué à l'aide d'un épandeur centrifuge en 2 fractions: la première le 25/12/2003 à raison de 2 Qx/ha et la deuxième fraction au stade 3 feuille à raison de 2 Qx/ha.

Dix jours après la levée des plantes, la fertilisation azotée a commencé via le système d'irrigation (ferti – irrigation).

La culture de blé dur a reçu des engrais foliaires en 2 fractions représentées comme suit (tableau 07):

Tableau 07 : Calendrier d'apport des engrais foliaires:

Date	Quantité d'engrais
05/02/2004	2,5 Kg Phasamco+2,5 L / ha Agriphose
21/02/2004	2,5 Kg Phasamco+2,5 L / ha Agriphose

La fertilisation azotée a été apportée sous forme d'UAN et d'urée (46%) à raison de 240 unités/ha par le biais de la ferti-irrigation et l'épandage d'engrais. Ces quantités d'azote par stade sont portées dans le tableau (08):



Figure n°7 : Travail du sol a plat

Tableau 08 : Quantité d'azote (U/ha) par stade de culture

Stades	Périodes	Quantité d'azotes (U/ha)
Semi – levée	26/12/2003 – 5/01/2004	00
Levée – Tallage	05/01/2004 – 20/02/2004	28
Tallage – Montaison	20/02/2004 – 10/03/2004	82
Montaison – Épiaison	10/03/2004 – 14/04/2004	72
Épiaison – Maturation	14/04/2004 – 5/05/2004	54
Semi – Maturation	26/12/2003 – 5/05/2004	236

h). Irrigation : l'apport de l'eau sur la totalité de la surface a été fait selon le programme établi par la ferme selon le (tableau n° 08*) et le calendrier qui suit (Tableau N°09)

Tableau 08* : Quantité d'eau (mm) par stade de culture

Stades	Périodes	Quantité d'eau (mm)
Semi – levée	26/12/2003 – 5/01/2004	56
Levée – Tallage	05/01/2004 – 20/02/2004	70
Tallage – Montaison	20/02/2004 – 10/03/2004	105
Montaison – Épiaison	10/03/2004 – 14/04/2004	312
Épiaison – Maturation	14/04/2004 – 5/05/2004	210
Semi – Maturation	26/12/2003 – 5/05/2004	753

- Avec une vitesse du pivot de 70 % et une dose de 7 mm du stade levée au stade remplissage du grain.

- Et une vitesse du pivot de 50% et une dose de 10 mm du stade remplissage à la maturité.

Au cours du cycle végétatif de la culture, il y a eu des arrêts d'irrigation dus à des pannes techniques du système pivot en plus des coupures d'électricité et des arrêts dus à la manifestation de vents de sable violents.

i). Désherbage: la lutte contre les mauvaises herbes a nécessité l'application de trois herbicides sélectifs en deux temps soit :

Tableau 9* : Calendrier du désherbage:

Date	Herbicides	Quantité
18-19/02/2004 (1 ^{er} application)	Apyros	15 g/ha.
	Genamain	15 g/ha.
	Caliophop	1,5 l/ha.
04/03/2004 (2 ^{eme} application)	Apyros	15 g/ ha.
	Genamain	15 g/ha
	Caliophop	1,5 l/ha.

L'inspection du champ d'essai nous a permis de signaler une forte présence des mauvaises herbes au niveau du pivot malgré la lutte chimique utilisée par la station, nous avons rencontré principalement les espèces suivantes (tableau 10)

Tableau 10 : Inventaire des mauvaises herbes rencontrées

Famille	Espèces	Groupe	Photos
<i>Fabaceae</i>	<i>Melilotus infesta</i>	Dicotylédones	



<i>Poaceae</i>	<i>Avena Sativa</i>	Monocotylédones	
	<i>Bromus sp</i>	Monocotylédones	
	<i>Setaria Verticillata</i>	Monocotylédones	
	<i>Hordeum murinum</i>	Monocotylédones	Pas de photo
	<i>Laluim multiforum</i>	Monocotylédones	Pas de photo
<i>Polygonaceae</i>	<i>Enesc spinosa</i>	Monocotylédones	Pas de photo
<i>Chénopodiaceae</i>	<i>Chenopoduim murale</i>	Monocotylédones	Pas de photo
<i>Malvaceae</i>	<i>Malva sp</i>	Monocotylédones	Pas de photo

Il faut signaler aussi une attaque de la culture par les criquets, les oiseaux, les fourmis et les rats durant le cycle végétatif de la plante.

j) la récolte : l'arrêt de l'irrigation a eu lieu le 09/05/2004 pour une récolte réalisée le 24/05/2005 soit 15 jours après à l'aide d'une moissonneuse-batteuse.

II-3-2. Méthodes et dates de prélèvements:

a). Le sol : les échantillons du sol sont prélevés par une tarière classique sur deux profondeurs soit 0-20 cm et 20-40 cm (figure 08). Les prélèvements sont réalisés au

cours du cycle végétatif et aux principaux stades phénologiques du blé pour le dosage de l'azote assimilable et la mesure de l'humidité. Les échantillons ont été stockés dans une chambre froide avant d'être analysés.



Figure 08 : Prélèvement des échantillons du sol.

b) **le végétal** : Pour chaque parcelle élémentaire, nous avons procédé au prélèvement des échantillons de plantes, le prélèvement est réalisé aux principaux stades phénologiques du blé soit au tallage, gonflement, floraison et maturité pour le dosage de l'azote total.

II-3-3. Méthodes d'analyse:

Nous présentons dans ce volet le principe de chaque analyse physico-chimique réalisée.

II-3-3-1. Analyse au niveau du sol:

a). Analyse granulométrique: elle a pour but la détermination de la texture du sol.

b). Mesure du pH: elle s'effectue à l'aide d'un pH mètre à électrodes et réalisée sur une suspension du sol dans l'eau distillée selon un rapport de 1/5.

c). Mesure de la conductivité électrique: elle a été déterminée par le conductimètre sur une suspension avec un rapport de sol/eau de 1/5 à une température de 25°C.

d). Dosage du calcaire: il est dosé par la méthode volumétrique utilisant le calcimètre de BERNARD.

e). L'Azote Total: la technique adoptée est celle du Kjeldahl. Cette méthode consiste à attaquer le sol avec l'acide sulfurique pour transformer l'azote organique en sulfate d'ammonium.

f). L'Azote assimilable : le dosage de l'azote minéral est obtenu après agitation en présence de KCl (1N), l'azote ammoniacal est obtenu par distillation en présence de MgO, L'azote nitrique est obtenu sur le même culot en présence de l'Alliage de Dewarda.

II-3-3-2. Analyse au niveau de la plante : l'azote de la plante a été déterminé par la méthode de Kjeldah (tableau 11)

Le suivi pendant la campagne agricole 2003/2004 du protocole expérimental sur le développement d'une culture de blé dur dans les conditions agro-écologiques sahariennes et selon les pratiques culturales propres à l'exploitation agricole a donné lieu aux résultats qui sont ordonnés et analysés au niveau des différents chapitres qui suivent.

Les analyses physico-chimiques indiquent que la texture du sol est sableuse renfermant un taux de matière organique très faible et un pH basique pour une conductivité électrique faible.

I. Comportement de la culture:

I-1. Croissance et développement du blé:

La ramification progressive de la plante (tallage, ramification de l'épi) consécutive aux processus de développement se traduit morphologiquement par un nombre d'épis par plante, un nombre de grains par épillet et le poids d'un grain (MEY NARD, 1985). L'analyse des composantes du rendement des céréales est aujourd'hui un outil pour porter un diagnostic sur le système de cultures en vue de leur amélioration (MEY NARD *et al*, 1994).

I-1-1. Qualité des semences:

L'étude de la qualité de notre semence nous a permis de déterminer la faculté germinative et le poids de 1000 grains de la variété (tableau 12). La variété objet de cette étude présente une excellente faculté germinative de 96 à 97 % car au vu des normes internationales, celle-ci doit être égale ou supérieure à 85%.

Le poids de mille grains varie entre 61 et 62 g.

Tableau 12. Qualité de la semence

Répétitions	1	2	3	4	moyenne
Faculté germinative (%)	96	96	96	97	96,25
Poids de 1000 grains (g)	61,19	61,94	61,95	61,27	61,51

I-1-2 Analyse de la 1^{er} variable : nombre de plantes au m²

Le comptage systématique des plantes du blé a été effectué 23 jours après le semis au niveau des parcelles élémentaires déterminées préalablement par le protocole expérimental, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 13 et la figure 09.

Tableau 13 : Nombre de plantes/m²

Blocs	A	B	C	D	Moyenne
Traitements					
T1	261	209	262	240	243
T2	288	320	200	303	277,75
T3	352	283	302	320	314,25
T4	289	265	270	393	304,25
T5	332	228	219	390	292,25
T6	335	207	254	372	292
Moyenne	309,5	252	251,16	336,33	287,24

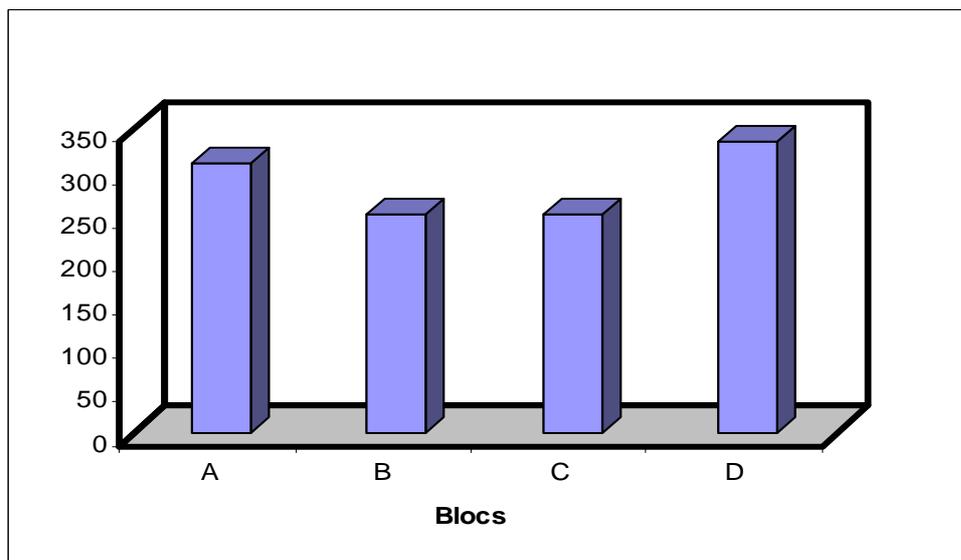


Figure 09 : Nombre de plantes/m²



Figure09



Figure10



Figure11

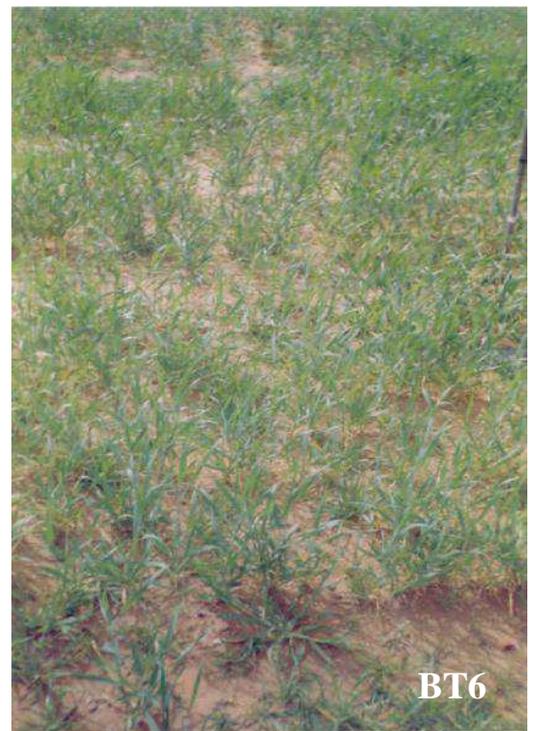


Figure12

Figures 09, 10,11 et 12 : La différence de densité du blé entre les différents traitements et différents blocs.

Les résultats obtenus indiquent des différences à deux niveaux : différences de densité inter - travées et entre blocs ; cette dernière est plus importante dans les couronnes intérieures T3 et T4 comparé avec les couronnes centrales T1 et 2 et les couronnes intérieures T5 et T6. Les blocs B et C ont donné une densité moindre par rapport aux autres blocs A et D.

Ces différences sont dues essentiellement à :

- le retard de semis qui a exposé les plantules de blé au début de leur cycle à des conditions climatiques très dures.
- la profondeur irrégulière du semis du fait d'un lit de semence motteux engendrant un enfouissement irrégulier de la semence.
- les conditions d'alimentation hydrique déficiente due à des perturbations et des pannes techniques du pivot.

L'analyse de variance des résultats obtenue montre une différence hautement significative pour l'effet Bloc de l'effet densité moyenne des deux valeurs extrêmes de l'ordre de 300 ± 93 , un écart très important qui renseigne sur la grande hétérogénéité du peuplement au niveau de la parcelle d'étude.

Cette hétérogénéité s'explique par les pertes des plantes à la levée dans les différents traitements dues aux facteurs cités ci-dessus. Selon **BUCKMAN (1990)**, la densité de la culture est fonction du nombre de grains semés et de la survie des plantes.

I-1-3 Analyse de la 2^{ème} Variable : nombre de talles par pied

Lors de ce stade végétatif très important dans l'expression des potentialités des variétés cultivées, nous avons par le biais du comptage déterminé le nombre de talles par pied et par conséquent le coefficient de tallage, les résultats sont consignés dans le tableau 14 et la figure 13.

Tableau 14 : Coefficient de tallage

Blocs Traitements	A		B		C		D		Moyenne de coefficient de Talles
	nombre de pieds / m ²	nombre de Talles/ pieds	nombre de pieds / m ²	nombre de Talles/ pieds	nombre de pieds / m ²	Nombre de Talles/ pieds	nombre de pieds / m ²	nombr e de Talles/ pieds	
T1	261	4,36	209	4,76	262	3,66	240	4,1	4,22
T2	288	3	320	4,33	200	3,3	303	3,93	3,64
T3	352	3,3	283	5,3	302	2,73	320	4,53	3,94
T4	289	3,7	265	3,16	270	3,16	393	3,76	3,47
T5	332	3,36	228	3,6	219	3,4	390	3,23	3,39
T6	335	3,93	207	3,56	254	3,56	372	3,83	3,72
Moyenne	309,5	3,6	252	4,1	251,16	3,3	336,33	3,89	3,73

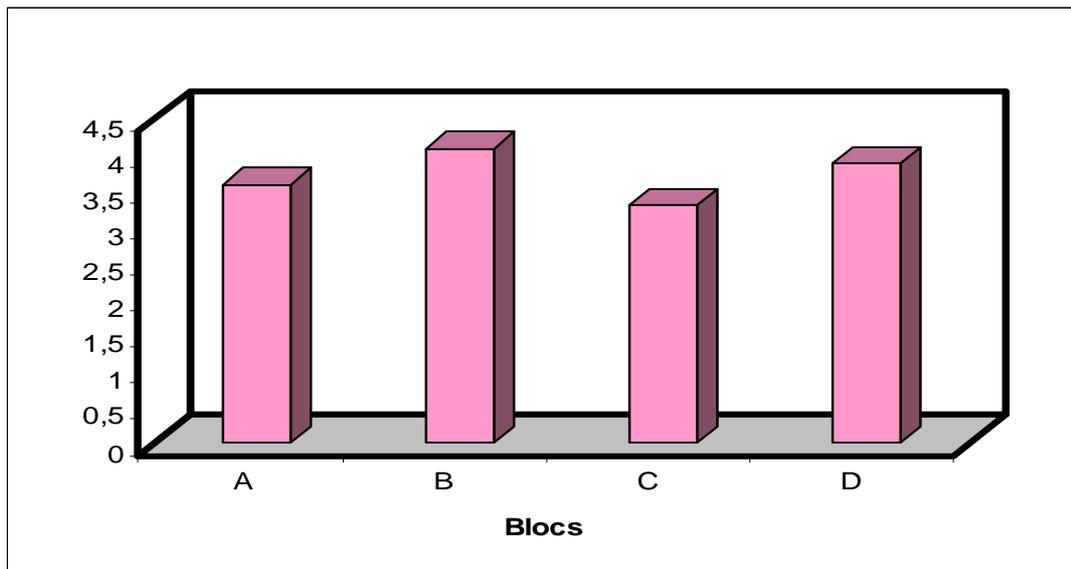


Figure 13 : Coefficient de tallage

Les résultats obtenues indiquent un coefficient de tallage variant entre 3.3 et 4.1, les différences sont palpables entre les blocs et aussi entre les travées. Le nombre moyen de talles / pied est de l'ordre de 3,73 ; acceptable au vu des conditions de culture.

L'analyse de la variance révèle une différence non significative pour l'effet traitements que pour l'effet blocs.

La distribution de ces coefficients dans les sens axial et rotatif du pivot n'est pas influencée par les densités de peuplement de la variable précédente, logiquement oui. La faible densité de peuplement du pivot milite essentiellement en faveur de cette distribution.

Selon **HERNE et al, (1989) in (DJIDI, 1995)** l'importance du tallage est en fonction de la variété, de la fertilité du sol, de la densité de semis et de sa profondeur.

-



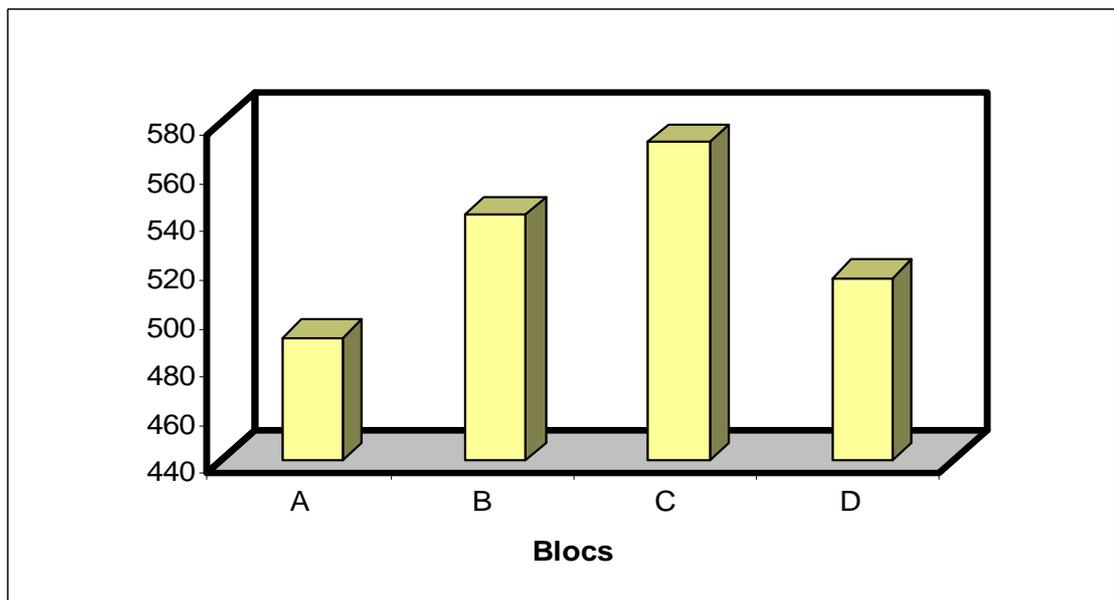
Figure 14 : Plante en plein tallage.

I-1-4 Analyse de la 3^{ème} variable : Taux d'épiaison

Le nombre d'épi/m² est une composante essentielle dans la formation du rendement final puisqu'il détermine le nombre de grain/m². Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 15 et la figure 15.

Tableau 15 : Nombre d'épis/m²

Blocs Traitements	A		B		C		D		Moyenne de taux d'épiaison
	nombre de d'épi / m ²	Taux d'épiaison	nombre de d'épi / m ²	taux d'épiaison	nombre de d'épi / m ²	Taux d'épiaison	nombre de d'épi / m ²	taux d'épiaison	
T1	660	2,53	858	4,10	770	2,04	738	3,07	2,94
T2	522	1,80	780	2,43	693	2,46	708	2,34	2,51
T3	492	1,40	936	3,31	574	1,90	540	1,69	2,08
T4	570	1,97	360	1,36	665	2,46	339	0,86	1,66
T5	388	1,02	108	0,47	408	1,86	400	1,03	1,10
T6	314	0,94	207	1,00	321	1,26	370	0,99	1,05
Moyenne	491	1,59	541,5	2,15	571,83	2,77	515,83	1,53	2,01

Figure 15 : Nombre d'épis/m²

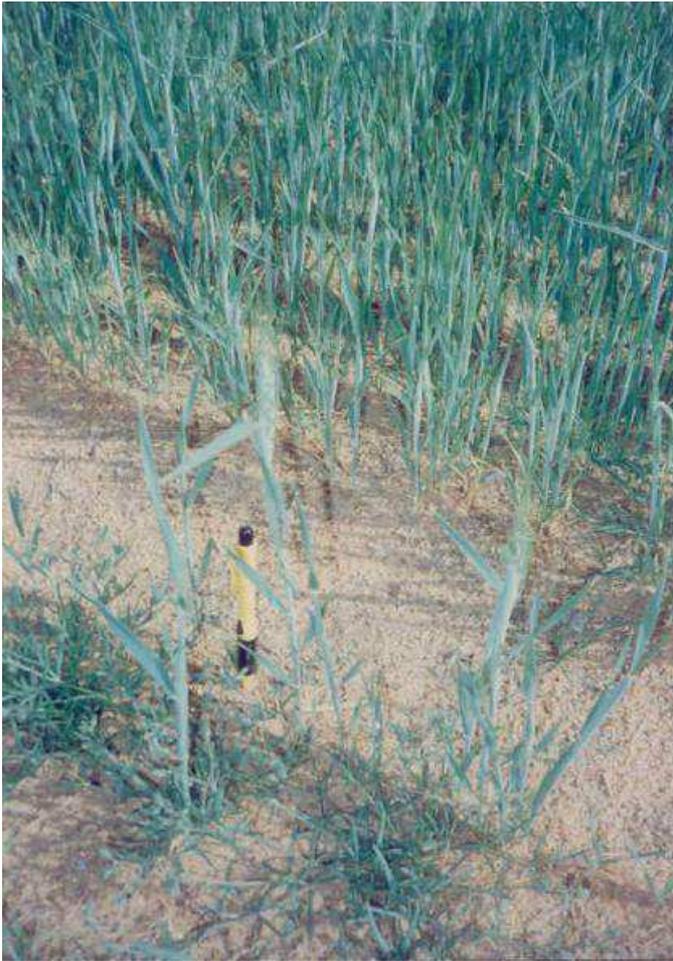


Figure 16 : Développement de la plante au stade épisaison

Les résultats relatifs à la variable nombre total d'épis/m² indiquent des différences entre blocs confirmant ainsi l'hétérogénéité constatée auparavant ; nous passons d'un minimum de 491 (bloc A) à environ 572 (bloc C).

Le taux d'épiaison suit cette distribution hétérogène puisqu'il varie pour les mêmes blocs de 1.59 comme minimum à 2.77 comme maximum ; pour tout le pivot, il se situe à environ 2. De ce fait et à ce stade végétatif, une plantule a généré deux talles épis et qu'environ 2/5 des talles produites ont dégénéré

L'effet travée est très apparent puisque le taux d'épiaison diminue à fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre du pivot ; l'analyse de variance confirme cette tendance avec une différence hautement significative. Le test Newman-Kauls fait ressortir 3 groupes homogènes au seuil de 5% soit A (T1, T2, T3), B (T5 et T6) et AB (T4) ; le coefficient de variance est de 27,2%.

I-1-5 Analyse de la 4^{ème} Variable: Nombre de grains /épi:

Le nombre de grains par épi est une caractéristique variétale très influencée par le nombre d'épis /m² (**COUVREUR, 1981**), il agit directement sur le nombre de grain par m² : ce dernier étant fortement liée au rendement grain. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 16 et la figure 17.

Tableau 16 : Nombre de grains /épi

Blocs Traitements	A	B	C	D	Moyenne de grains/épi
	Nombre de grains/épi	Nombre de grains/épi	Nombre de grains/épi	Nombre de grains/épi	
T1	35	40	34	32	35,25
T2	33	24	35	30	30,5
T3	31	33	31	27	30,5
T4	26	36	35	25	30,5
T5	34	34	32	24	31
T6	35	38	37	19	32,25
Moyenne	32	34	34	26	31,5

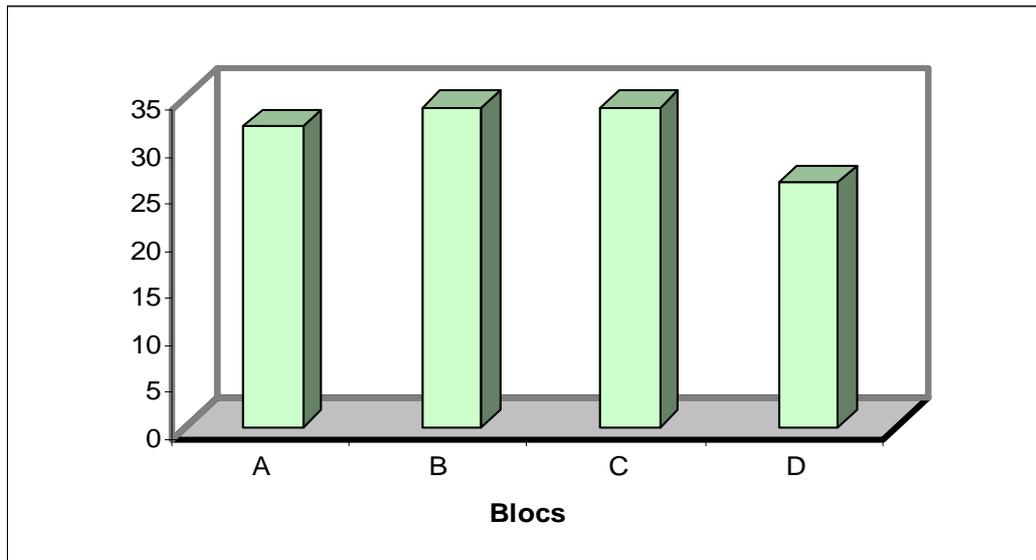


Figure 17 : Nombre de grains /épi

Les résultats indiquent un nombre moyen de 31 grains par épi et l'étude statistique ne montre aucun effet de signification dans le sens travée ou bloc ; le coefficient de variance est de 13,5%. Généralement le nombre de grains par épi est plus élevé pour les fortes densités mais ce n'est pas le cas ; le niveau de peuplement de l'essai assez faible pourrait avoir biaisé cette évidence. **AUBKEY, (1986)** note que le nombre de grains augmente pour les faibles coefficients d'épiaison mais aussi en fonction de l'azote absorbé.

I-1-6 Analyse de la 5^{ème} Variable : Poids de 1000 grains

Le poids de 1000 grains est la dernière composante du rendement à se matérialiser, c'est aussi la dernière variable à influencer significativement le rendement ; cette variable est aussi une caractéristique variétale. Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 17 et les figures 18, 19 et 20.



Figure 18 : La différence de PMG du blé entre les différents blocs.

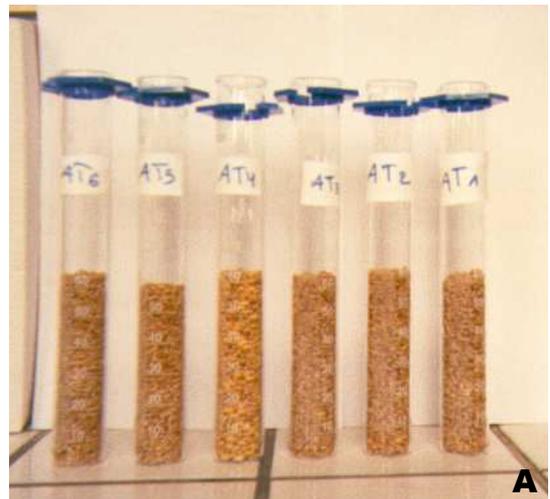


Figure 19 : La différence de PMG du blé entre les différents traitements.

Tableau 17. Poids de 1000 grains

Blocs	A	B	C	D	Moyenne
Traitements	Poids de 1000 grains				
T1	48,11	50,46	52,31	47,87	49,81
T2	49,79	50,12	51,03	54,59	51,38
T3	54,42	50,69	47,86	53,49	51,61
T4	51,42	46,95	51,05	49,86	49,82
T5	47,76	49,68	48,64	48,73	48,7
T6	52,06	50,92	52,02	48,57	50,89
Moyenne	50,59	49,88	50,48	50,51	50,36

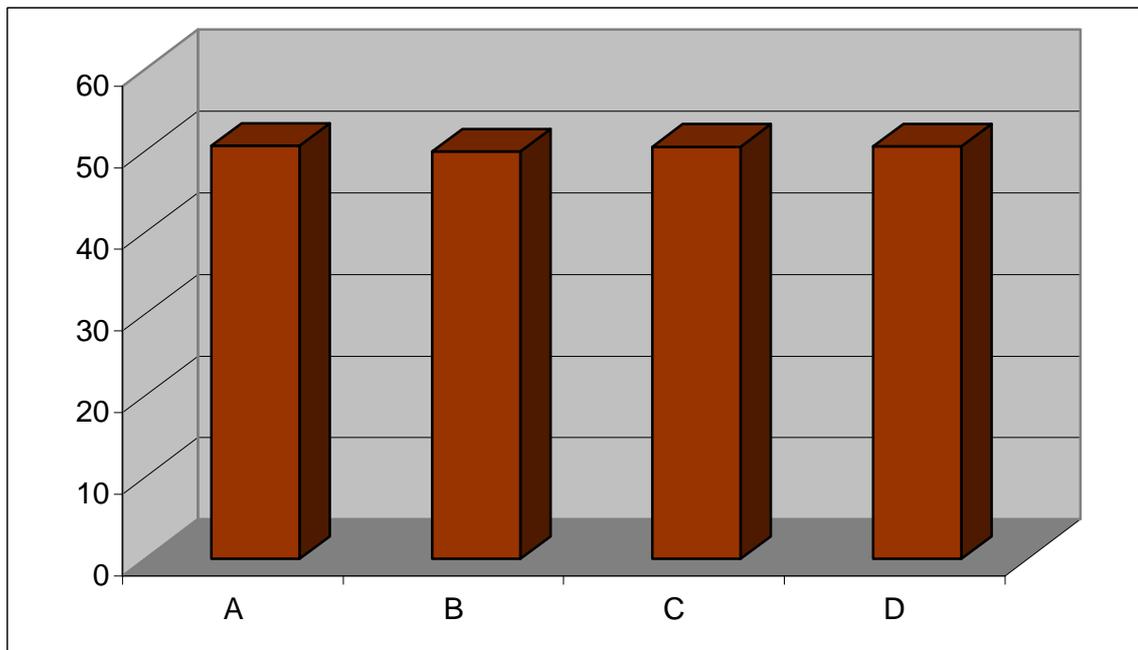


Figure 20 : Poids de 1000 grains

En moyenne, nous avons enregistré un poids moyen de 1000 grains à hauteur de 50,3 grammes. Nous notons aussi l'absence de l'effet travée et bloc puisque l'analyse statistique montre un effet non significatif avec un coefficient de variance est de 4,5 %.

Selon SOLTNER (1990), le poids de 1000 grains varie avec la durée de la phase floraison-maturité. C'est la quantité d'eau prélevée pendant cette phase qui détermine ce poids, il est aussi fonction des conditions de nutrition minérale (LOUE, 1984) et (BATTEN, 1992).

Cependant les conditions climatiques influent également sur ce paramètre (**GRIGNAC, 1981; MEYNARD, 1987** et **GATE, 1996**).

En comparant ces résultats avec le poids de la semence utilisée, l'on note une diminution d'environ 1/6 due certainement aux conditions culturales (fertilisation et irrigation essentiellement).

I-1-7 Estimation du rendement théorique (biologique):

Le rendement théorique est le produit des trois paramètres: nombre d'épis/m², nombre de grains/épi et poids et de 1000 grains. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 18 et figure 21.

Tableau 18 : Rendement théorique

Blocs Traitements	A	B	C	D	Moyenne
T1	111,13	174,89	139,94	113,04	134,75
T2	85,16	93,82	123,77	115,94	104,67
T3	83,00	156,57	85,16	77,98	100,68
T4	76,35	60,84	118,81	42,25	74,56
T5	63,00	18,24	63,5	46,78	41,30
T6	57,21	40,25	61,78	34,14	48,34
Moyenne	79,13	90,77	94,33	71,69	84,02

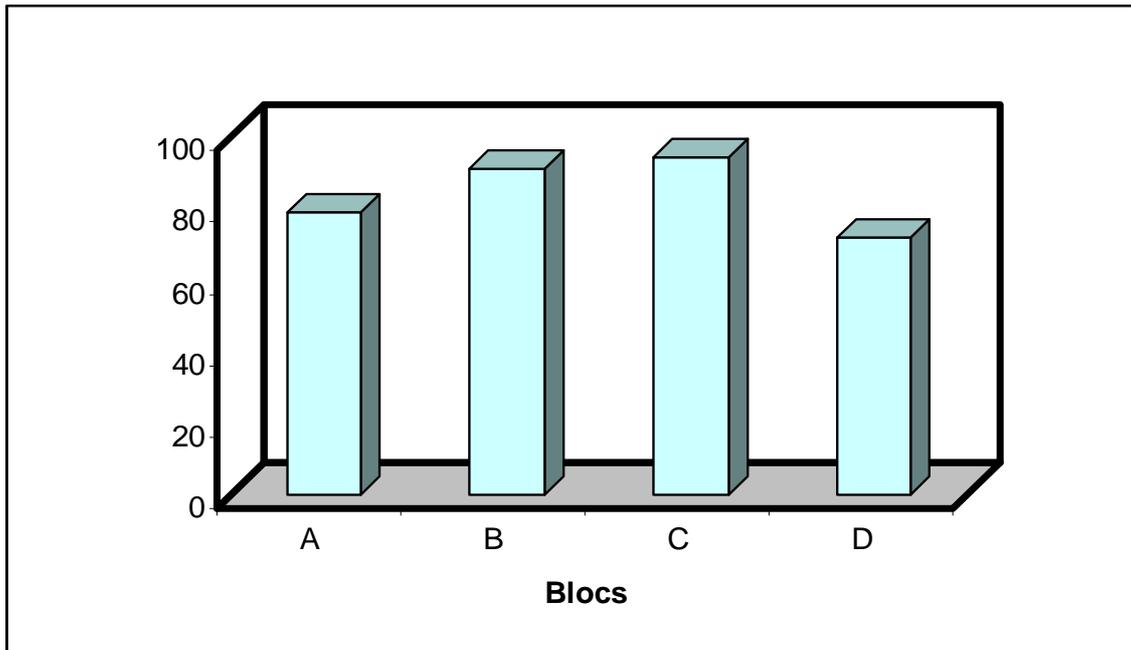


Figure 21 : Rendement théorique

Les résultats consignés dans le tableau 18 et la figure 21 montrent que le rendement théorique varie entre 71,69 et 94,33 Qx/ha dans le sens bloc mais la différence est plus importante dans le sens travée puisqu'il passe de 48,34 à 134,75 soit une moyenne de l'ordre de 84,02 Qx/ha.

L'analyse de variance révèle une différence hautement significative pour l'effet travée (le rendement théorique diminue de la travée centrale vers la travée extérieure du pivot) et une différence non significative entre les blocs. Le test New Man-keuls fait ressortir 4 groupes homogènes: A (T1), AB (T2,T3), BC (T4) et C (T6 et T5) ; le coefficient de variance est de 31,7 %.

Le rendement est le résultat de phase successive de croissance et de développement, comprenant la mise en place d'organes et le processus de leur accroissement en taille directement liée à l'énergie interceptée et à la disponibilité en eau et des éléments minéraux absorbés par le système racinaire.

Ce type de rendement a tendance à surévaluer le rendement réelle.

I-1-8 Analyse du rendement Machine

Le rendement pratique obtenu au cours de cette campagne au niveau du pivot 6 (objet de l'expérimentation) est de l'ordre de 12 qx/ha et un rendement moyen de 7.6 qx/ha pour les dix pivots emblavés soit des niveaux de rendements dérisoires pour une céréale conduite en intensif.

Par rapport au rendement moyen théorique, la différence est très importante et elle est due essentiellement à :

- L'infestation du pivot par les mauvaises herbes face à une absence de désherbage chimique.
- Le semis tardif conséquent d'un manque de Budget.
- L'apport non soutenu de l'eau à la parcelle dû aux vents forts et les vents de sables saisonniers ainsi que les pannes techniques successives du pivot.
- L'effet bordure où le pivot n'arrive pas irriguer les couronnes extérieures.
- L'invasion des criquets et les dégâts causés par les moineaux, les rats et même les fourmis.

II. Cinétique de l'azote dans le système plante-sol :

L'azote est considéré comme le pivot de toute production végétale et en particulier les cultures céréalières. Cependant du fait de sa grande mobilité dans le sol, il peut participer sous sa forme nitrique à la pollution des nappes et son excès favorise la verse.

Le raisonnement de la fertilisation azotée repose sur la connaissance des fournitures d'azote minérale par le sol (reliquat et minéralisation de la matière organique) durant le cycle végétatif de la culture et le rendement prévisionnel.

La fertilisation azotée doit satisfaire quatre objectifs principaux à savoir la productivité, la qualité du produit, le respect l'environnement et surtout la rentabilité avec des économies à la clé.

II-1. Cinétique et efficience d'exportation d'azote:

Dans le but de connaître la cinétique de prélèvement de l'azote par la plante, l'efficience de l'engrais azoté apporté et les risques d'entraînement des nitrates en profondeur ; des échantillons de plante ainsi que de sol sur deux profondeurs ont été réalisés aux principaux stades végétatifs de la culture de blé.

II-1-1. Production de la matière sèche :

Les résultats obtenus relatifs à la production de biomasse végétale aux différents stades végétatifs sont consignés dans le tableau 19 qui suit:

Tableau 19 : Evolution de la production de la matière sèche

Stades Blocs	Production de matière sèche (Kg/ha)				
	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation	Moyenne
A	290,66	842,33	1710,95	1520,13	1091,01
B	206,06	662,67	1832,63	1650,98	1088,08
C	183,73	679,86	1744,18	1539,44	1036,80
D	335,2	811,49	1975,96	1724,94	1211,89
Moyenne	253,91	749,08	1815,93	1608,87	1106,94

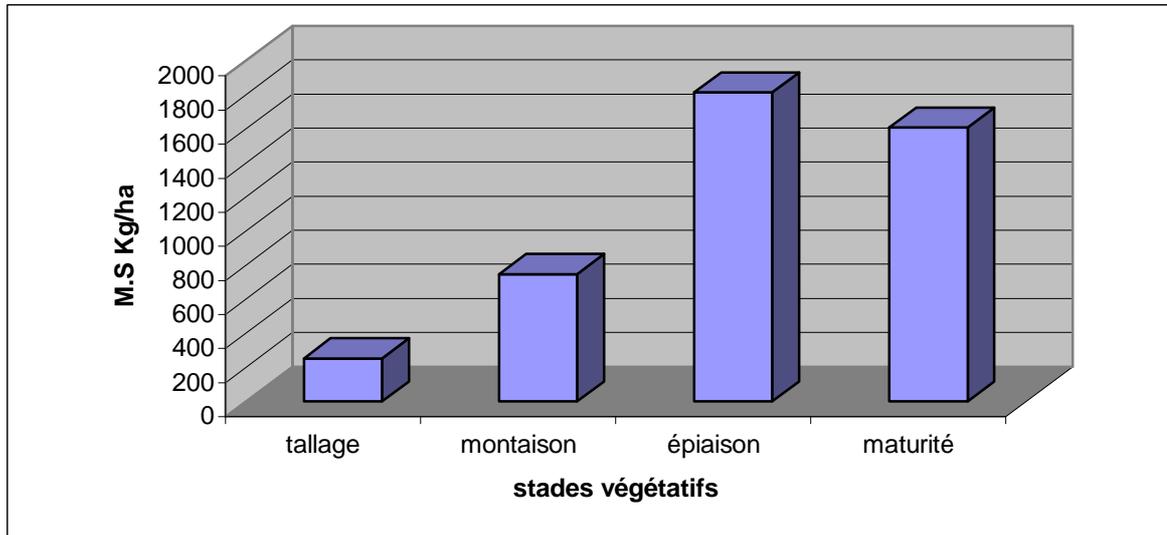


Figure 22 : Evolution de la production de la matière sèche

Le développement de la matière sèche suit une logique biologique à savoir une augmentation du poids de matière sèche du tallage à l'épiaison puis une diminution vers maturation du fait que pendant cet intervalle de temps ce n'est plus la croissance végétative mais essentiellement une phase de transfert (remplissage du grain). La plus part des auteurs s'accordent à situer la fin de la croissance du blé à la floraison.

L'évolution de la production de la matière sèche est un paramètre lié à la physiologie de la plante, au niveau de la fertilisation azotée, elle peut être influencée aussi par l'alimentation hydrique (pluviométrie et irrigation) et les conditions climatiques (Température....etc.)

L'analyse statistique appliquée aux deux facteurs (F1 fertilisation (traitement) et F2: Blocs) montre un effet non significatif des deux facteurs. Le coefficient de variance relatif aux stades tallage, montaison, épiaison et maturation est respectivement de 31,2 ; 24,8 ; 23,1 et 17,9 %.

II-1-2 Appréciation de la fertilisation azotée de la culture

L'évolution des teneurs en azote de la plante entière aux principaux stades de développement de la culture permet d'apprécier la nutrition azotée des plantes. Les principaux résultats sont consignés dans le tableau 20

Tableau 20 : Teneur en Azote (%) dans la plante aux principaux stades végétatifs

Stades Blocs	Pourcentage d'azote total			
	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
A	0,06	0,06	0,07	0,14
B	0,07	0,07	0,06	0,13
C	0,08	0,06	0,05	0,13
D	0,07	0,06	0,04	0,10
Moyenne	0,07	0,07	0,06	0,13

Les résultats consignés dans le tableau 20 indiquent sur le plan qualitatif des concentrations approximativement similaires pour les trois premiers stades et environ le double à la maturité ; le prélèvement a été plus significatif au delà du stade épiaison. L'analyse de variance indique un essai non significatif des deux facteurs (F1 fertilisation et F2: Blocs) ; le coefficient de variance aux stades tallage, montaison, épiaison et maturation est respectivement de 20,6 ; 16,6 ; 30,5 et 32,5 % .

II-1-3. Cinétique d'exportation de l'azote dans la plante :

Les résultats relatifs au prélèvement quantitatif de l'azote aux principaux stades végétatifs sont consignés dans le tableau 21 et la figure 23.

Tableau 21 : Exportation de l'azote par la plante.

Stades Blocs	Exportation de l'azote / plante (Kg/ha)			
	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
A	17,40	50,53	119,76	212,81
B	14,42	46,38	109,95	214,62
C	14,69	40,79	87,2	200,12
D	23,46	48,68	79,03	172,49
Moyenne	17,53	46,59	98,98	200,01

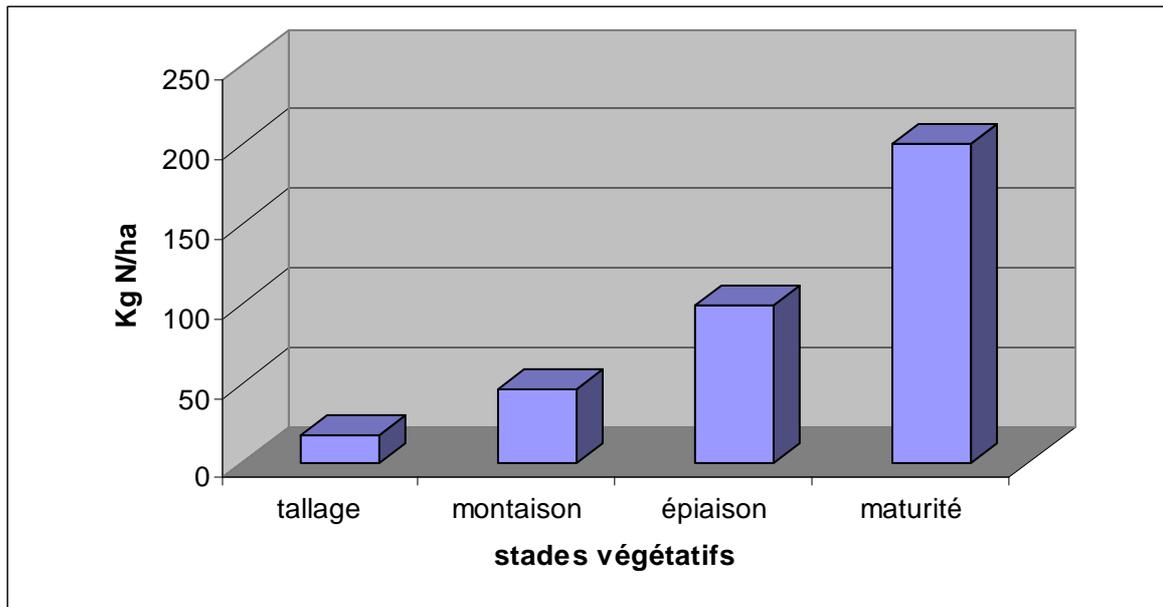


Figure 23 : Exportation de l'azote par la plante.

En fonction des ces résultats, nous notons un prélèvement cinétique de l'azote conforme aux données bibliographiques ; à partir de l'épiaison, les besoins en azote de la plante deviennent très importants et c'est aussi durant cette phase que l'activité de la croissance devient très intense et que se détermine le nombre d'épis, le nombre de grain par épi et le poids maximum du grain. A ce moment, le blé peut absorber jusqu'à 03 kg/ha/jour ce qui est confirmé par les concentrations qui passent de 0,07 à 0,13 % dans la plante. Le prélèvement de l'azote du sol par la plante est lié significativement avec la biomasse végétale produite (F.GASTAL et al, 1997).

L'analyse de variance indique un essai non significatif du facteur F1 (fertigation) et le facteur blocs, le coefficient de variance pour le tallage, la montaison, l'épiaison et maturation sont respectivement de 32,4 ; 26,2 ; 32,1 et 42,8%.

Le prélèvement d'environ 200 kg de N/ha indique théoriquement une bonne efficacité de l'engrais utilisé. - A la récolte, plus de $\frac{2}{3}$ de l'azote total de la culture se retrouve dans les grains, les feuilles et les tiges commencent à perdre l'azote à l'épiaison et cela se poursuivait jusqu'au stade début maturité où la grande partie de l'azote absorbé s'accumule dans le grain.

Le stade végétatif joue un rôle important quelque soit la fertilisation puisque la jeune plante n'absorbe qu'une faible quantité par rapport aux stades montaison et épiaison qui coïncide avec un développement végétatif important ce qui se traduit par une absorption conséquente. Ce phénomène s'amenuise après dès le début du stade maturation puisque c'est une phase de ralentissement du développement et de la croissance, c'est une phase de transfert des éléments nutritifs des organes végétatifs aux organes de réserves.

II-2. Evolution de la teneur du sol en Azote assimilable dans le sol:

Dans le but d'apprécier la disponibilité de l'azote minéral pour la culture et de juger parallèlement du risque d'entraînement des nitrates vers les horizons profonds ; des prélèvements à deux profondeurs ont été effectués aux principaux stades végétatifs de la plante. Les résultats sont présentés dans le tableau 22 et la figure 24.

Tableau 22 : Evolution de la teneur en Azote assimilable (ppm) dans le sol

Traitements	Horizons (cm)	N. Minéral en ppm				
		N assimilable initiale	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
T1	0-20	0,3	0,35	0,378	0,406	0,364
	20-40		0,413	0,422	0,434	0,364
T2	0-20		0,357	0,483	0,609	0,49
	20-40		0,427	0,448	0,469	0,378
T3	0-20		0,469	0,49	0,498	0,476
	20-40		0,413	0,492	0,49	0,434
T4	0-20		0,441	0,49	0,539	0,378
	20-40		0,434	0,455	0,476	0,413
T5	0-20		0,455	0,49	0,525	0,413
	20-40		0,399	0,373	0,35	0,336
T6	0-20		0,364	0,42	0,476	0,392
	20-40		0,420	0,406	0,406	0,378
Teneur moyenne horizon 0-20			0,406	0,459	0,509	0,419
Teneur moyenne horizon 20-40			0,418	0,365	0,438	0,384

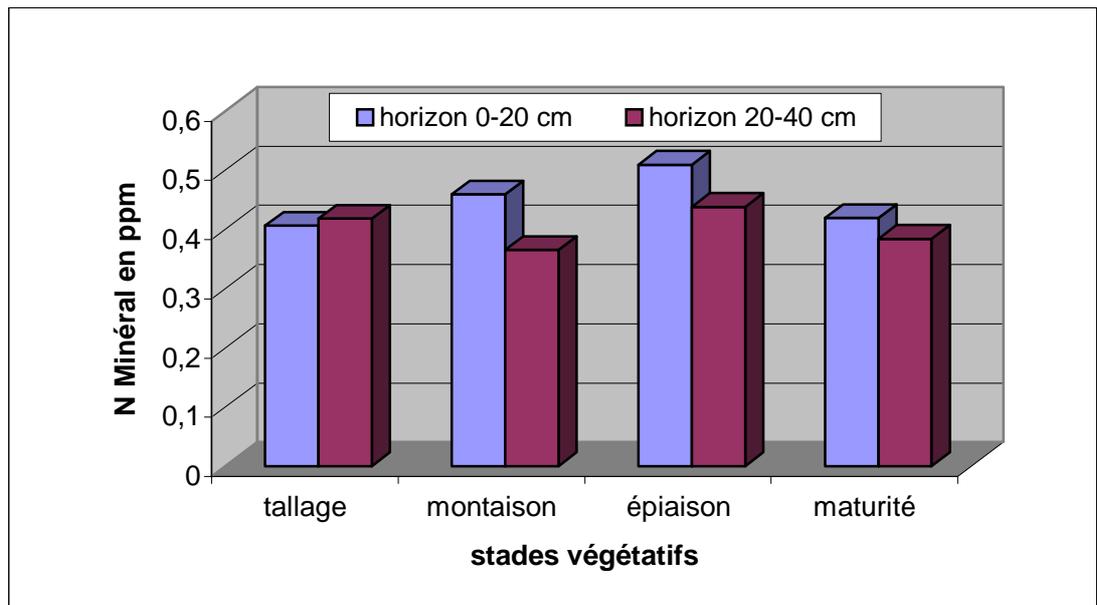


Figure 24 : Distribution de l'azote minéral dans les deux horizons du sol

En générale, l'analyse de variance montre des différences hautement significatives de concentration d'azote assimilable dans les deux profondeurs et aux différents stades végétatifs du blé, le coefficient de variation est de 8,9 %.

Ces résultats indiquent essentiellement l'homogénéité de la distribution de l'azote assimilable puisque les concentrations dans les deux horizons considérés se maintiennent tout au long de la présence de la culture ; ceci atteste d'un apport d'engrais conséquent en fonction des besoins de la plante mais reste à savoir si les quantités d'engrais apportées constituent l'optimum.

La distribution de l'azote minéral dans le profil montre un caractère non lixiviant des nitrates et ce aux différents stades végétatifs du blé à l'exception du stade tallage où l'on remarque un très léger enrichissement de l'horizon adjacent ; cette situation peut être la conséquence d'un faible stock d'azote minéral ou une pluie artificielle non drainante.

II-3. Efficience de l'irrigation:

Le sol étant un sol sableux, les humidités caractéristiques sont faibles et proches ce qui confirme la faible quantité d'eau que peut stocker le sol ; il n'y a pas une différence significative entre les deux horizons ce qui milite en faveur d'une profondeur homogène sur le plan physique (tableau 23)

Le déficit hydrique agit particulièrement sur les trois principales composantes du rendement : le nombre d'épis, le nombre de grains par épi et le poids de 1000 grains (M.ZAIR, 1991), une des questions principales à laquelle l'agronome se trouve confronté et de savoir dans quelle mesure il est possible d'atténuer les contraintes pluviométriques par une meilleure adaptation des techniques culturales (P. JOUVE, 1984).

Pour pouvoir apprécier l'efficience de l'apport d'eau à la parcelle et indirectement la fiabilité de l'irrigation par centre pivot, il nous a paru utile de mesurer l'humidité du sol avant et après l'irrigation et aux principaux stades végétatifs de l'orge.

Tableau 23 : Humidité à la capacité au champ et au point de flétrissement du sol.

Horizon	Humidité a la capacité au champ (%)	Humidité au point de flétrissement (%)
0-20cm	6,95	5
20-40cm	6,81	4,85



Figure 25 : Irrigation au stade Tallage



**Figure 26 : Le blé au moment d'irrigation
au stade épiaison**



**Figure 27 : Le blé au stade
Maturation. Une heure après
irrigation**

II-3-1. Profil Hydrique au stade Tallage:

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 24 et la figure 28 ; L'analyse de variance montre des différences non significatives alors que le test de NEWMAN fait sortir deux groupes homogènes soit A (P2) et B (P1) avec un coefficient de variance de 5,9%.

Tableau 24 : Humidité du sol avant et après irrigation au stade tallage

Traitements	Horizons (cm)	Humidité 1 Heure avant l'irrigation (%)	Humidité 1 Heure après l'irrigation (%)
T1	0-20	4,48	7,76
	20-40	5,12	6,80
T2	0-20	4,25	7,68
	20-40	5,45	6,95
T3	0-20	4,72	7,85
	20-40	5,36	6,89
T4	0-20	4,19	7,50
	20-40	5,84	6,99
T5	0-20	4,70	7,85
	20-40	5,20	6,70
T6	0-20	4,59	7,55
	20-40	5,31	6,85
Moyenne	0-20	4,48	7,71
	20-40	5,38	6,86

L'étude du profil hydrique montre des résultats significatifs de la distribution de l'eau en profondeur. A ce stade de développement de la culture les besoins en eau sont moindres par rapport aux autres stades végétatifs du blé, nous en tirons les remarques suites

- une heure après irrigation, nous observons une distribution de l'eau homogène sur tout le profil d'une part et que la masse d'eau apportée occupe entièrement la micro porosité d'autre part

- une heure avant la prochaine irrigation, nous observons une diminution de l'humidité essentiellement de l'horizon de surface , beaucoup moindre pour le deuxième horizon.

- les évolutions du profil hydrique entre deux irrigations montre une disponibilité très satisfaisant de l'eau pour la plante donnant ainsi un sens à la dose d'irrigation et la fréquence ; il faut reconnaître qu'à ce stade, la demande climatique et les besoins en eau de la plante sont faibles.

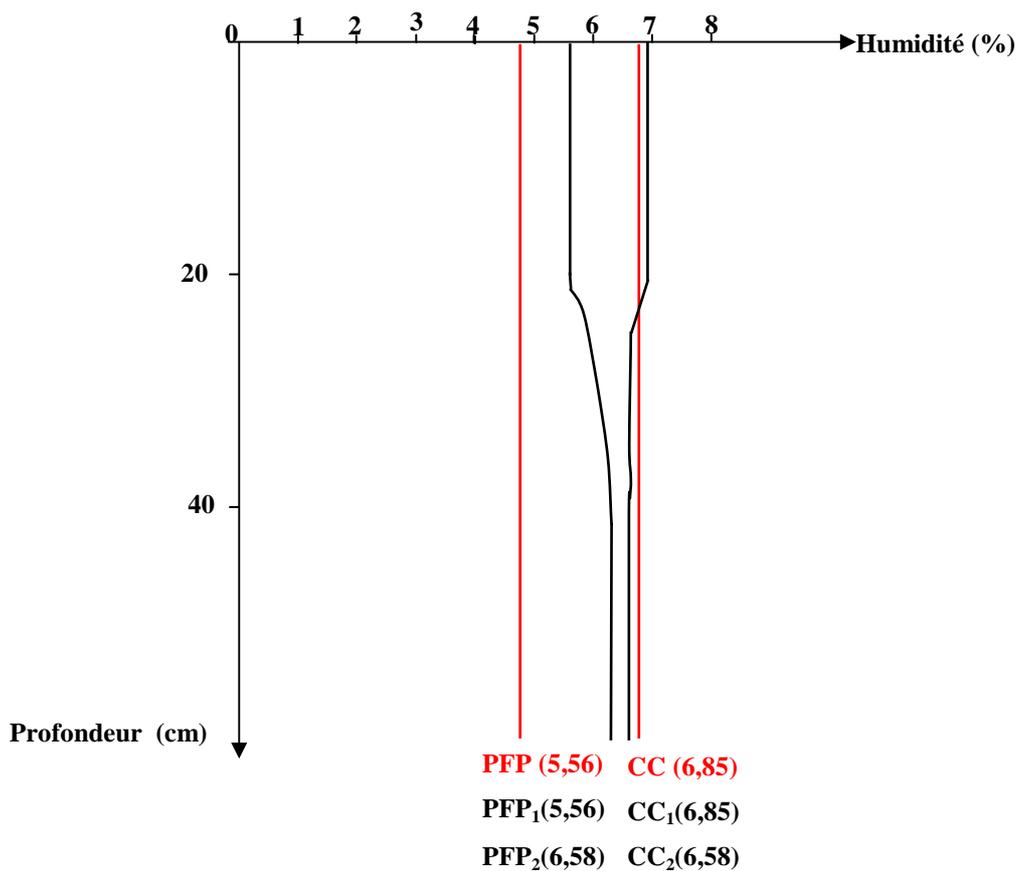


Figure 28 : Profil Hydrique au stade Tallage

II-3-2 Profil Hydrique au stade Montaison:

C'est à ce stade végétatif qu'on souhaite une bonne hydratation du sol puisqu'il y aura l'élongation des tiges et la production de la matière sèche (JOMAID *et al*, 1952), ce qui rend la plante plus exigeante en eau. Les résultats consignés dans le tableau 25 et la figure 29 montrent des effets significatifs.

Tableau 25 : Humidité du sol avant et après irrigation au stade montaison

Traitements	Horizons (cm)	Humidité	
		1 Heure avant l'irrigation (%)	1 Heure après l'irrigation (%)
T1	0-20	4,97	7,33
	20-40	6,43	5,34
T2	0-20	4,27	7,25
	20-40	5,49	6,8
T3	0-20	4,74	7,26
	20-40	5,61	6,73
T4	0-20	4,82	7,16
	20-40	6,03	6,72
T5	0-20	4,70	7,34
	20-40	5,46	6,57
T6	0-20	4,91	7,21
	20-40	5,58	6,71
Moyenne	0-20	4,73	7,25
	20-40	5,76	6,47

L'analyse statistique des résultats des effets significatifs en matière de profondeur et irrigation contrairement au facteur bloc puisque l'erreur est conduite automatiquement d'un bloc à un autre. A ce stade de développement de la culture, les besoins en eau sont très importants ; la distribution de l'eau dans le profil indique :

- un apport d'eau dépassant légèrement la capacité au champ du sol pour le premier horizon et moindre pour le deuxième mais toujours acceptable

- un assèchement très significatif du sol surtout au niveau de l'horizon de surface atteignant facilement le point critique à savoir le point de flétrissement permanent ; sachant la distribution superficielle de la masse racinaire du blé, il est à se demander si un stress hydrique n'a pas eu des conséquences sur le végétal

D'une façon générale, les résultats indiquent un déficit hydrique entre deux irrigations pouvant avoir des conséquences sur le développement normal de la culture.

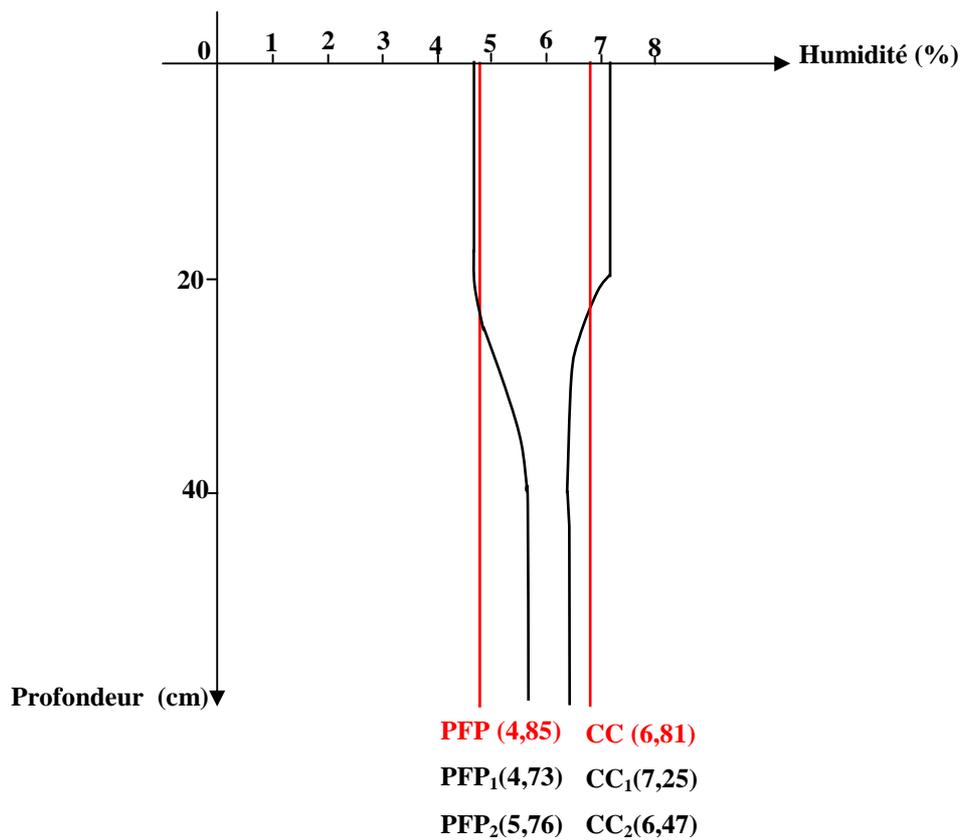


Figure 29 : Profil Hydrique au stade Montaison

II-3-3 Profil Hydrique au stade épisaison:

Le végétal exprime ses besoins en fonction de son stade de développement, tout en relation avec la demande bioclimatique qui est très importante à ce stade de développement.

En effet, c'est à partir de ce stade que le couvert végétal en pleine croissance, présente une demande en eau nécessaire à l'évapotranspiration, inférieure aux quantités d'eau apporté par la pluie.

Tableau 26 : Humidité du sol avant et après irrigation au stade épisaison

Traitements	Horizons (cm)	Humidité	
		1 Heure avant l'irrigation (%)	1 Heure après l'irrigation (%)
T1	0-20	5,98	7,01
	20-40	6,66	6,80
T2	0-20	5,32	6,85
	20-40	6,16	6,65
T3	0-20	5,23	6,70
	20-40	6,55	6,60
T4	0-20	5,93	6,85
	20-40	6,02	6,45
T5	0-20	5,15	6,85
	20-40	6,33	6,45
T6	0-20	5,77	6,89
	20-40	6,48	6,58
Moyenne	0-20	5,56	6,85
	20-40	6,36	6,58

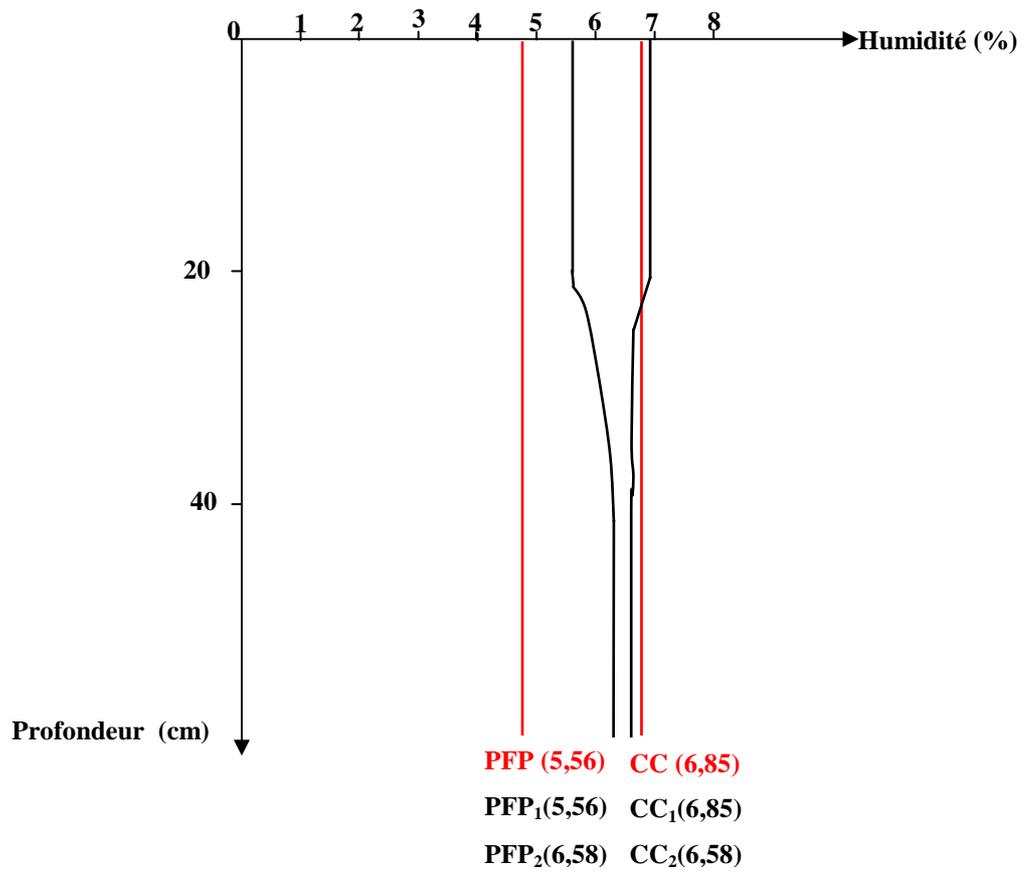


Figure 30 : Profil Hydrique au stade épiaison

D'après les résultats consignés dans le tableau n° 24 et figure n° 16, on peut tirer les conclusions suivantes:

L'analyse de variance avant irrigation montre une différence significative entre les profondeurs.

Le Test de NEWMAN fait ressortir deux groupes homogènes soit: A (P2) et B (P1),

L'analyse de variance montre aussi un effet non significatif de facteur F1 et le facteur Blocs, le coefficient de variance est de 4,6% (annexe n°).

L'analyse de variance après irrigation montre une différence significative pour le facteur F2 (profondeur).

Le Test de NEWMAN fait ressortir deux groupes homogènes soit: A (P1) et B (P2), le coefficient de variance est de 2,0% (annexe n°).

A priori, il y a une bonne répartition de l'eau puisque le pourcentage d'humidité des deux horizons le premier où le deuxième horizon quel que soit leur différence varie entre les 2 humidités caractéristiques.

- Quelque soit l'humidité avant ou après l'irrigation elle est toujours supérieure au niveau du deuxième horizon, cela est dû : aux conditions climatiques d'où la température augmente de jour au jour agit sur les évapotranspirations perpendiculaire en plus l'enracinement superficiel durant les premiers stades végétatifs de la plante.

II-3-4. Profil Hydrique différents stades:

- Les résultats des différents stades végétatifs sont enregistrés dans le tableau n°25 et la figure n°17.

Tableau 27 : Humidité du sol avant et après irrigation aux différents stades végétatifs

Traitements	Horizons (cm)	Humidité	
		1 Heure avant l'irrigation (%)	1 Heure après l'irrigation (%)
Tallage	0-20	4,48	7,71
	20-40	5,38	6,86
Montaison	0-20	4,73	7,25
	20-40	5,76	6,47
Epiaison	0-20	5,56	6,85
	20-40	6,36	6,58
Moyenne	0-20	4,92	7,27
	20-40	5,83	6,63

L'analyse de variance de trois stades montre un effet significatif.

- Le Test de NEWMAN – KEULS fait ressortir 07 groupe homogène A (T, P1, AP), B (M, P1, AP), C (T, P2 et E, P1, AP), CD (E-M, P2-AP), D (E, P2, AV), E (M, P2, E, P1, T, P2, AV), F(M, T, P1, AV).

L'étude du profil hydrique des différents stades végétatifs montre une différence non significative entre les traitements que se soit après ou avant irrigation, montre cela explique la bonne distribution de l'eau puisque les quantités d'humidité s'approchent beaucoup une humidité caractéristique que se soit: l'humidité à la capacité au champ ou point de flétrissement.

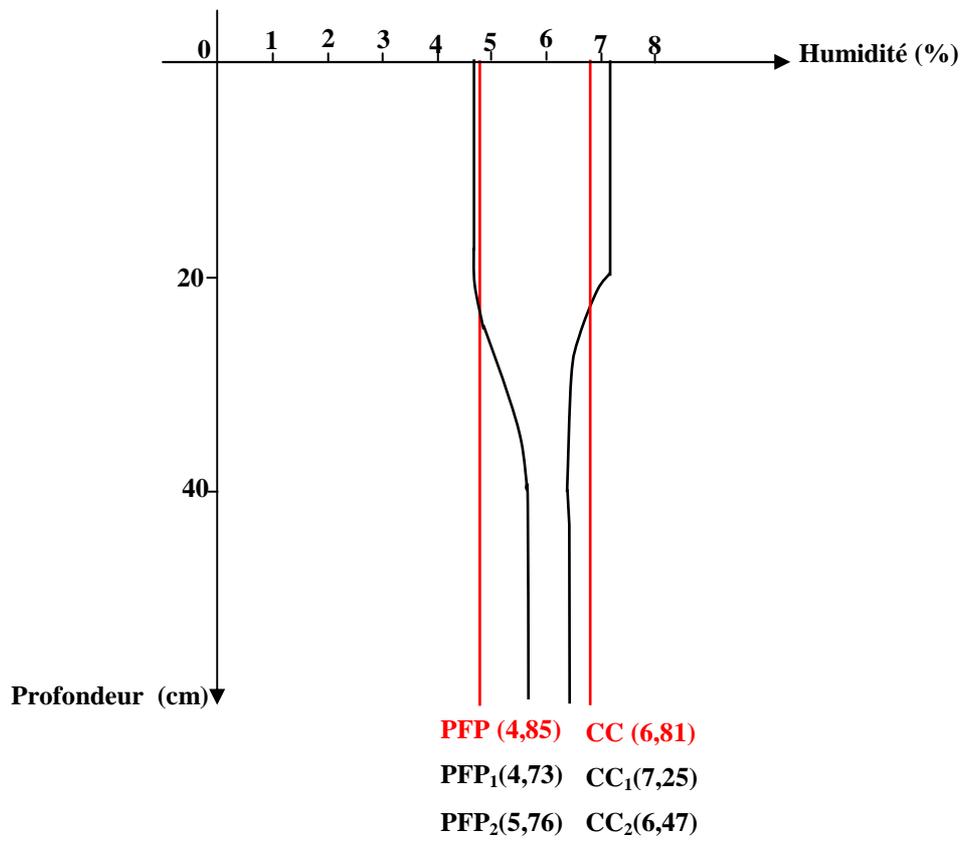


Figure 31 : Profil Hydrique au différent stade

Notant quelque problème qui on agit d'une façon directe ou indirecte sur le rendement de cette année particulièrement.

1- Les pannes techniques du pivot (coupeur de l'électricité, vent de sable,).

2- L'hétérogénéité du sol au niveau du pivot: soit le sol est très perméable ou on enregistre des stagnations et des accumulations très importantes d'eau sur des parcelles d'où les plants subissent des quantités très importantes d'eau sans autant arriver à l'asphyxie car la perméabilité est élevée on se trouve un stock d'eau proche à du point de rétention, ce qui empêche des racines de se développer verticalement au-dessous de la couche supérieure. En plus l'apparition des mauvaises herbes, d'où leur densité est apparente, remarquable et même dominante sur quelques parties du pivot, soit l'infiltration d'eau est difficile et lente à cause de la croûte qui existe soit au niveau du premier ou du deuxième horizon qui en empêche des fois le sol a utilisé cette eau alors la plante subit une quantité très importante d'eau on arrivant à : des asphyxies des plants, si non on se trouve au point de flétrissement temporaire si le stock d'eau n'est pas utilisée au niveau de deuxième horizon l'eau diminue rapidement sur le 20 cm de profondeur car elle est la plus exposée aux conditions climatiques et la plus exploiter.

Le suivi pendant la campagne agricole 2003/2004 du protocole expérimental sur le développement d'une culture de blé dur dans les conditions agro-écologiques sahariennes et selon les pratiques culturales propres à l'exploitation agricole a donné lieu aux résultats qui sont ordonnés et analysés au niveau des différents chapitres qui suivent.

Les analyses physico-chimiques indiquent que la texture du sol est sableuse renfermant un taux de matière organique très faible et un pH basique pour une conductivité électrique faible.

I. Comportement de la culture:

I-1. Croissance et développement du blé:

La ramification progressive de la plante (tallage, ramification de l'épi) consécutive aux processus de développement se traduit morphologiquement par un nombre d'épis par plante, un nombre de grains par épillet et le poids d'un grain (MEY NARD, 1985). L'analyse des composantes du rendement des céréales est aujourd'hui un outil pour porter un diagnostic sur le système de cultures en vue de leur amélioration (MEY NARD *et al*, 1994).

I-1-1. Qualité des semences:

L'étude de la qualité de notre semence nous a permis de déterminer la faculté germinative et le poids de 1000 grains de la variété (tableau 12). La variété objet de cette étude présente une excellente faculté germinative de 96 à 97 % car au vu des normes internationales, celle-ci doit être égale ou supérieure à 85%.

Le poids de mille grains varie entre 61 et 62 g.

Tableau 12. Qualité de la semence

Répétitions	1	2	3	4	moyenne
Faculté germinative (%)	96	96	96	97	96,25
Poids de 1000 grains (g)	61,19	61,94	61,95	61,27	61,51

I-1-2 Analyse de la 1^{er} variable : nombre de plantes au m²

Le comptage systématique des plantes du blé a été effectué 23 jours après le semis au niveau des parcelles élémentaires déterminées préalablement par le protocole expérimental, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 13 et la figure 09.

Tableau 13 : Nombre de plantes/m²

Blocs	A	B	C	D	Moyenne
Traitements					
T1	261	209	262	240	243
T2	288	320	200	303	277,75
T3	352	283	302	320	314,25
T4	289	265	270	393	304,25
T5	332	228	219	390	292,25
T6	335	207	254	372	292
Moyenne	309,5	252	251,16	336,33	287,24

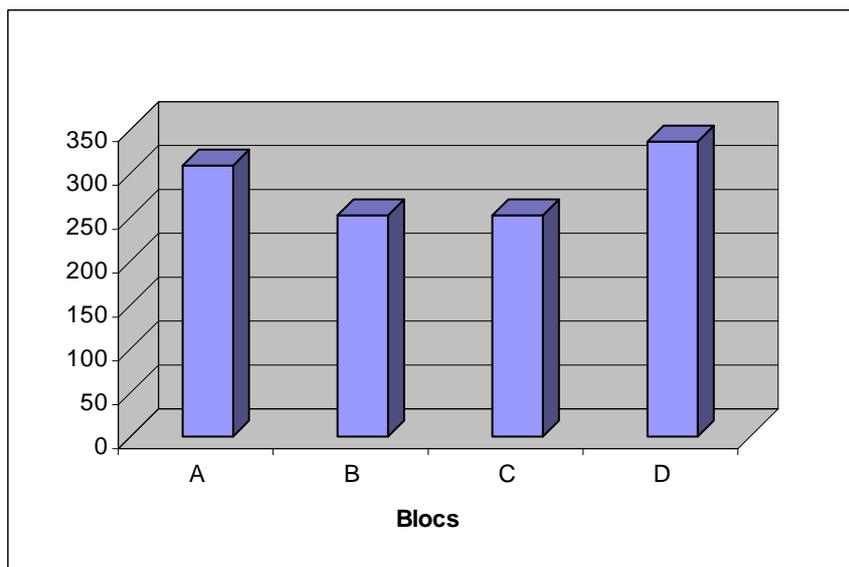


Figure 09* : Nombre de plantes/m²



Figure09



Figure10



Figure11

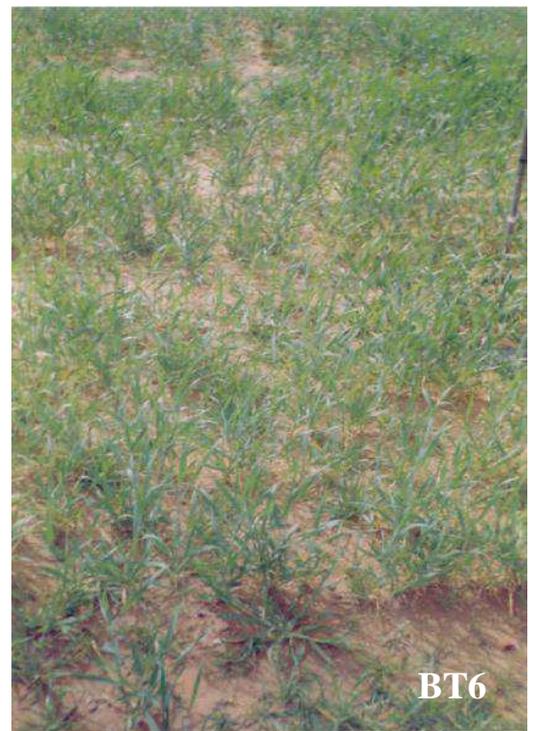


Figure12

Figures 09, 10,11 et 12 : La différence de densité du blé entre les différents traitements et différents blocs.

Les résultats obtenus indiquent des différences à deux niveaux : différences de densité inter - travées et entre blocs ; cette dernière est plus importante dans les couronnes intérieures T3 et T4 comparé avec les couronnes centrales T1 et 2 et les couronnes intérieures T5 et T6. Les blocs B et C ont donné une densité moindre par rapport aux autres blocs A et D.

Ces différences sont dues essentiellement à :

- le retard de semis qui a exposé les plantules de blé au début de leur cycle à des conditions climatiques très dures.
- la profondeur irrégulière du semis du fait d'un lit de semence motteux engendrant un enfouissement irrégulier de la semence.
- les conditions d'alimentation hydrique déficiente due à des perturbations et des pannes techniques du pivot.

L'analyse de variance des résultats obtenue montre une différence hautement significative pour l'effet Bloc de l'effet densité moyenne des deux valeurs extrêmes de l'ordre de 300 ± 93 , un écart très important qui renseigne sur la grande hétérogénéité du peuplement au niveau de la parcelle d'étude.

Cette hétérogénéité s'explique par les pertes des plantes à la levée dans les différents traitements dues aux facteurs cités ci-dessus. Selon **BUCKMAN (1990)**, la densité de la culture est fonction du nombre de grains semés et de la survie des plantes.

I-1-3 Analyse de la 2^{ème} Variable : nombre de talles par pied

Lors de ce stade végétatif très important dans l'expression des potentialités des variétés cultivées, nous avons par le biais du comptage déterminé le nombre de talles par pied et par conséquent le coefficient de tallage, les résultats sont consignés dans le tableau 14 et la figure 13.

Tableau 14 : Coefficient de tallage

Blocs Traitements	A		B		C		D		Moyenne de coefficient de Talles
	nombre de pieds / m ²	nombre de Talles/ pieds	nombre de pieds / m ²	nombre de Talles/ pieds	nombre de pieds / m ²	Nombre de Talles/ pieds	nombre de pieds / m ²	nombr e de Talles/ pieds	
T1	261	4,36	209	4,76	262	3,66	240	4,1	4,22
T2	288	3	320	4,33	200	3,3	303	3,93	3,64
T3	352	3,3	283	5,3	302	2,73	320	4,53	3,94
T4	289	3,7	265	3,16	270	3,16	393	3,76	3,47
T5	332	3,36	228	3,6	219	3,4	390	3,23	3,39
T6	335	3,93	207	3,56	254	3,56	372	3,83	3,72
Moyenne	309,5	3,6	252	4,1	251,16	3,3	336,33	3,89	3,73

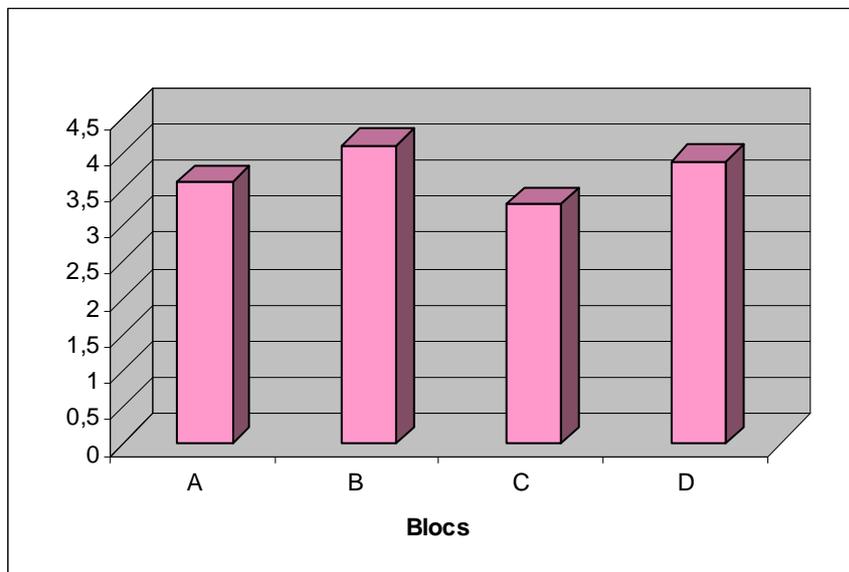


Figure 13 : Coefficient de tallage

Les résultats obtenus indiquent un coefficient de tallage variant entre 3.3 et 4.1, les différences sont palpables entre les blocs et aussi entre les travées. Le nombre moyen de talles / pied est de l'ordre de 3,73 ; acceptable au vu des conditions de culture.

L'analyse de la variance révèle une différence non significative pour l'effet traitements que pour l'effet blocs.

La distribution de ces coefficients dans les sens axial et rotatif du pivot n'est pas influencée par les densités de peuplement de la variable précédente, logiquement oui. La faible densité de peuplement du pivot milite essentiellement en faveur de cette distribution.

Selon **HERNE et al, (1989) in (DJIDI, 1995)** l'importance du tallage est en fonction de la variété, de la fertilité du sol, de la densité de semis et de sa profondeur.



Figure 14 : Plante en plein tallage.

I-1-4 Analyse de la 3^{ème} variable : Taux d'épiaison

Le nombre d'épi/m² est une composante essentielle dans la formation du rendement final puisqu'il détermine le nombre de grain/m². Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 15 et la figure 15.

Tableau 15 : Nombre d'épis/m²

Blocs	A		B		C		D		Moyenne de taux d'épiaison
	nombre de d'épi / m ²	Taux d'épiaison	nombre de d'épi / m ²	taux d'épiaison	nombre de d'épi / m ²	Taux d'épiaison	nombre de d'épi / m ²	taux d'épiaison	
T1	660	2,53	858	4,10	770	2,04	738	3,07	2,94
T2	522	1,80	780	2,43	693	2,46	708	2,34	2,51
T3	492	1,40	936	3,31	574	1,90	540	1,69	2,08
T4	570	1,97	360	1,36	665	2,46	339	0,86	1,66
T5	388	1,02	108	0,47	408	1,86	400	1,03	1,10
T6	314	0,94	207	1,00	321	1,26	370	0,99	1,05
Moyenne	491	1,59	541,5	2,15	571,83	2,77	515,83	1,53	2,01

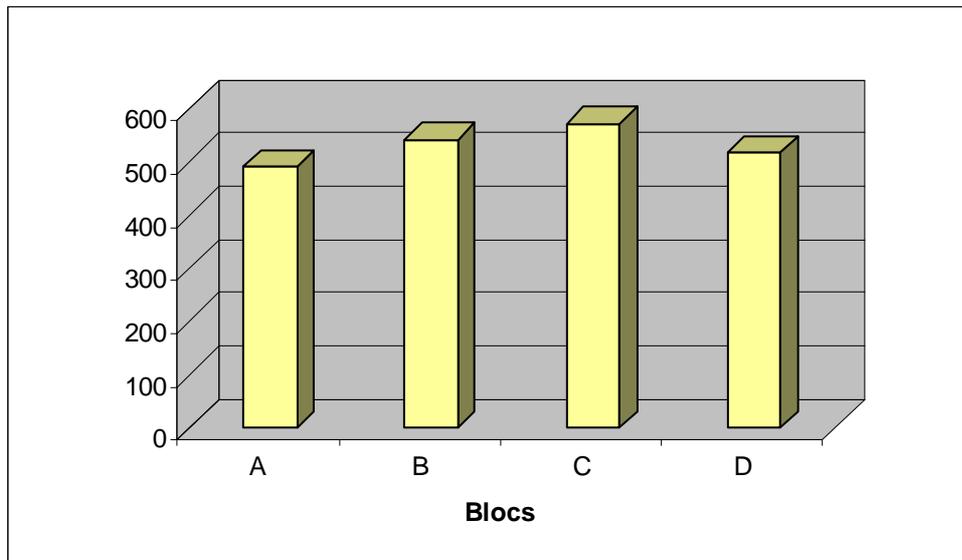


Figure 15 : Nombre d'épis/m²

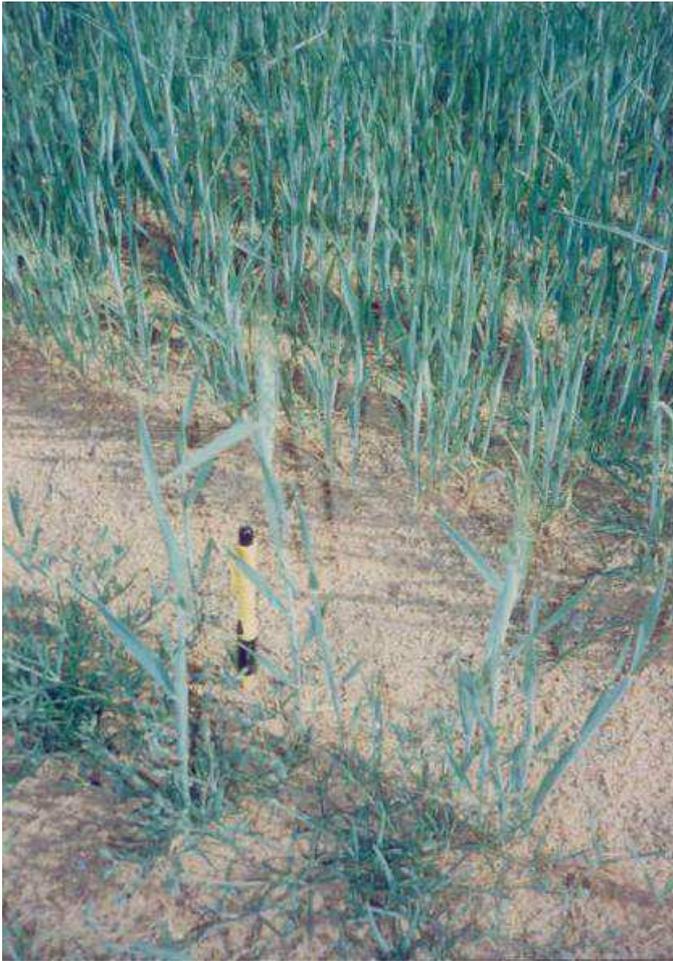


Figure 16 : Développement de la plante au stade épisaison

Les résultats relatifs à la variable nombre total d'épis/m² indiquent des différences entre blocs confirmant ainsi l'hétérogénéité constatée auparavant ; nous passons d'un minimum de 491 (bloc A) à environ 572 (bloc C).

Le taux d'épiaison suit cette distribution hétérogène puisqu'il varie pour les mêmes blocs de 1.59 comme minimum à 2.77 comme maximum ; pour tout le pivot, il se situe à environ 2. De ce fait et à ce stade végétatif, une plantule a généré deux talles épis et qu'environ 2/5 des talles produites ont dégénéré

L'effet travée est très apparent puisque le taux d'épiaison diminue à fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre du pivot ; l'analyse de variance confirme cette tendance avec une différence hautement significative. Le test Newman-Kauls fait ressortir 3 groupes homogènes au seuil de 5% soit A (T1, T2, T3), B (T5 et T6) et AB (T4) ; le coefficient de variance est de 27,2%.

I-1-5 Analyse de la 4^{ème} Variable: Nombre de grains /épi:

Le nombre de grains par épi est une caractéristique variétale très influencée par le nombre d'épis /m² (**COUVREUR, 1981**), il agit directement sur le nombre de grain par m² : ce dernier étant fortement liée au rendement grain. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 16 et la figure 17.

Tableau 16 : Nombre de grains /épi

Blocs Traitements	A	B	C	D	Moyenne de grains/épi
	Nombre de grains/épi	Nombre de grains/épi	Nombre de grains/épi	Nombre de grains/épi	
T1	35	40	34	32	35,25
T2	33	24	35	30	30,5
T3	31	33	31	27	30,5
T4	26	36	35	25	30,5
T5	34	34	32	24	31
T6	35	38	37	19	32,25
Moyenne	32	34	34	26	31,5

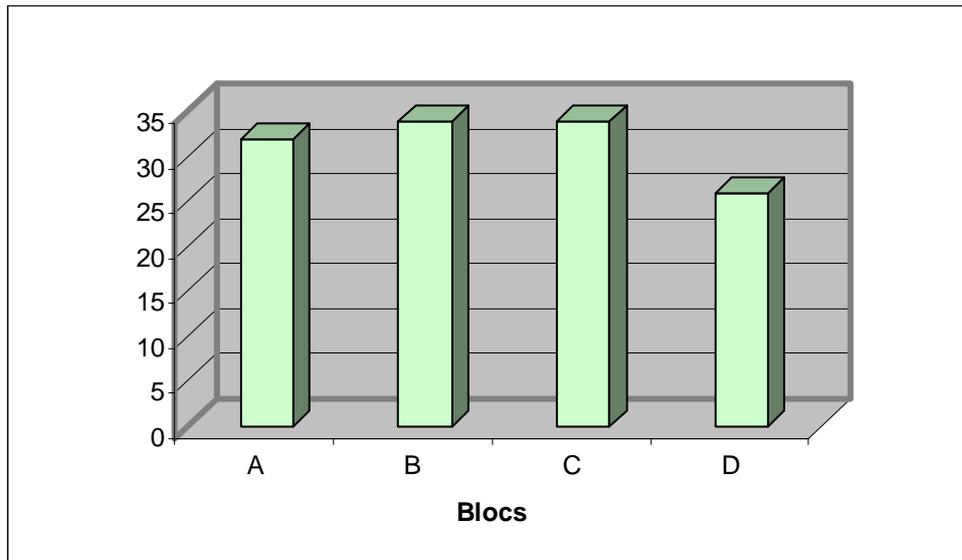


Figure 17 : Nombre de grains /épi

Les résultats indiquent un nombre moyen de 31 grains par épi et l'étude statistique ne montre aucun effet signification dans le sens travée ou bloc ; le coefficient de variance est de 13,5%. Généralement le nombre de grains par épi est plus élevé pour les fortes densités mais ce n'est pas le cas ; le niveau de peuplement de l'essai assez faible pourrait avoir biaisé cette évidence. **AUBKEY, (1986)** note que le nombre de grains augmente pour les faibles coefficients d'épiaison mais aussi en fonction de l'azote absorbé.

I-1-6 Analyse de la 5^{ème} Variable : Poids de 1000 grains

Le poids de 1000 grains est la dernière composante du rendement à se matérialiser, c'est aussi la dernière variable à influencer significativement le rendement ; cette variable est aussi une caractéristique variétale. Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 17 et les figures 18, 19 et 20.



Figure 18 : La différence de PMG du blé entre les différents blocs.

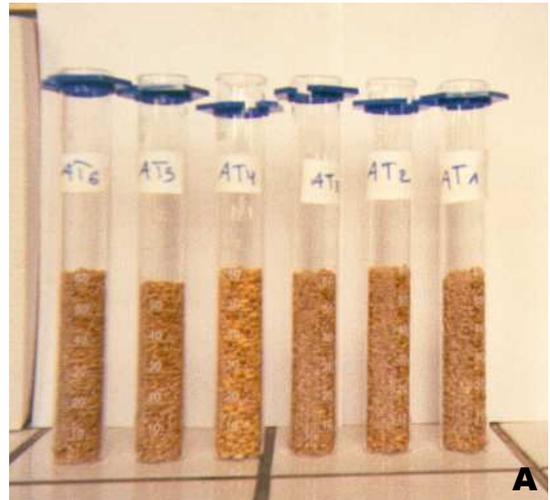


Figure 19 : La différence de PMG du blé entre les différents traitements.

Tableau 17. Poids de 1000 grains

Blocs	A	B	C	D	Moyenne
Traitements	Poids de 1000 grains				
T1	48,11	50,46	52,31	47,87	49,81
T2	49,79	50,12	51,03	54,59	51,38
T3	54,42	50,69	47,86	53,49	51,61
T4	51,42	46,95	51,05	49,86	49,82
T5	47,76	49,68	48,64	48,73	48,7
T6	52,06	50,92	52,02	48,57	50,89
Moyenne	50,59	49,88	50,48	50,51	50,36

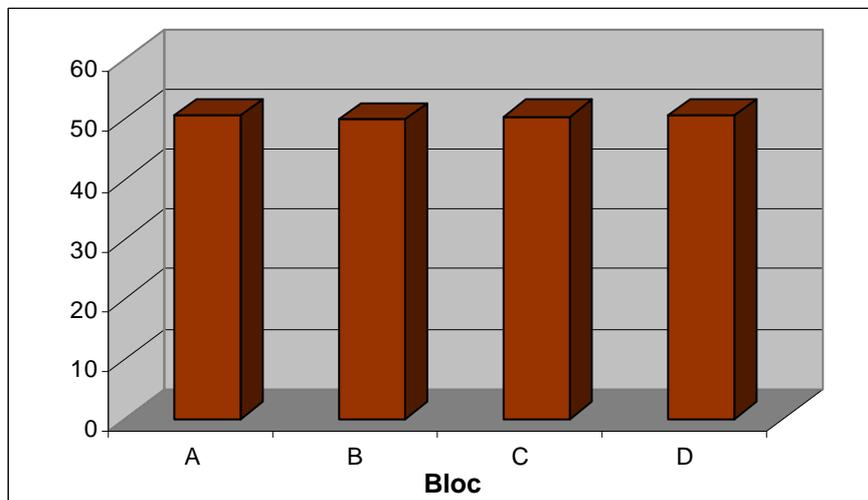


Figure 20 : Poids de 1000 grains

En moyenne, nous avons enregistré un poids moyen de 1000 grains à hauteur de 50,3 grammes. Nous notons aussi l'absence de l'effet travée et bloc puisque l'analyse statistique montre un effet non significatif avec un coefficient de variance est de 4,5 %.

Selon SOLTNER (1990), le poids de 1000 grains varie avec la durée de la phase floraison-maturité. C'est la quantité d'eau prélevée pendant cette phase qui détermine ce poids, il est aussi fonction des conditions de nutrition minérale (LOUE, 1982). Cependant les conditions climatiques influent également sur ce paramètre (GRIGNAC, 1981; MEYNARD, 1987 et GATE, 1996).

En comparant ces résultats avec le poids de la semence utilisée, l'on note une diminution d'environ 1/6 due certainement aux conditions culturales (fertilisation et irrigation essentiellement).

I-1-7 Estimation du rendement théorique (biologique):

Le rendement théorique est le produit des trois paramètres: nombre d'épis/m², nombre de grains/épi et poids et de 1000 grains. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 18 et figure 21.

Tableau 18 : Rendement théorique

Blocs Traitements	A	B	C	D	Moyenne
T1	111,13	174,89	139,94	113,04	134,75
T2	85,16	93,82	123,77	115,94	104,67
T3	83,00	156,57	85,16	77,98	100,68
T4	76,35	60,84	118,81	42,25	74,56
T5	63,00	18,24	63,5	46,78	41,30
T6	57,21	40,25	61,78	34,14	48,34
Moyenne	79,13	90,77	94,33	71,69	84,02

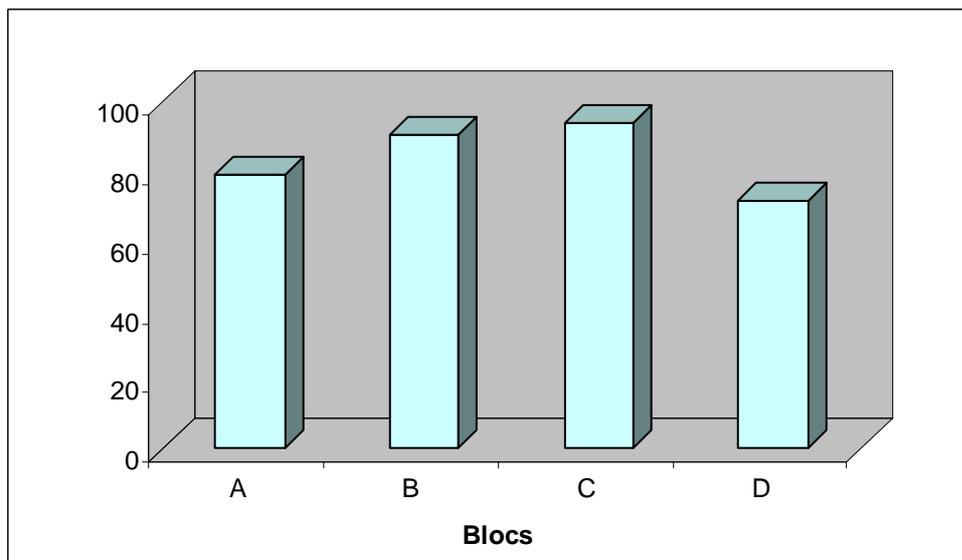


Figure 21 : Rendement théorique

Les résultats consignés dans le tableau 18 et la figure 21 montrent que le rendement théorique varie entre 71,69 et 94,33 Qx/ha dans le sens bloc mais la différence est plus importante dans le sens travée puisqu'il passe de 48,34 à 134,75 soit une moyenne de l'ordre de 84,02 Qx/ha.

L'analyse de variance révèle une différence hautement significative pour l'effet travée (le rendement théorique diminue de la travée centrale vers la travée extérieure du pivot) et une différence non significative entre les blocs. Le test New Man-keuls fait ressortir 4 groupes homogènes: A (T1), AB (T2,T3), BC (T4) et C (T6 et T5) ; le coefficient de variance est de 31,7 %.

Le rendement est le résultat de phase successive de croissance et de développement, comprenant la mise en place d'organes et le processus de leur accroissement en taille directement liée à l'énergie interceptée et à la disponibilité en eau et des éléments minéraux absorbés par le système racinaire.

Ce type de rendement a tendance à surévaluer le rendement réelle.

I-1-8 Analyse du rendement Machine

Le rendement pratique obtenu au cours de cette campagne au niveau du pivot 6 (objet de l'expérimentation) est de l'ordre de 12 qx/ha et un rendement moyen de 7.6 qx/ha pour les dix pivots emblavés soit des niveaux de rendements dérisoires pour une céréale conduite en intensif.

Par rapport au rendement moyen théorique, la différence est très importante et elle est due essentiellement à :

- L'infestation du pivot par les mauvaises herbes face à une absence de désherbage chimique.
- Le semis tardif conséquent d'un manque de Budget.
- L'apport non soutenu de l'eau à la parcelle dû aux vents forts et les vents de sables saisonniers ainsi que les pannes techniques successives du pivot.
- L'effet bordure où le pivot n'arrive pas irriguer les couronnes extérieures.
- L'invasion des criquets et les dégâts causés par les moineaux, les rats et même les fourmis.

II. Cinétique de l'azote dans le système plante-sol :

L'azote est considéré comme le pivot de toute production végétale et en particulier les cultures céréalières. Cependant du fait de sa grande mobilité dans le sol, il peut participer sous sa forme nitrique à la pollution des nappes et son excès favorise la verse.

Le raisonnement de la fertilisation azotée repose sur la connaissance des fournitures d'azote minérale par le sol (reliquat et minéralisation de la matière organique) durant le cycle végétatif de la culture et le rendement prévisionnel.

La fertilisation azotée doit satisfaire quatre objectifs principaux à savoir la productivité, la qualité du produit, le respect l'environnement et surtout la rentabilité avec des économies à la clé.

II-1. Cinétique et efficience d'exportation d'azote:

Dans le but de connaître la cinétique de prélèvement de l'azote par la plante, l'efficience de l'engrais azoté apporté et les risques d'entraînement des nitrates en profondeur ; des échantillons de plante ainsi que de sol sur deux profondeurs ont été réalisés aux principaux stades végétatifs de la culture de blé.

II-1-1. Production de la matière sèche :

Les résultats obtenus relatifs à la production de biomasse végétale aux différents stades végétatifs sont consignés dans le tableau 19 qui suit:

Tableau 19 : Evolution de la production de la matière sèche

Stades Blocs	Production de matière sèche (Kg/ha)				
	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation	Moyenne
A	290,66	842,33	1710,95	1520,13	1091,01
B	206,06	662,67	1832,63	1650,98	1088,08
C	183,73	679,86	1744,18	1539,44	1036,80
D	335,2	811,49	1975,96	1724,94	1211,89
Moyenne	253,91	749,08	1815,93	1608,87	1106,94

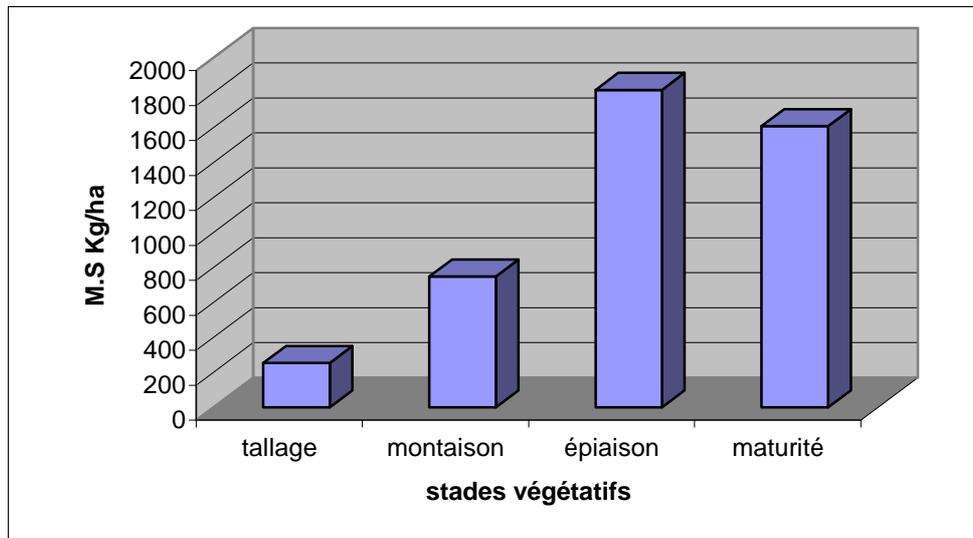


Figure 22 : Evolution de la production de la matière sèche

Le développement de la matière sèche suit une logique biologique à savoir une augmentation du poids de matière sèche du tallage à l'épiaison puis une diminution vers maturation du fait que pendant cet intervalle de temps ce n'est plus la croissance végétative mais essentiellement une phase de transfert (remplissage du grain). La plus part des auteurs s'accordent à situer la fin de la croissance du blé à la floraison.

L'évolution de la production de la matière sèche est un paramètre lié à la physiologie de la plante, au niveau de la fertilisation azotée, elle peut être influencée aussi par l'alimentation hydrique (pluviométrie et irrigation) et les conditions climatiques (Température....etc.)

L'analyse statistique appliquée aux deux facteurs (F1 fertilisation (traitement) et F2: Blocs) montre un effet non significatif des deux facteurs. Le coefficient de variance relatif aux stades tallage, montaison, épiaison et maturation est respectivement de 31,2 ; 24,8 ; 23,1 et 17,9 %.

II-1-2 Appréciation de la fertilisation azotée de la culture

L'évolution des teneurs en azote de la plante entière aux principaux stades de développement de la culture permet d'apprécier la nutrition azotée des plantes. Les principaux résultats sont consignés dans le tableau 20

Tableau 20 : Teneur en Azote (%) dans la plante aux principaux stades végétatifs

Stades Blocs	Pourcentage d'azote total			
	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
A	0,06	0,06	0,07	0,14
B	0,07	0,07	0,06	0,13
C	0,08	0,06	0,05	0,13
D	0,07	0,06	0,04	0,10
Moyenne	0,07	0,07	0,06	0,13

Les résultats consignés dans le tableau 20 indiquent sur le plan qualitatif des concentrations approximativement similaires pour les trois premiers stades et environ le double à la maturité ; le prélèvement a été plus significatif au delà du stade épiaison. L'analyse de variance indique un essai non significatif des deux facteurs (F1 fertilisation et F2: Blocs) ; le coefficient de variance aux stades tallage, montaison, épiaison et maturation est respectivement de 20,6 ; 16,6 ; 30,5 et 32,5 % .

II-1-3. Cinétique d'exportation de l'azote dans la plante :

Les résultats relatifs au prélèvement quantitatif de l'azote aux principaux stades végétatifs sont consignés dans le tableau 21 et la figure 23.

Tableau 21 : Exportation de l'azote par la plante.

Stades Blocs	Exportation de l'azote / plante (Kg/ha)			
	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
A	17,40	50,53	119,76	212,81
B	14,42	46,38	109,95	214,62
C	14,69	40,79	87,2	200,12
D	23,46	48,68	79,03	172,49
Moyenne	17,53	46,59	98,98	200,01

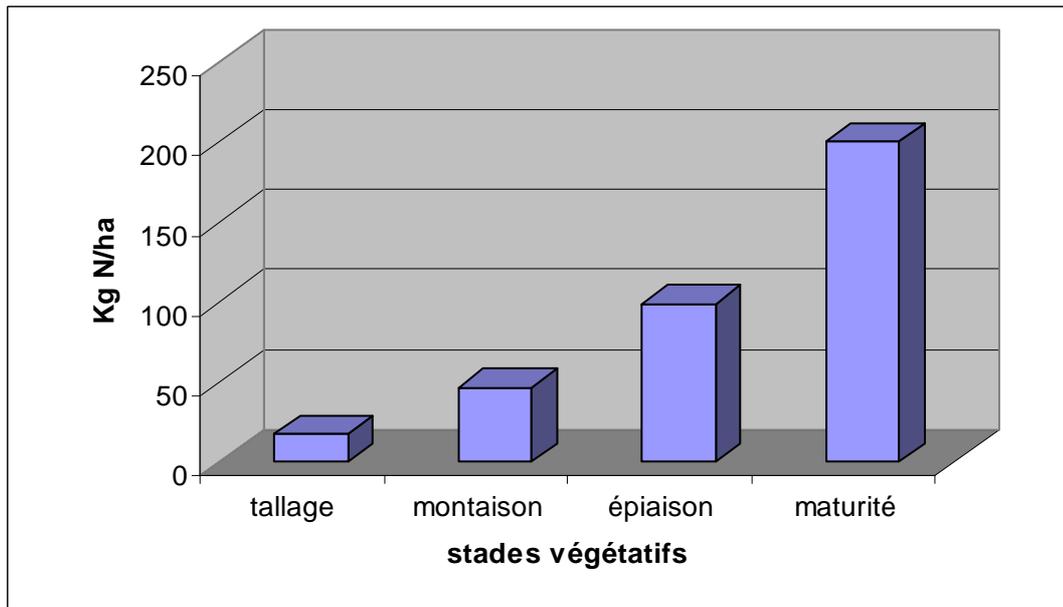


Figure 23 : Exportation de l'azote par la plante.

En fonction des ces résultats, nous notons un prélèvement cinétique de l'azote conforme aux données bibliographiques ; à partir de l'épiaison, les besoins en azote de la plante deviennent très importants et c'est aussi durant cette phase que l'activité de la croissance devient très intense et que se détermine le nombre d'épis, le nombre de grain par épi et le poids maximum du grain. A ce moment, le blé peut absorber jusqu'à 03 kg/ha/jour ce qui est confirmé par les concentrations qui passent de 0,07 à 0,13 % dans la plante. Le prélèvement de l'azote du sol par la plante est lié significativement avec la biomasse végétale produite (F.GASTAL et al, 1997).

L'analyse de variance indique un essai non significatif du facteur F1 (fertigation) et le facteur blocs , le coefficient de variance pour le tallage, la montaison, l'épiaison et maturation sont respectivement de 32,4 ; 26,2 ; 32,1 et 42,8%.

Le prélèvement d'environ 200 kg de N/ha indique théoriquement une bonne efficacité de l'engrais utilisé. - A la récolte, plus de $\frac{2}{3}$ de l'azote total de la culture se retrouve dans les grains, les feuilles et les tiges commencent à perdre l'azote à l'épiaison et cela se poursuivait jusqu'au stade début maturité où la grande partie de l'azote absorbé s'accumule dans le grain.

Le stade végétatif joue un rôle important quelque soit la fertilisation puisque la jeune plante n'absorbe qu'une faible quantité par rapport aux stades montaison et épiaison qui coïncide avec un développement végétatif important ce qui se traduit par une absorption conséquente. Ce phénomène s'amenuise après dès le début du stade maturation puisque c'est une phase de ralentissement du développement et de la croissance, c'est une phase de transfert des éléments nutritifs des organes végétatifs aux organes de réserves.

II-2. Evolution de la teneur du sol en Azote assimilable dans le sol:

Dans le but d'apprécier la disponibilité de l'azote minéral pour la culture et de juger parallèlement du risque d'entraînement des nitrates vers les horizons profonds ; des prélèvements à deux profondeurs ont été effectués aux principaux stades végétatifs de la plante. Les résultats sont présentés dans le tableau 22 et la figure 24.

Tableau 22 : Evolution de la teneur en Azote assimilable (ppm) dans le sol

Traitements	Horizons (cm)	N. Minéral en ppm				
		N assimilable initiale	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
T1	0-20	0,3	0,35	0,378	0,406	0,364
	20-40		0,413	0,422	0,434	0,364
T2	0-20		0,357	0,483	0,609	0,49
	20-40		0,427	0,448	0,469	0,378
T3	0-20		0,469	0,49	0,498	0,476
	20-40		0,413	0,492	0,49	0,434
T4	0-20		0,441	0,49	0,539	0,378
	20-40		0,434	0,455	0,476	0,413
T5	0-20		0,455	0,49	0,525	0,413
	20-40		0,399	0,373	0,35	0,336
T6	0-20		0,364	0,42	0,476	0,392
	20-40		0,420	0,406	0,406	0,378
Teneur moyenne horizon 0-20			0,406	0,459	0,509	0,419
Teneur moyenne horizon 20-40			0,418	0,365	0,438	0,384

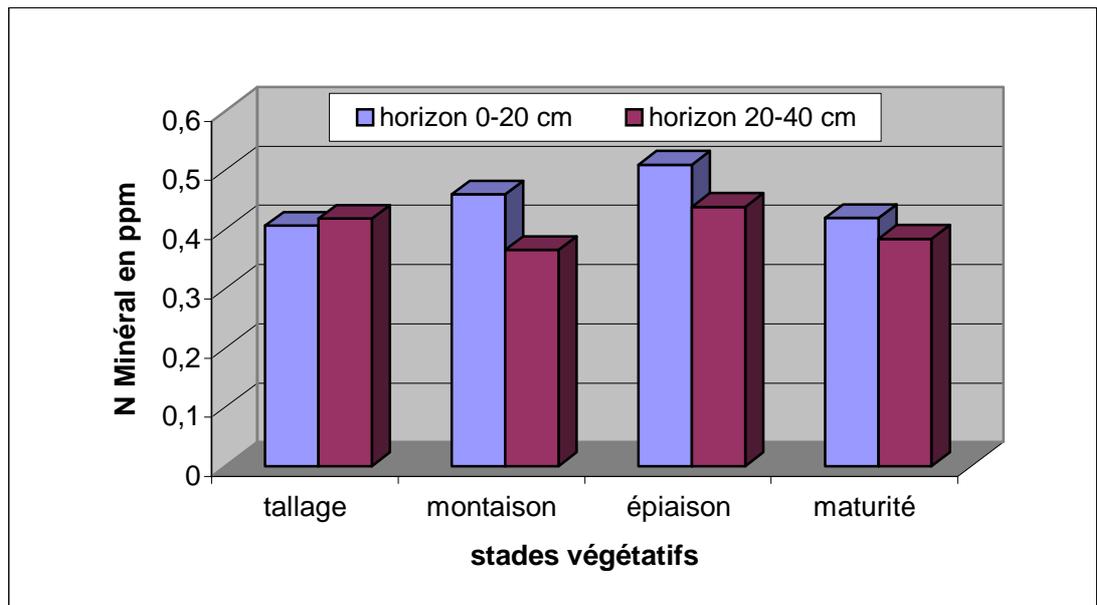


Figure 24 : Distribution de l'azote minéral dans les deux horizons du sol

En générale, l'analyse de variance montre des différences hautement significatives de concentration d'azote assimilable dans les deux profondeurs et aux différents stades végétatifs du blé, le coefficient de variation est de 8,9 %.

Ces résultats indiquent essentiellement l'homogénéité de la distribution de l'azote assimilable puisque les concentrations dans les deux horizons considérés se maintiennent tout au long de la présence de la culture ; ceci atteste d'un apport d'engrais conséquent en fonction des besoins de la plante mais reste à savoir si les quantités d'engrais apportées constituent l'optimum.

La distribution de l'azote minéral dans le profil montre un caractère non lixiviant des nitrates et ce aux différents stades végétatifs du blé à l'exception du stade tallage où l'on remarque un très léger enrichissement de l'horizon adjacent ; cette situation peut être la conséquence d'un faible stock d'azote minéral ou une pluie artificielle non drainante.

II-3. Efficience de l'irrigation:

Le sol étant un sol sableux, les humidités caractéristiques sont faibles et proches ce qui confirme la faible quantité d'eau que peut stocker le sol ; il n'y a pas une différence significative entre les deux horizons ce qui milite en faveur d'une profondeur homogène sur le plan physique (tableau 23)

Le déficit hydrique agit particulièrement sur les trois principales composantes du rendement : le nombre d'épis, le nombre de grains par épi et le poids de 1000 grains (M.ZAIR, 1991), une des questions principales à laquelle l'agronome se trouve confronté et de savoir dans quelle mesure il est possible d'atténuer les contraintes pluviométriques par une meilleure adaptation des techniques culturales (P. JOUVE, 1984).

Pour pouvoir apprécier l'efficience de l'apport d'eau à la parcelle et indirectement la fiabilité de l'irrigation par centre pivot, il nous a paru utile de mesurer l'humidité du sol avant et après l'irrigation et aux principaux stades végétatifs de l'orge.

Tableau 23 : Humidité à la capacité au champ et au point de flétrissement du sol.

Horizon	Humidité a la capacité au champ (%)	Humidité au point de flétrissement (%)
0-20cm	6,95	5
20-40cm	6,81	4,85



Figure 25 : Irrigation au stade Tallage



**Figure 26 : Le blé au moment d'irrigation
au stade épisaison**



**Figure 27 : Le blé au stade
Maturation. Une heure après
irrigation**

II-3-1. Profil Hydrique au stade Tallage:

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 24 et la figure 28 ; L'analyse de variance montre des différences non significatives alors que le test de NEWMAN fait sortir deux groupes homogènes soit A (P2) et B (P1) avec un coefficient de variance de 5,9%. (annexe)

Tableau 24 : Humidité du sol avant et après irrigation au stade tallage

Traitements	Horizons (cm)	Humidité 1 Heure avant l'irrigation (%)	Humidité 1 Heure après l'irrigation (%)
T1	0-20	4,48	7,76
	20-40	5,12	6,80
T2	0-20	4,25	7,68
	20-40	5,45	6,95
T3	0-20	4,72	7,85
	20-40	5,36	6,89
T4	0-20	4,19	7,50
	20-40	5,84	6,99
T5	0-20	4,70	7,85
	20-40	5,20	6,70
T6	0-20	4,59	7,55
	20-40	5,31	6,85
Moyenne	0-20	4,48	7,71
	20-40	5,38	6,86

L'étude du profil hydrique montre des résultats significatifs de la distribution de l'eau en profondeur. A ce stade de développement de la culture les besoins en eau sont moindres par rapport aux autres stades végétatifs du blé, nous en tirons les remarques suites

- une heure après irrigation, nous observons une distribution de l'eau homogène sur tout le profil d'une part et que la masse d'eau apportée occupe entièrement la micro porosité

et une partie de la macro porosité puisque l'humidité mesurée dépasse la capacité au champ du sol

- une heure avant la prochaine irrigation, nous observons une diminution de l'humidité essentiellement de l'horizon de surface ou elle se situe en dessous du point de flétrissement permanent, beaucoup moins pour le deuxième horizon.

- les évolutions du profil hydrique entre deux irrigations montrent un apport d'eau important mais la fréquence d'irrigation adoptée met sérieusement en péril la plante puisque cette dernière se retrouve devant un stress hydrique important, le jeune âge de la plante à travers le niveau du développement de son système racinaire ne peut lui faire profiter de l'eau de l'horizon sous-jacent.

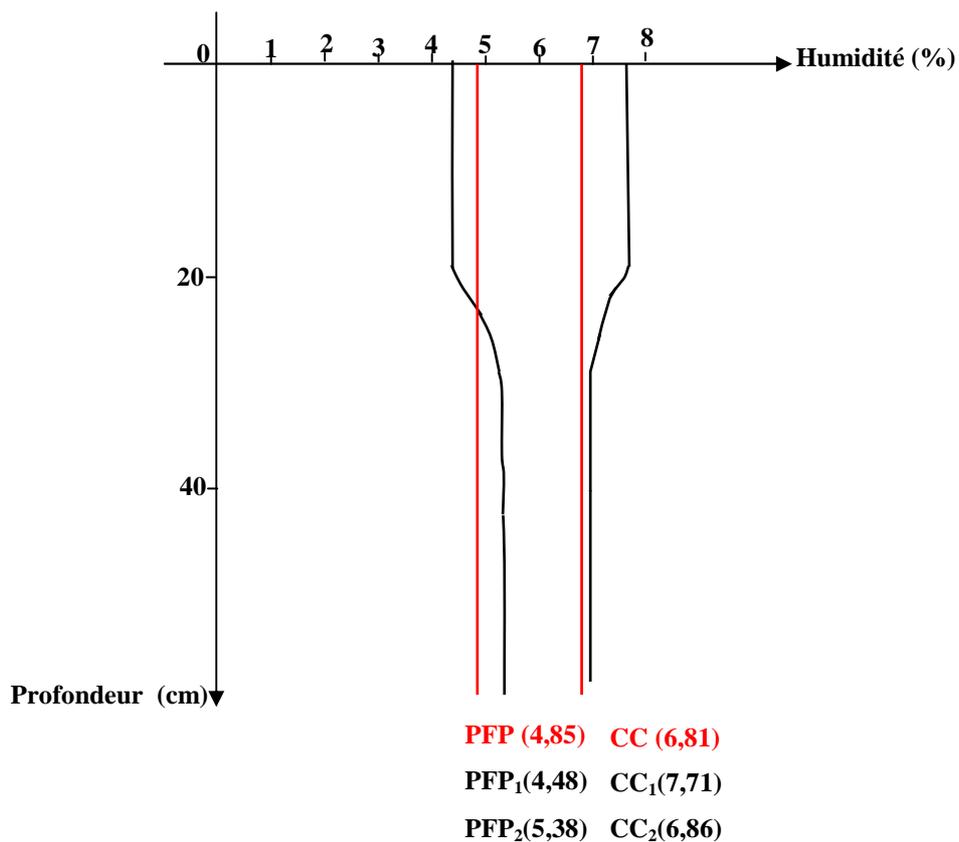


Figure 28 : Profil Hydrique au stade Tallage

II-3-2 Profil Hydrique au stade Montaison:

C'est à ce stade végétatif qu'on souhaite une bonne hydratation du sol puisqu'il y aura l'élongation des tiges et la production de la matière sèche (JOMAID *et al*, 1952), ce qui rend la plante plus exigeante en eau. Les résultats consignés dans le tableau 25 et la figure 29 montrent des effets significatifs.

Tableau 25 : Humidité du sol avant et après irrigation au stade montaison

Traitements	Horizons (cm)	Humidité	
		1 Heure avant l'irrigation (%)	1 Heure après l'irrigation (%)
T1	0-20	4,97	7,33
	20-40	6,43	5,34
T2	0-20	4,27	7,25
	20-40	5,49	6,8
T3	0-20	4,74	7,26
	20-40	5,61	6,73
T4	0-20	4,82	7,16
	20-40	6,03	6,72
T5	0-20	4,70	7,34
	20-40	5,46	6,57
T6	0-20	4,91	7,21
	20-40	5,58	6,71
Moyenne	0-20	4,73	7,25
	20-40	5,76	6,47

L'analyse statistique (annexe) des résultats des effets significatifs en matière de profondeur et irrigation contrairement au facteur bloc puisque l'erreur est conduite automatiquement d'un bloc à un autre. A ce stade de développement de la culture, les besoins en eau sont très importants ; la distribution de l'eau dans le profil indique :

- un apport d'eau dépassant légèrement la capacité au champ du sol pour le premier horizon et moindre pour le deuxième mais toujours acceptable

- un assèchement très significatif du sol surtout au niveau de l'horizon de surface atteignant facilement le point critique à savoir le point de flétrissement permanent ; sachant la distribution superficielle de la masse racinaire du blé, il est à se demander si un stress hydrique n'a pas eu des conséquences sur le végétal

D'une façon générale, les résultats indiquent un déficit hydrique entre deux irrigations pouvant avoir des conséquences sur le développement normal de la culture.

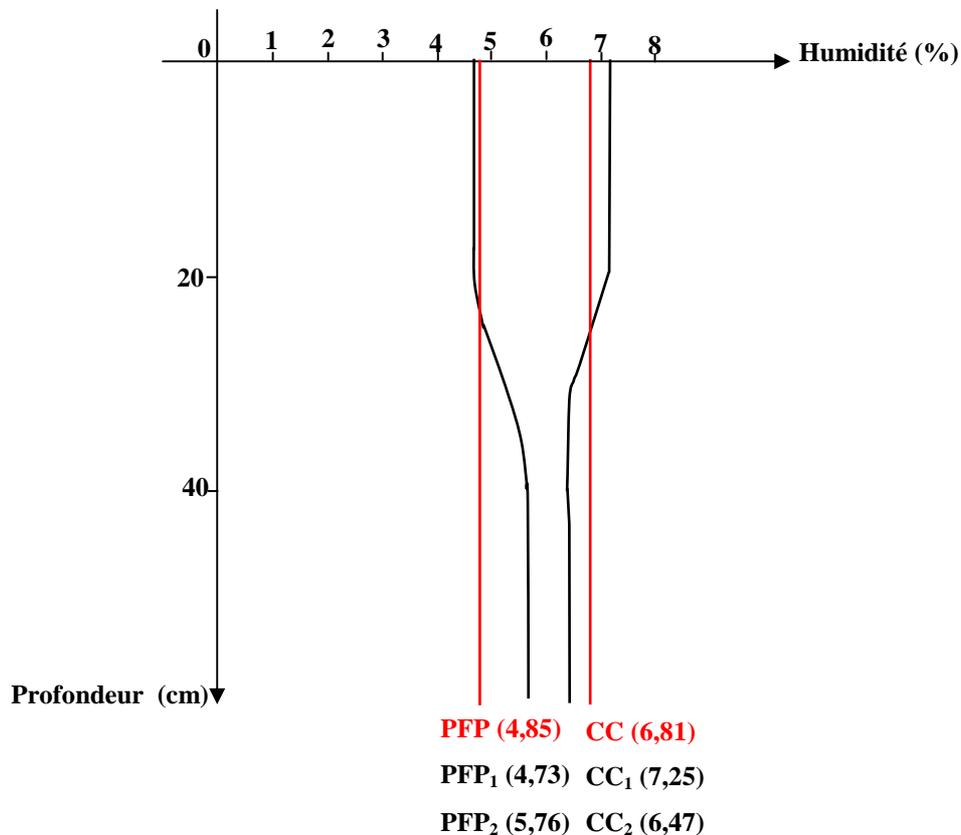


Figure 29 : Profil Hydrique au stade Montaison

II-3-3 Profil Hydrique au stade épisaison:

Les besoins en eau du végétal sont fonction de son stade de développement et de la demande climatique ; à partir de ce stade de pleine croissance, la demande en eau est très importante et tout accident peut compromettre la récolte. Les principaux résultats sont consignés dans le tableau 26 et la figure 30.

Tableau 26 : Humidité du sol avant et après irrigation au stade épisaison

Traitements	Horizons (cm)	Humidité 1 Heure avant l'irrigation (%)	Humidité 1 Heure après l'irrigation (%)
T1	0-20	5,98	7,01
	20-40	6,66	6,80
T2	0-20	5,32	6,85
	20-40	6,16	6,65
T3	0-20	5,23	6,70
	20-40	6,55	6,60
T4	0-20	5,93	6,85
	20-40	6,02	6,45
T5	0-20	5,15	6,85
	20-40	6,33	6,45
T6	0-20	5,77	6,89
	20-40	6,48	6,58
Moyenne	0-20	5,56	6,85
	20-40	6,36	6,58

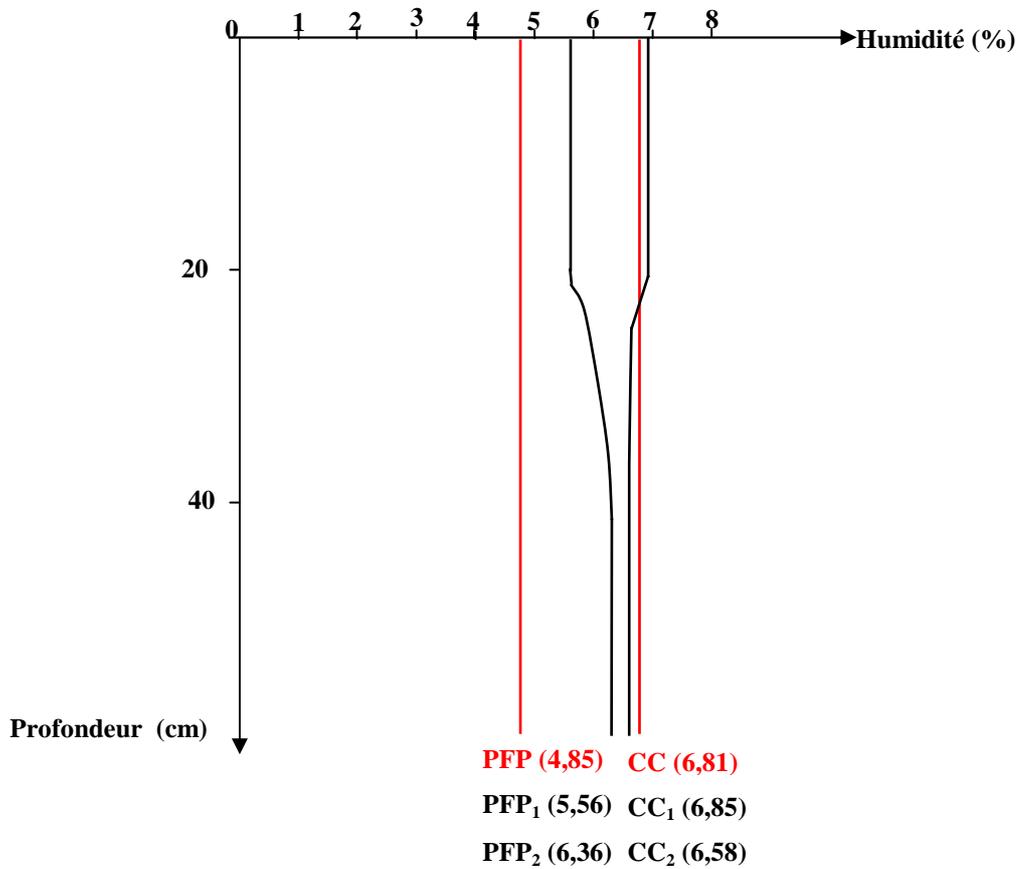


Figure 30 : Profil Hydrique au stade épiaison

L'analyse statistique des résultats obtenus montre des effets significatifs pour les facteurs irrigation et profondeur; de variance avant irrigation montre une différence significative entre les profondeurs.

La distribution de l'eau dans le profil indique une bonne alimentation de celle-ci puisque l'humidité du sol entre deux irrigations et aux deux profondeurs considérées s'est maintenue favorablement entre les deux humidités caractéristiques.

II-3-4. Profil Hydrique différents stades:

La synthèse relative à la distribution de l'eau entre deux irrigations aux principaux stades végétatifs (tableau 27, figure 31). Le profil hydrique indique :

-un apport d'eau acceptable puisque l'on atteint, même une heure après irrigation une humidité à la capacité du sol donnant ainsi un sens à la dose d'irrigation appliquée ; la différence à l'avantage du premier horizon par rapport au second est le fruit certainement de la mécanique des sols (le travail du sol concerne généralement les 20 premiers centimètres)

-l'allure du profil hydrique avant le déclenchement de la prochaine irrigation montrent que l'on atteint facilement le point de flétrissement permanent au niveau des 20 premiers centimètres ; cette situation de stress hydrique est pénalisante appelant ainsi à reconsidérer la fréquence d'irrigation.

Tableau 27 : Humidité du sol avant et après irrigation aux différents stades végétatifs

Traitements	Horizons (cm)	Humidité	
		1 Heure avant l'irrigation (%)	1 Heure après l'irrigation (%)
Tallage	0-20	4,48	7,71
	20-40	5,38	6,86
Montaison	0-20	4,73	7,25
	20-40	5,76	6,47
Epiaison	0-20	5,56	6,85
	20-40	6,36	6,58
Moyenne	0-20	4,92	7,27
	20-40	5,83	6,63

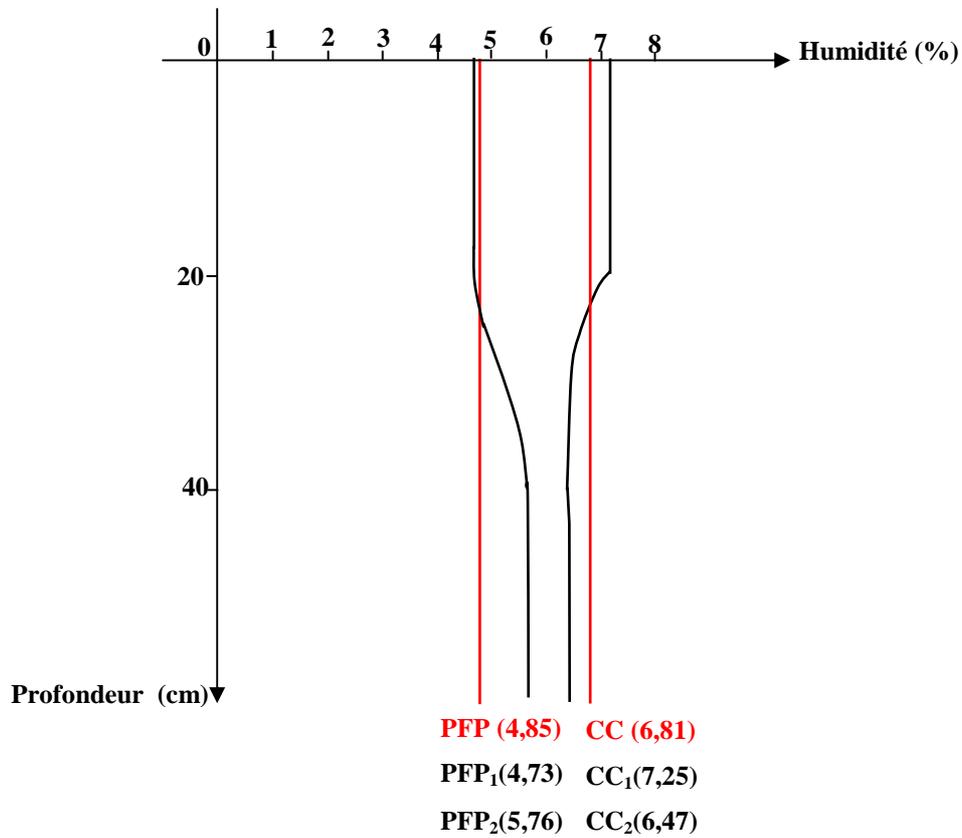


Figure 31 : Profil Hydrique au différent stade

A ce niveau d'analyse, il nous faut signaler les fréquentes pannes du pivot dues aux coupures d'électricité et aux vents de sable. 0

Conclusion Générale

La mise en valeur des terres au niveau des régions sahariennes a permis de mettre en place en dehors de la palmeraie des systèmes de production céréaliers intensifs ; irrigation assurée par les centre-pivots. Au niveau de la région de Ouargla, les résultats encourageants du début se sont vite dégradés ; la superficie emblavée en céréales a connu une régression importante.

Cette étude se propose de contribuer au diagnostic de la situation à même de permettre une meilleure conduite culturale pour des résultats acceptables.

L'expérimentation a eu pour cadre un pivot de 32 hectares au niveau de Hassi ben abdallah emblavé en blé dur, variété Simeto afin de nous permettre de juger des techniques culturales appliquées essentiellement celles relatives à la qualité de la distribution de l'eau, de l'engrais et du végétal sur toute la surface du pivot

Les différents résultats obtenus à travers les différentes sorties sur le terrain et les investigations de laboratoire suggèrent :

- une distribution du couvert végétal hétérogène, l'effet orientation donc rotatif n'est pas significatif ; au contraire, nous remarquons une différence assez nette sur la plan axial ou les composantes du rendement suivent une cinétique décroissante du centre du pivot vers l'extérieur. La principale résultante du développement de la culture soit le rendement confirme cette tendance.

- Le poids de 1000 grains a connu une légère diminution par rapport au poids initial ce qui indique un remplissage incomplet du certainement au niveau de l'alimentation hydrique.

- Une distribution de l'eau qui suggère des doses d'irrigation acceptables mais des fréquences qui sont généralement pénalisantes. Entre deux irrigations et avant le déclenchement de la suivante, la plante s'est retrouvée dans une situation d'humidité équivalente à celle caractéristique du point de flétrissement permanent. Dans ce cas de

figure, la plante et au vu du nombre important d'irrigations appliquée est certainement passée par stress hydriques à répétition.

- La dynamique de l'azote dans le système sol-plante indique un prélèvement cinétique de l'azote par la plante conforme et des quantités reflétant les niveaux de rendements théoriques calculés. Les concentrations d'azote minéral dans le profil indiquent un horizon de surface légèrement plus riche que celui sous-jacent démontrant ainsi le caractère non drainant de l'irrigation appliquée

Au terme de cette expérimentation qui a permis de déceler quelques insuffisances en matière de conduite culturale du blé sous centre pivot dont il est possible d'améliorer les performances, il serait intéressant de reconsidérer l'apport de l'eau dans sa dimension fréquence et « technologique » pour une distribution homogène sur toute la surface du pivot et en quantités suffisantes à même d'éviter à la plante les stress pénalisants à répétition. Par ailleurs, la lutte contre la concurrence interspécifique et le respect des normes relatives à la conduite du blé contribueraient à améliorer les rendements à la parcelle.

1. - **ADJABI K., 1992:** Contribution à l'étude de l'impact de la fertilisation azotée potassique sur l'absorption des éléments N et K par une culture de blé dur et mouvement de l'azote minéral dans un sol sableux en zone aride (région d'Ouargla) , Thèse Ing., INFSAS, Ouargla, 76 p.
2. - **AKLI N., 1995:** Situation de la céréaliculture dans la Wilaya de Ouargla. Evolution et développement. Thèse T.S en céréaliculture sous pivot IFP Ouargla.
3. - **ANONYME., 1987:** Larousse Agricole,154-161 p.
4. - **ATTALAH S., 2000:** Evaluation de la performance de l'irrigation par pivot dans une région Saharienne (cas de Ouargla), Thèse, Mag., INA, El-Harrach, 54 p.
5. - **AZILA, 1992:** Etude comparative des variété locales et améliorer de blé dur conduites en 3dates de semis au niveau des hautes plateaux setifiens, Thèse, Ing., Batna, 62 p.
6. - **BEKKAIR A. et DRENI M., 1995:** Etude de la production d'une variété de blé tendre (var. ccinia), Thèse. Ing. Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 44 p.
7. - **BELAID D., 1986:** Aspect de la céréaliculture Algérienne, Ed.O.P.U, 217 p.
8. - **BELAID D., 1987:** Etude de la fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur (HEDBA) en condition de déficit hydrique. Thèse. Mag. INA, El-HARRACH, 109 p.
9. - **BELAMRI R., 1999:** Contribution à l'étude de comportement d'une culture d'orge sous centre pivot dans la région de Hassi Ben Abdallah (W. Ouargla) Thèse. Ing. Agro. Saha. ITAS, 35p.
10. - **BEN AMOR M., 1991:** Contribution à l'étude de la fertilisation azotée potassique d'une variété de blé dur (Aldura) en condition irrigué à Ouargla, Thèse., Ing., Agro., Saha., INFSAS, Ouargla, 65 p.
11. - **BENBRAHIM F, 2001:** Etude de l'effet saisonnier de la nappe phréatique sur la dynamique des sels solubles dans un sol cultivé et non cultivé dans la cuvette de Ouargla (cas d'exploitation de l'ITAS) Thèse., Ing., Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 107 p.
12. - **BENBRAHIM K., et SAYED I., 2005:** Contribution à l'étude de l'intérêt de l'utilisation de la solarisation du sol dans les périmètres céréaliers sous pivot: cas de la ferme d'ERAD (Ouargla), Thèse. Ing., Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 128 p.
13. - **BENLAMOUDI H., 2002:** Etude du développement d'une céréale à grains (orge) sous centre pivot dans la régions de Ouargla, Thèse. Ing. Agro., Saha., ITAS, Ouargla, 53 p.
14. - **BUCKMAN O., 1990 :** Agriculture et fertilisation, Ed Norsk hydro a.s, 258 p.
15. - **CHELOUFI H., 1991 :** Etude du devenir des fertilisants azotées minéraux dans 4 types de sol cultivés Lorrains, Conséquences Agronomiques et écologiques, Thèse Doctorat INPL, ENSAIA, NANCY (France), 143 p.
16. - **CLEMENT M. et FRANCOISE P., 1998:** Analyse physique des sols: méthodes choisie, édition Lavoisier, Tec et Doc, Paris, 217 p.

17. - **COIC Y., 1952:** La nutrition azotée du blé. Ann. Agro., ppp 3-417-421.
18. - **COUVREUR F., 1981:** La culture du blé se raisonne. Cultivar juin, pp 39-41.
19. - **COUVREUR F., 1985:** Formation du rendement d'un blé et risque climatique, perspective agricole n°95 Août – Septembre, ITCF, Paris, pp 12-15.
20. - **DERAOUI N, 2004 :** Effet de la fertilisation phosphatée sur le comportement d'une variété de blé tendre (var. Anza) conduite en conditions Sahariennes, Thèse, Mag., ITAS, Ouargla 84 p.
21. - **DJIDI Khamis W, 1995:** Etude du comportement de quelques variétés de blé dur (var. Triticum durum DESF) en région aride: cas de Ouargla, Thèse., Ing., Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 80 p.
22. - **DUCHAUFOR P., 1979:** Pédologie: constituants et propriétés du sol, Edition Masson, paris, pp 386-392.
23. - **DURAND J.H, 1983:** Les sols irrigables, étude péologique, Ed. département de géographie de l'université de paris, Sorbonne, 389 p.
24. - **FAURIE G., et BARDIN R., 1979:** Les volatilisations de l'ammoniac, influence des facteurs climatiques et du couvert végétal, Ann., Agro., 30 (05) pp 401-414.
25. - **F. N. I. E 1988:** Fédération national de l'industrie des engrais. la fertilisation. 6^{ème} Edition, Paris, pp 33-44.
26. - **F. N. I. E 1989:** Fédération national de l'industrie des engrais la fertilisation, Paris, 40 p.
27. - **GRIGNAC P., 1977:** Le blé dur morphologie succinité, Annales de L'INA El-Harrach, Vol: VIII n°2, Alger, pp 83-87.
28. - **GROS A., 1979:** Engrais: guide pratique de la fertilisation, Ed. 7^{ème} édition, Maison rustique, 382 p.
29. - **ITDAS., 1993:** Recueil des fiches technique ITDAS.
30. - **ITGC., 1993:** Revue céréaliculture, revue technique et scientifique, ITGC n° 26, Mars. 4 p.
31. - **ITGC., 1994:** Revue céréaliculture, revue technique et scientifique, ITGC n° 27. 26 p.
32. - **Jean Francoise MG., 1977:** Assimilation d'azote chez les plantes: aspect physiologique biochimique et moléculaire, ppp 23-285-355.
33. - **JUSSIAUX G., 1980:** Cours d'agriculture moderne, édition Maison rustique, Ed. 9^{ème}, paris, pp 84-90.
34. - **KAFI et al, 1978:** Monographie de la région de Ouargla, thèse, Ing ITA Mostaganem.
35. - **KEBRI F., 2003:** Avec un niveau de consommation de 60 million Qx/ha l'Algérie un grand consommateur. Partenaire mensuelle de la chambre françaises de commerce et d'industrie en Algérie Décembre n° 41, 23 p.
36. - **LEGRET J., 1985:** La production de blé dans le monde s'accélère, les producteurs agricoles français.
37. - **LOUE A., 1982:** Le potassium et les céréales Dossier K₂O n°02, pp 1-41.
38. - **Martin PREVEL P., 1984,** L'analyse végétal dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérés et tropicales pp 653-667

39. - **MASLE et MEYNEARD 1980**, L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière, Thèse., Doctorat Ing., INA, Paris, France, 274 p.
40. - **MASSE J. et Viaux A., 1983**: Azote et croissance du blé perspective agricoles, Mars n° 68, ITCF, Paris, pp 18-23.
41. - **MAUME L., et DULAC J., 1936**: Echantillonnage rationnel de la plante du blé en vue des analyses chimiques comparatives, C.R. Acad Agric France 26, pp 906-913.
42. - **MEKLICH .A, 1983** : Contribution a l'établissement de la fertilisation azotée de blé d'hiver dans le haut Chélif, Thèse. Mag. INA, EL-HARRACH, 81 p.
43. - **MENGEL K., et KIRKBY EA.,** : Principals of plants, nutrition, INPL, Worblan-Berne, 655 p.
44. - **MICHAEL V., 1999**: Méthode expérimental en agronomie pratique et analyse, édition Tec et Doc, Paris, pp 319-321.
45. - **OULED MOUSSA A., 1999** : Contribution à l'étude de l'uniformité des pluies et les pertes d'eau par un systèmes pivot de 16 ha dans la région de Hassi Ben abdallah (W. de Ouargla). Thèse. Ing. Agro., Saha. ITAS., Ouargla, 55p.
46. - **PRATS J. ET CLEMENT G., 1971**: Les céréales 2^{ème} édition, J.B Bailliére et fils, Paris, ppp 9-23-315.
47. - **REGUIEG Y., HOCINE AB., 1992**, Contribution à la croissance de la dynamique des éléments fertilisants (N,P,K) dans les grands types de sols céréaliers de la région de Tiaret, Thèse., DS. INA., EL-Harrach, 117 p.
48. - **REMY et HEBERT, 1977**: Le devenir des engrais azotée dans le sol. C.R.A.C.A.D Agric France, pp 700-714.
49. - **REMY JC., et VIAUX PH., 1980**: Evolution des engrais azotés dans le sol. Perspectives agricoles spéciales.
50. - **REMY JC., et VIAUX PH., 1980**: Evolution des engrais azotés dans le sol. Perspectives agricoles spéciales fertilisation, Décembre n°43, pp 5-9.
51. - **ROLLAND L., 1981**: Etude du Cemagref: la mécanisation de l'irrigation par aspersion, TOME II, n° 481. CEMAGREF Bordeaux, pp 65-126.
52. - **ROUVILLOIS B., 1975**: Le pays de Ouargla (Sahara Algérienne). Ed. Département géographique, paris, pp 318-389.
53. - **S. C. D. C., 2003**: Algérie profil agroalimentaire d'un pays: aperçus, statistiques, in formation sur les marché d'Afrique et le Moyen-Orient. La conduite des affaires en Algérie.
54. - **SAMIR G., 1991**: Influence de l'époque de la densité de semis sur le peuplement d'une variété de blé dur, Thèse. Ing., INA (EL-Harrach), 73 p.
55. - **SOLTINER D., 1990** : Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 17^{ème} édition, 464 p.

56. - **SOLTNER D., 1988**: Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 16^{ème} édition, 464 p.
57. - **SOLTNER D., 2003**: Les bases de la production végétale. le sol et son amélioration, Tom I, Ed. 23^{ème} édition, 373 p.
58. - **SOUISSI M., 1998**: Contribution à l'étude de la dynamique de (N, P, K) dans le système sol plante en condition agro pédologique Saharienne, Thèse. Ing., Agro. Saha, INFSAS, Ouargla, 36 p.
59. - **TOUTAIN G., 1977**: Elément d'agronomie Saharienne de la recherche au développement, Ed. Jouve, 1979, 260 p.
60. - **TOUTAIN G., 1979**: Elément d'agronomie Saharienne de la recherche du développement, 271 p.
61. - **ZANE Y., 1993**: Etude du comportement de quelques variétés de blé dur introduites dans les conditions subhumides, Thèse. Ing. INFS (Mostaganem) 89 p.

Sources net :

Fig01 : www.fermes-ouvertes.fenera.fr/plantes/ble.htm

2005

Fig02 : www.pst.chez.tiscali.fr/sutifum/ble.htm

01/09/2002

Fig03 : www.fert.yara.fr/frcrop_fertilization/plant_nutrition_guide/nitrogen_cycle.htm

2005

www.sci.agr.ca/publications/marquis/pages02_f.htm

2005

www.environnement.ecoles.free.fr/images/ble_2r.jpg

17/06/2005

Conclusion Générale

La mise en valeur des terres au niveau des régions sahariennes a permis de mettre en place en dehors de la palmeraie des systèmes de production céréaliers intensifs ; irrigation assurée par les centre-pivots. Au niveau de la région de Ouargla, les résultats encourageants du début se sont vite dégradés ; la superficie emblavée en céréales a connu une régression importante.

Cette étude se propose de contribuer au diagnostic de la situation à même de permettre une meilleure conduite culturale pour des résultats acceptables.

L'expérimentation a eu pour cadre un pivot de 32 hectares au niveau de Hassi ben abdallah emblavé en blé dur, variété Simeto afin de nous permettre de juger des techniques culturales appliquées essentiellement celles relatives à la qualité de la distribution de l'eau, de l'engrais et du végétal sur toute la surface du pivot

Les différents résultats obtenus à travers les différentes sorties sur le terrain et les investigations de laboratoire suggèrent :

- une distribution du couvert végétal hétérogène, l'effet orientation donc rotatif n'est pas significatif ; au contraire, nous remarquons une différence assez nette sur la plan axial ou les composantes du rendement suivent une cinétique décroissante du centre du pivot vers l'extérieur. La principale résultante du développement de la culture soit le rendement confirme cette tendance.

- Le poids de 1000 grains a connu une légère diminution par rapport au poids initial ce qui indique un remplissage incomplet du certainement au niveau de l'alimentation hydrique.

- Une distribution de l'eau qui suggère des doses d'irrigation acceptables mais des fréquences qui sont généralement pénalisantes. Entre deux irrigations et avant le déclenchement de la suivante, la plante s'est retrouvée dans une situation d'humidité équivalente à celle caractéristique du point de flétrissement permanent. Dans ce cas de

figure, la plante et au vu du nombre important d'irrigations appliquée est certainement passée par stress hydriques à répétition.

- La dynamique de l'azote dans le système sol-plante indique un prélèvement cinétique de l'azote par la plante conforme et des quantités reflétant les niveaux de rendements théoriques calculés. Les concentrations d'azote minéral dans le profil indiquent un horizon de surface légèrement plus riche que celui sous-jacent démontrant ainsi le caractère non drainant de l'irrigation appliquée

Au terme de cette expérimentation qui a permis de déceler quelques insuffisances en matière de conduite culturale du blé sous centre pivot dont il est possible d'améliorer les performances, il serait intéressant de reconsidérer l'apport de l'eau dans sa dimension fréquence et « technologique » pour une distribution homogène sur toute la surface du pivot et en quantités suffisantes à même d'éviter à la plante les stress pénalisants à répétition. Par ailleurs, la lutte contre la concurrence interspécifique et le respect des normes relatives à la conduite du blé contribueraient à améliorer les rendements à la parcelle.

1. - **ADJABI K., 1992:** Contribution à l'étude de l'impact de la fertilisation azotée potassique sur l'absorption des éléments N et K par une culture de blé dur et mouvement de l'azote minéral dans un sol sableux en zone aride (région d'Ouargla) , Thèse Ing., INFSAS, Ouargla, 76 p.
2. - **AKLI N., 1995:** Situation de la céréaliculture dans la Wilaya de Ouargla. Evolution et développement. Thèse T.S en céréaliculture sous pivot IFP Ouargla.
3. - **ANONYME., 1987:** Larousse Agricole,154-161 p.
4. - **ATTALAH S., 2000:** Evaluation de la performance de l'irrigation par pivot dans une région Saharienne (cas de Ouargla), Thèse, Mag., INA, El-Harrach, 54 p.
5. - **AZILA, 1992:** Etude comparative des variété locales et améliorer de blé dur conduites en 3dates de semis au niveau des hautes plateaux setifiens, Thèse, Ing., Batna, 62 p.
6. - **BEKKAIR A. et DRENI M., 1995:** Etude de la production d'une variété de blé tendre (var. ccinia), Thèse. Ing. Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 44 p.
7. - **BELAID D., 1986:** Aspect de la céréaliculture Algérienne, Ed.O.P.U, 217 p.
8. - **BELAID D., 1987:** Etude de la fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur (HEDBA) en condition de déficite hydrique. Thèse. Mag. INA, El-HARRACH, 109 p.
9. - **BELAMRI R., 1999:** Contribution à l'étude de comportement d'une culture d'orge sous centre pivot dans la région de Hassi Ben Abdallah (W. Ouargla) Thèse. Ing. Agro. Saha. ITAS, 35p.
10. - **BEN AMOR M., 1991:** Contribution à l'étude de la fertilisation azotée potassique d'une variété de blé dur (Aldura) en condition irrigué à Ouargla, Thèse., Ing., Agro., Saha., INFSAS, Ouargla, 65 p.
11. - **BENBRAHIM F, 2001:** Etude de l'effet saisonnier de la nappe phréatique sur la dynamique des sels solubles dans un sol cultivé et non cultivé dans la cuvette de Ouargla (cas d'exploitation de l'ITAS) Thèse., Ing., Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 107 p.
12. - **BENBRAHIM K., et SAYED I., 2005:** Contribution à l'étude de l'intérêt de l'utilisation de la solarisation du sol dans les périmètres céréaliers sous pivot: cas de la ferme d'ERAD (Ouargla), Thèse. Ing., Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 128 p.
13. - **BENLAMOUDI H., 2002:** Etude du développement d'une céréale à grains (orge) sous centre pivot dans la régions de Ouargla, Thèse. Ing. Agro., Saha., ITAS, Ouargla, 53 p.
14. - **BUCKMAN O., 1990 :** Agriculture et fertilisation, Ed Norsk hydro a.s, 258 p.
15. - **CHELOUFI H., 1991 :** Etude du devenir des fertilisants azotées minéraux dans 4 types de sol cultivés Lorrains, Conséquences Agronomiques et écologiques, Thèse Doctorat INPL, ENSAIA, NANCY (France), 143 p.
16. - **CLEMENT M. et FRANCOISE P., 1998:** Analyse physique des sols: méthodes choisie, édition Lavoisier, Tec et Doc, Paris, 217 p.

17. - **COIC Y., 1952:** La nutrition azotée du blé. Ann. Agro., ppp 3-417-421.
18. - **COUVREUR F., 1981:** La culture du blé se raisonne. Cultivar juin, pp 39-41.
19. - **COUVREUR F., 1985:** Formation du rendement d'un blé et risque climatique, perspective agricole n°95 Août – Septembre, ITCF, Paris, pp 12-15.
20. - **DERAOUI N, 2004 :** Effet de la fertilisation phosphatée sur le comportement d'une variété de blé tendre (var. Anza) conduite en conditions Sahariennes, Thèse, Mag., ITAS, Ouargla 84 p.
21. - **DJIDI Khamis W, 1995:** Etude du comportement de quelques variétés de blé dur (var. Triticum durum DESF) en région aride: cas de Ouargla, Thèse., Ing., Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 80 p.
22. - **DUCHAUFOR P., 1979:** Pédologie: constituants et propriétés du sol, Edition Masson, paris, pp 386-392.
23. - **DURAND J.H, 1983:** Les sols irrigables, étude péologique, Ed. département de géographie de l'université de paris, Sorbonne, 389 p.
24. - **FAURIE G., et BARDIN R., 1979:** Les volatilisations de l'ammoniac, influence des facteurs climatiques et du couvert végétal, Ann., Agro., 30 (05) pp 401-414.
25. - **F. N. I. E 1988:** Fédération national de l'industrie des engrais. la fertilisation. 6^{ème} Edition, Paris, pp 33-44.
26. - **F. N. I. E 1989:** Fédération national de l'industrie des engrais la fertilisation, Paris, 40 p.
27. - **GRIGNAC P., 1977:** Le blé dur morphologie succinité, Annales de L'INA El-Harrach, Vol: VIII n°2, Alger, pp 83-87.
28. - **GROS A., 1979:** Engrais: guide pratique de la fertilisation, Ed. 7^{ème} édition, Maison rustique, 382 p.
29. - **ITDAS., 1993:** Recueil des fiches technique ITDAS.
30. - **ITGC., 1993:** Revue céréaliculture, revue technique et scientifique, ITGC n° 26, Mars. 4 p.
31. - **ITGC., 1994:** Revue céréaliculture, revue technique et scientifique, ITGC n° 27. 26 p.
32. - **Jean Francoise MG., 1977:** Assimilation d'azote chez les plantes: aspect physiologique biochimique et moléculaire, ppp 23-285-355.
33. - **JUSSIAUX G., 1980:** Cours d'agriculture moderne, édition Maison rustique, Ed. 9^{ème}, paris, pp 84-90.
34. - **KAFI et al, 1978:** Monographie de la région de Ouargla, thèse, Ing ITA Mostaganem.
35. - **KEBRI F., 2003:** Avec un niveau de consommation de 60 million Qx/ha l'Algérie un grand consommateur. Partenaire mensuelle de la chambre françaises de commerce et d'industrie en Algérie Décembre n° 41, 23 p.
36. - **LEGRET J., 1985:** La production de blé dans le monde s'accélère, les producteurs agricoles français.
37. - **LOUE A., 1982:** Le potassium et les céréales Dossier K₂O n°02, pp 1-41.
38. - **Martin PREVEL P., 1984,** L'analyse végétal dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérés et tropicales pp 653-667

39. - **MASLE et MEYNEARD 1980**, L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière, Thèse., Doctorat Ing., INA, Paris, France, 274 p.
40. - **MASSE J. et Viaux A., 1983**: Azote et croissance du blé perspective agricoles, Mars n° 68, ITCF, Paris, pp 18-23.
41. - **MAUME L., et DULAC J., 1936**: Echantillonnage rationnel de la plante du blé en vue des analyses chimiques comparatives, C.R. Acad Agric France 26, pp 906-913.
42. - **MEKLICH .A, 1983** : Contribution a l'établissement de la fertilisation azotée de blé d'hiver dans le haut Chélif, Thèse. Mag. INA, EL-HARRACH, 81 p.
43. - **MENGEL K., et KIRKBY EA.,** : Principals of plants, nutrition, INPL, Worblan-Berne, 655 p.
44. - **MICHAEL V., 1999**: Méthode expérimental en agronomie pratique et analyse, édition Tec et Doc, Paris, pp 319-321.
45. - **OULED MOUSSA A., 1999** : Contribution à l'étude de l'uniformité des pluies et les pertes d'eau par un systèmes pivot de 16 ha dans la région de Hassi Ben abdallah (W. de Ouargla). Thèse. Ing. Agro., Saha. ITAS., Ouargla, 55p.
46. - **PRATS J. ET CLEMENT G., 1971**: Les céréales 2^{ème} édition, J.B Bailliére et fils, Paris, ppp 9-23-315.
47. - **REGUIEG Y., HOCINE AB., 1992**, Contribution à la croissance de la dynamique des éléments fertilisants (N,P,K) dans les grands types de sols céréaliers de la région de Tiaret, Thèse., DS. INA., EL-Harrach, 117 p.
48. - **REMY et HEBERT, 1977**: Le devenir des engrais azotée dans le sol. C.R.A.C.A.D Agric France, pp 700-714.
49. - **REMY JC., et VIAUX PH., 1980**: Evolution des engrais azotés dans le sol. Perspectives agricoles spéciales.
50. - **REMY JC., et VIAUX PH., 1980**: Evolution des engrais azotés dans le sol. Perspectives agricoles spéciales fertilisation, Décembre n°43, pp 5-9.
51. - **ROLLAND L., 1981**: Etude du Cemagref: la mécanisation de l'irrigation par aspersion, TOME II, n° 481. CEMAGREF Bordeaux, pp 65-126.
52. - **ROUVILLOIS B., 1975**: Le pays de Ouargla (Sahara Algérienne). Ed. Département géographique, paris, pp 318-389.
53. - **S. C. D. C., 2003**: Algérie profil agroalimentaire d'un pays: aperçus, statistiques, in formation sur les marché d'Afrique et le Moyen-Orient. La conduite des affaires en Algérie.
54. - **SAMIR G., 1991**: Influence de l'époque de la densité de semis sur le peuplement d'une variété de blé dur, Thèse. Ing., INA (EL-Harrach), 73 p.
55. - **SOLTINER D., 1990** : Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 17^{ème} édition, 464 p.

56. - **SOLTNER D., 1988**: Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 16^{ème} édition, 464 p.
57. - **SOLTNER D., 2003**: Les bases de la production végétale. le sol et son amélioration, Tom I, Ed. 23^{ème} édition, 373 p.
58. - **SOUISSI M., 1998**: Contribution à l'étude de la dynamique de (N, P, K) dans le système sol plante en condition agro pédologique Saharienne, Thèse. Ing., Agro. Saha, INFSAS, Ouargla, 36 p.
59. - **TOUTAIN G., 1977**: Elément d'agronomie Saharienne de la recherche au développement, Ed. Jouve, 1979, 260 p.
60. - **TOUTAIN G., 1979**: Elément d'agronomie Saharienne de la recherche du développement, 271 p.
61. - **ZANE Y., 1993**: Etude du comportement de quelques variétés de blé dur introduites dans les conditions subhumides, Thèse. Ing. INFS (Mostaganem) 89 p.

Sources net :

Fig01 : www.fermes-ouvertes.fenera.fr/plantes/ble.htm

2005

Fig02 : www.pst.chez.tiscali.fr/sutifum/ble.htm

01/09/2002

Fig03 : www.fert.yara.fr/frcrop_fertilization/plant_nutrition_guide/nitrogen_cycle.htm

2005

www.sci.agr.ca/publications/marquis/pages02_f.htm

2005

www.environnement.ecoles.free.fr/images/ble_2r.jpg

17/06/2005

Annexe 01:

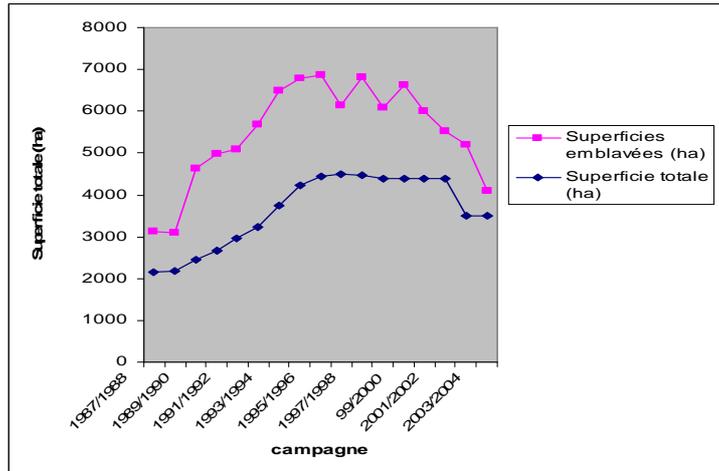


Figure n° 05. Superficies totales et emblavées par campagne (DSA, 2005)

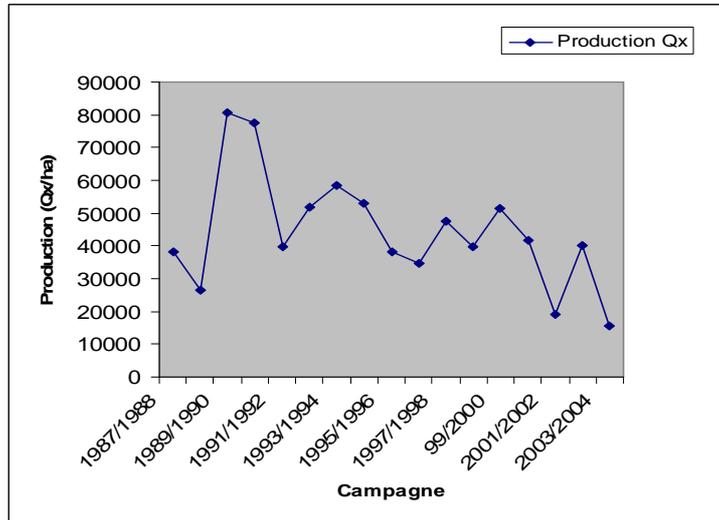


Figure n° 06. Production totale par campagne (DSA, 2005)

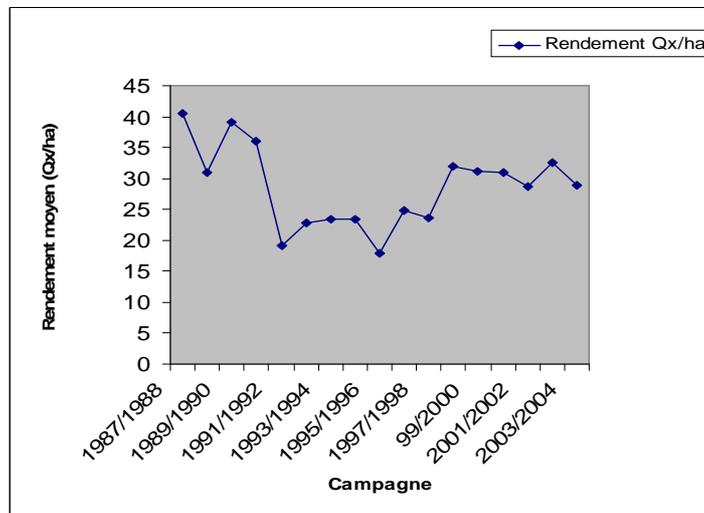


Figure n° 07. Rendement moyen par campagne (DSA, 2005)

Annexe 02: Calendrier d'irrigation:

Date	Traitements (opérations)
15-17/01/2004	Application du 525 litres de UAN
18-23/01/2004	Irrigation sans fertilisation.
24/01/2004	Application du 275 litres de UAN
25-28/01/2004	Irrigation sans fertilisation.
29-30/01/2004	Application du 2000 litres de UAN
31/01/2004	Arrêt technique
01-02/02/2004	Irrigation sans fertilisation.
03/02/2004	Arrêt technique
04-07/02/2004	Irrigation sans fertilisation.
08/02/2004	Arrêt technique
09/02/2004	Irrigation sans fertilisation.
10/02/2004	Arrêt technique
11/02/2004	Fertigation (UREE)
12/02/2004	Arrêt technique
13/02/2004	Fertigation (UREE)
14/02/2004	Arrêt technique
15/02/2004	Fertigation (UREE)
16/02/2004	Arrêt technique
17/02/2004	Fertigation (UREE)
18/02/2004	Arrêt technique
19/02/2004	Application du 2000 litres de UAN
20/02/2004	Arrêt technique.
21/02/2004	Fertigation (phosamco + agriphose)
22-23/02/2004	Arrêt technique.
24-25/02/2004	Irrigation sans fertilisation.
26/02/2004	Fertigation (phosamco + agriphose)
27/02/2004	Arrêt d'irrigation.
28-29/02/2004	Irrigation sans fertilisation.
01/03/2004	Arrêt technique
02/03/2004	Fertigation 1000 litres UAN.
03-04/03/2004	Arrêt technique
05/03/2004	Irrigation sans fertilisation.
06/03/2004	Arrête technique
07/03/2004	Irrigation sans fertilisation.
08-09/03/2004	Fertigation 1500 litres UAN.
10/03/2004	Arrête technique.
11/03/2004	Irrigation sans fertilisation.
12/03/2004	Arrête technique
13-14/03/2004	Irrigation sans fertilisation.
15-17/03/2004	Fertigation (24 unités)
18-24/03/2004	Irrigation sans fertilisation.
25-26/03/2004	Fertigation (UREE)
27-30/03/2004	Arrêt technique.
31-01/04/2004	Fertigation (16 unités)
02-04/04/2004	Arrêt technique
05-10/04/2004	Irrigation sans fertilisation.
11,13,15/04/2004	Fertigation (18 unités)
12,14,16-28/04/2004	Irrigation sans fertilisation.

29/04/2004	Arrêt technique (coupure d'électricité).
30-02/05/2004	Irrigation sans fertilisation.
03/05/2004	Arrêt intempestif
04-07/05/2004	Irrigation sans fertilisation.
08-09/05/2004	Arrêt technique.

Annexe n 03 : Les différentes étapes du dosage de l'azote par la méthode, KJELDAHL

	<p>1/ Minéralisation: après l'agitation de l'échantillon (20 g de terre fine + 20 ml d'eau distille).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Attaque sulfurique: ajouter 250 g de K_2SO_4 + 250 g de $CuSO_4$ + 5 g de sélénium + 20 ml d'H_2SO_4. - porter à l'attaque dans rampe, chauffer d'abord doucement jusqu'à ce que l'eau s'évapore puis augmentation de la chaleur. - après 3 heure d'attaque les faire sortir et les refroidir.
	<p>2/ Laver les matras Kjeldahl 2 fois avec l'eau distillé et compléter à 200 ml.</p>
	<p>3/ Transvaser ensuite dans une fiole jaugé de 200 ml.</p>
	<p>4/ Distillation : Déplacement de l'ammonium par la soude, distillation et récupération de l'ammoniac formé par un excès d'acide titré.</p>
	<p>5/ Dosage: Titration par la soude: de l'excès d'acide non neutralisé par l'ammoniac distillé en déduire le taux d'azote en % de l'échantillon.</p>

Annexe n 04 : Teneur en Azote (%) dans la plante aux principaux stades végétatifs

Stades Traitements	Tallage	Montaison	Epiaison	Maturation
T1	0,08	0,075	0,07	0,1
T2	0,07	0,07	0,07	0,16
T3	0,07	0,06	0,06	0,12
T4	0,05	0,06	0,05	0,14
T5	0,05	0,06	0,04	0,1
T6	0,07	0,055	0,04	0,12

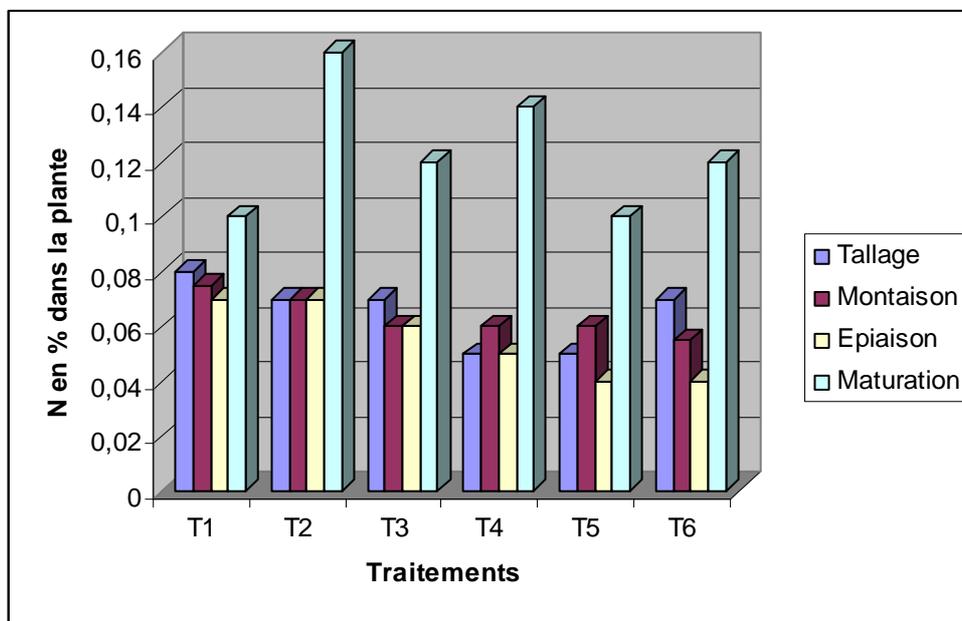


Figure 01 : Evolution de la Teneur en Azote (%) dans la plante.

Annexe 05:

Analyse statique des résultats de l'essai:

Tableau n°01: Analyse de variance de la variable Nombre de plantes/m² (NP/m²).

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	73.832,50	23	3210,11				
VAR. facteur1	12.455,50	5	2491,10	1,30	0,3145		
VAR. Blocs	329.692,83	3	10.897,61	5,70	0,0083		
VAR. résiduelle 1	28.684,17	15	1912,28			43,73	15,2%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°02: Analyse de variance de la variable coefficient de tallage (CT).

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	7,98	23	0,35				
VAR. facteur1	1,94	5	0,39	1,51	0,2455		
VAR. Blocs	2,18	3	0,73	2,83	0,0729		
VAR. résiduelle 1	3,85	15	0,26			0,51	13,6%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°03: Analyse de variance de la variable nombre d'épis/m².

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	1.049.985,00	23	45.651,52				
VAR. facteur1	71.5931,25	5	143.186,25	6,87	0,0017		
VAR. Blocs	21.623,88	3	7.207,96	0,35	0,7945		
VAR. résiduelle 1	31.249,88	15	20.828,66			144,32	27,2%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 1: TRAITEMENT

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4	5	6
VALEURS DES PPAS	217,65	264,85	293,97	315,06	331,55

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	T1	756,50	A
2	T2	675,75	A
3	T3	635,50	A
4	T4	483,50	A B
5	T5	326,00	B
6	T6	303,00	B

Tableau n°04: Analyse de variance de la variable nombre de grains/épis.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	601,33	23	26,14				
VAR. facteur1	70,83	5	14,17	0,77	0,5876		
VAR. Blocs	254,33	3	84,87	4,60	0,0178		
VAR. résiduelle 1	276,17	15	18,41			4,29	13,5%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°05: Analyse de variance de la variable de poids de 1000 grains.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	102,26	23	4,45				
VAR. facteur1	24,97	5	4,99	0,99	0,4549		
VAR. Blocs	1,91	3	0,64	0,13	0,9419		
VAR. résiduelle 1	75,38	15	5,03			2,24	4,5%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°06: Analyse de variance de la variable rendement théorique.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	38.542,38	23	1.675,76				
VAR. facteur1	25.916,93	5	5.183,39	7,29	0,0013		
VAR. Blocs	1.956,22	3	652,07	0,92	0,4582		
VAR. résiduelle 1	10.669,23	15	711,28			26,67	31,7 %

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 1: fertigation

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4	5	6
VALEURS DES PPAS	40,22	48,84	54,32	58,22	61,27

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	T1	134,75	A
2	T2	104,67	A B
3	T3	100,68	A B
4	T4	74,56	B C
5	T5	41,13	C
6	T6	48,34	C

Tableau n°07: Analyse de variance de la variable production de matière sèche Tallage.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	245.622,97	23	10.679,26				
VAR. facteur1	67.651,45	5	13.530,29	2.12	0,1192		
VAR. Blocs	82.098,30	3	27.366,10	4.28	0,0226		
VAR. résiduelle 1	95.873,22	15	6.391,55			79,95	31,2%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°08: Analyse de variance de la variable production de matière sèche Montaison.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	854.043,31	23	37.132,32				
VAR. facteur1	185.409,31	5	37.081,86	1,07	0,4148		
VAR. Blocs	149.679,31	3	49.893,11	1,44	0,2697		
VAR. résiduelle 1	518.954,69	15	34.596,98			186,00	24,8%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°09: Analyse de variance de la variable production de matière sèche épiaison.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	3.976.879,25	23	172.907,80				
VAR. facteur1	765.321,75	5	153.064,34	0,79	0,5720		
VAR. Blocs	318.805,25	3	106.268,41	0,55	0,6583		
VAR. résiduelle 1	2.892.752,25	15	192.850,16			493,15	23,1%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°10: Analyse de variance de la variable production de matière sèche Maturation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	1.645.998,88	23	71.565,17				
VAR. facteur1	229.861,63	5	45.972,32	0,55	0,7360		
VAR. Blocs	167.650,88	3	55.883,63	0,67	0,5857		
VAR. résiduelle 1	1.248.486,38	15	83.232,42			288,50	17,9%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°11: Analyse de variance de la variable teneur d'azote Tallage.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	0,01	23	0,00				
VAR. facteur1	0,00	5	0,00	1,01	0,4466		
VAR. Blocs	0,00	3	0,00	2,05	0,1498		
VAR. résiduelle 1	0,00	15	0,00			0,01	20,6%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°12: Analyse de variance de la variable teneur d'azote montaison.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	0,00	23	0,00				
VAR. facteur1	0,00	5	0,00	2,17	0,1120		
VAR. Blocs	0,00	3	0,00	0,49	0,6947		
VAR. résiduelle 1	0,00	15	0,00			0,01	16,6%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°13: Analyse de variance de la variable teneur d'azote épiaison.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	0,01	23	0,00				
VAR. facteur1	0,00	5	0,00	1,65	0,2076		
VAR. Blocs	0,00	3	0,00	2,49	0,0991		
VAR. résiduelle 1	0,00	15	0,00			0,02	30,5%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°14: Analyse de variance de la variable teneur d'azote maturation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	0,04	23	0,00				
VAR. facteur1	0,01	5	0,00	0,83	0,5509		
VAR. Blocs	0,01	3	0,00	1,24	0,3305		
VAR. résiduelle 1	0,03	15	0,00			0,04	32,5%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°15: Exportation d'azote par la plante au stade Tallage.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	893,35	23	38,84				
VAR. facteur1	173,01	5	34,60	1,17	0,3711		
VAR. Blocs	274,91	3	91,64	3,09	0,0587		
VAR. résiduelle 1	445,42	15	29,69			5,45	32,4 %

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°16: Exportation d'azote par la plante au stade Montaison.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	3.968,54	23	172,55				
VAR. facteur1	1.313,07	5	262,61	1,76	0,1812		
VAR. Blocs	417,87	3	139,29	0,93	0,4504		
VAR. résiduelle 1	2.237,60	15	149,17			12,21	26,2%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°17: Exportation d'azote par la plante au stade épiaison.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	45.579,95	23	1.981,74				
VAR. facteur1	16.253,18	5	3.250,64	2,87	0,0514		
VAR. Blocs	12.348,50	3	4.116,17	3,64	0,0373		
VAR. résiduelle 1	16.978,28	15	1.131,89			33,64	32,1%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°18: Exportation d'azote par la plante au stade Maturation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	152.208,05	23	6.617,74				
VAR. facteur1	35.348,30	5	7.069,66	0,97	0,4686		
VAR. Blocs	7.346,00	3	2.448,67	0,34	0,8019		
VAR. résiduelle 1	109.513,74	15	7.300,92			85,45	42,8%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

Absence des groupes homogènes.

Tableau n°19: Analyse de variance de la variable N assimilable .

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. Totale	0,15	47	0,00				
VAR. facteur1	0,04	3	0,01	8,60	0,0002		
VAR. facteur2	0,01	1	0,01	7,26	0,0104		
VAR.INTER F1*2	0,01	3	0,00	2,33	0,0905		
VAR. Blocs	0,04	5	0,01	5,35	0,0010		
VAR. résiduelle 1	0,05	35	0,00			0,04	8,9 %

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 1: Stades

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4
VALEURS DES PPAS	0,03	0,04	0,04

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3	EPI	0,47	A
2	MON	0,45	A
1	TAL	0,41	B
4	MAT	0,40	B

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES	2
VALEURS DES PPAS	0,02

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	P1	0,45	A
2	P2	0,42	B

Tableau n°20: Analyse de variance de la variable humidité au stade Tallage une heure avant irrigation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. TOTAL	2,96	11	0,27				
VAR. FACTEUR1	0,02	2	0,01	0,13	0,8798		
VAR. FACTEUR2	2,39	1	2,39	27,96	0,0038		
VAR. INTER F1*2	0,11	2	0,06	0,65	0,5644		
VAR. BLOCS	0,02	1	0,02	0,20	0,6755		
VAR. résiduelle 1	0,43	5	0,09			0,29	5,9%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,43

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2	P2	5,38	A
1	P1	4,49	B

Tableau n°21: Analyse de variance de la variable au stade Tallage humidité une heure après irrigation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. TOTAL	2,31	11	0,21				
VAR. FACTEUR1	0,00	2	0,00	0,00	0,9900		
VAR. FACTEUR2	2,18	1	2,18	99,20	0,0004		
VAR. INTER F1*2	0,01	2	0,01	0,29	0,7617		
VAR. BLOCS	0,01	1	0,01	0,58	0,4856		
VAR. résiduelle 1	0,11	5	0,02			0,15	2,0%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,22

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	P1	7,72	A
2	P2	6,86	B

Tableau n°22: Analyse de variance de la variable humidité au stade Montaison une heure avant irrigation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. TOTAL	4,24	11	0,39				
VAR. FACTEUR1	0,69	2	0,34	8,65	0,0248		
VAR. FACTEUR2	3,19	1	3,19	80,21	0,0005		
VAR. INTER F1*2	0,16	2	0,08	2,04	0,2252		
VAR. BLOCS	0,00	1	0,00	0,00	0,9856		
VAR. résiduelle 1	0,20	5	0,04			0,20	3,8%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 1: Irrigation/stade

NOMBRE DE MOYENNES 2 3
VALEURS DES PPAS 0,36 0,46

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	Tal	5,56	A
3	EPI	5,21	A B
2	MON	4,98	B

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,30

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2	P2	5,77	A
1	P1	4,73	B

Tableau n°23: Analyse de variance de la variable au humidité stade Montaison une heure après irrigation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. TOTAL	3,43	11	0,31				
VAR. FACTEUR1	0,32	2	0,16	0,87	0,4747		
VAR. FACTEUR2	1,83	1	1,83	9,97	0,0253		
VAR. INTER F1*2	0,29	2	0,14	0,79	0,5067		
VAR. BLOCS	0,08	1	0,08	0,46	0,5341		
VAR. résiduelle 1	0,92	5	0,18			0,43	6,2%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,64

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	P1	7,26	A
2	P2	6,48	B

Tableau n°24: Analyse de variance de la variable humidité au stade Epiaison une heure avants irrigation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. TOTAL	2,92	11	0,27				
VAR. FACTEUR1	0,34	2	0,17	2,26	0,1995		
VAR. FACTEUR2	1,94	1	1,94	25,53	0,0045		
VAR. INTER F1*2	0,26	2	0,13	1,73	0,2685		
VAR. BLOCS	0,00	1	0,00	0,05	0,8203		
VAR. résiduelle 1	0,38	5	0,08			0,28	4,6%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,41

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2	P2	6,37	A
1	P1	5,56	B

Tableau n°25: Analyse de variance de la variable humidité au stade Epiaison une heure après irrigation.

	S.C.E	DDL	CARRES MOYENNE	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. TOTAL	0,36	11	0,03				
VAR. FACTEUR1	0,02	2	0,01	0,50	0,6350		
VAR. FACTEUR2	0,22	1	0,22	12,43	0,0172		
VAR. INTER F1*2	0,01	2	0,00	0,18	0,8402		
VAR. BLOCS	0,02	1	0,02	1,38	0,2934		
VAR. résiduelle 1	0,09	5	0,02			0,13	2,0%

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES 2
VALEURS DES PPAS 0,20

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	P1	6,86	A
2	P2	6,59	B

Tableau n°26: Analyse de variance des variables aux différents stades.

Test de NEWMAN-KEULS (seuil = 5%).

FACTEUR 2: Profondeur

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4	5	6
VALEURS DES PPAS	0,32	0,39	0,43	0,46	0,48
	0,49	0,51	0,52	0,54	0,55

F1	F2	F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
1	1	2	Tal-p1 -HAP	7,72	A
2	1	2	Mon-p1 -HAP	7,26	B
1	2	2	Tal-p2 -HAP	6,86	C
3	1	2	Epi-p1 -HAP	6,86	C
3	2	2	Epi-p2 -HAP	6,59	C D
2	2	2	Mon-p2 -HAP	6,48	C D
3	2	1	Epi-p2 -HLA	6,37	D
2	2	1	Mon-p2 -HLA	5,77	E
3	1	1	EPi-p1 -HLA	5,56	E
1	2	1	Tal-p2 -HLA	5,38	E
2	1	1	Mon-p1 -HLA	4,74	F
1	1	1	Tal-p1 -HLA	4,49	F

Annexe 06: les différents problèmes rencontrés au niveau de cette expérimentation.



Figure n°32. Une heure avant irrigation.



Figure n°33. Une heure après irrigation.



Figure n°34. Infestation du brome aux stades Montaison et épiaison.



Figure n°35. Infestation des différents mauvaises herbes aux stades Maturation.



Figure n°36. Vue générale de la culture au stade Tallage.



Figure n°37. Vue générale de la culture au stade épiaison



Figure n°38. Vue générale de la culture au début Maturation.



Figure n° 39; 40; 41. Problème de la croûte et des mottes

Annexe 07: Inventaire des mauvaises herbes rencontrées

Famille	Espèces	Groupe	Photos
<i>Fabaceae</i>	<i>Melilotus infesta</i>	Dicotylédones	
<i>Poaceae</i>	<i>Avena Sativa</i>	Monocotylédones	
	<i>Bromus sp</i>	Monocotylédones	
	<i>Setaria Verticillata</i>	Monocotylédones	
	<i>Hordeum murinum</i>	Monocotylédones	Pas de photo
	<i>Lolium multiflorum</i>	Monocotylédones	Pas de photo
<i>Polygonaceae</i>	<i>Emex spinosa</i>	Monocotylédones	Pas de photo
<i>Chénopodiaceae</i>	<i>Chenopodium murale</i>	Monocotylédones	Pas de photo
<i>Malvaceae</i>	<i>Malva sp</i>	Monocotylédones	Pas de photo

Résumé

- La céréaliculture au niveau des régions Sahariennes a connu une évolution très importante où des milliers d'hectares ont été emblavés et c'est grâce au programme APFA (Accession à la Propriété foncière Agricole); l'on assiste aujourd'hui à une régression en matière de rendement et de production.

Le travail conduit au niveau de la station expérimentale d'ERAD de Hassi Ben Abdallah (Ouargla) durant la campagne agricole (2003-2004) a pour objet de juger des techniques agricoles appliquées essentiellement celles relatives à la qualité de la distribution de l'eau, de l'engrais et du végétal sur toute la surface du pivot; il en ressort:

- Un effet très significatif sur les composantes de rendement puisque l'on remarque un gradient décroissant du centre du pivot vers l'extérieur, ceci est confirmé par les rendements théoriques et "machine" obtenus.

- Une distribution assez homogène de l'azote minéral sur les deux horizons du sol mais cela n'est pas vérifié au niveau de l'exportation par le végétal, ce dernier montre une cinétique de prélèvement de l'azote conforme pour les céréales.

- Un horizon de sol superficiel généralement plus riche en azote minéral par rapport à celui plus profond démontrant ainsi le caractère non drainant de l'irrigation appliquée à cette culture.

- Une distribution d'eau qui s'insère entre les deux humidités caractéristiques entre deux irrigations soit l'humidité à la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement. Le caractère non drainant est confirmé par les profils hydriques aux différents stades végétatifs de la plante.

- La synthèse des résultats dans sa principale résultante qui est le rendement montrent que l'hétérogénéité très importante; le pivot étant la cause principale à travers sa maîtrise, son entretien ou sa propre technologie de fabrication.

Mot-clé: Céréaliculture, Pivot, Région Saharienne, Irrigation, Fertilisation Azotée.

! "# \$ % & ' () * + , - . / 0 1 2 3 ,
 F = \$ > ' ' ? @ ! (B C 3 D E A 7 < ; 3 5 6 (3 7 8 9 8 : 4 A P F A
 Q O , T U V O) : T O W ; O \$ 4 N D O P O ! Q) R ; M 4 L \$ H I \$ - 9 8 . J (% & K B I G
 I \$ - 9 8 + Y D Z [\ 3] 3 ! 6 8 (\$ ^ 8 O W) J 3 , T U + 3 6 \$ V 3 6 _ D ` 2 0 0 4 X 2 0 0 3
 d "# 8 0 D S < K a b 8 c (, -
 i 3 H "# 5 P S T 3 h D 3 B 5 3 S g , T 2 3 , ' ' + 7 9 8 f \$ L (f ! - J 8 V E e \$ G
 F j 3 . \$ k l K m ' ' : T W P % & D @ b
 _ P + [D I \$ - 9 8 6 \$ n % & P 7 < ! \$ o 6 I \$ - 9 8 p D (+ q r L \$] \$ G
 F 8 6 !) + [S \$ 3 , f K % W [% & +
 \ 3 _ O C D Y 5 3 u 1 f 6 3 J (6 ! 6 p D (+ [! 3 t ? 7 t ! \$ 3 - 3 (6 G
 F 5 \% 9 8 6
 \ 5 0 3 J x D] A \$ 6 ! . 6 S ! d f ! K v \$ w e l f 5 3 J \$ f \$ f ! a \ 3] G
 F + 8 3 [{ 8 \$ | \ 3 ! 6 8 (\$ 3 z] 6 : T W P Y D y \ 3 _ O C D
 K O a b O ~ (D B V E P \$ f ' ' 8 J \$ E 3 . a 3 - 3 x \$: T W P x \$ 8 , G
 F j ! O W 3 B 7 \$ j \$ O 1 j \$ 3 0 < j ! . J (Y 3 - 3 1 3 "#] B % & P \$ % O - 3 x € -
 F v [D 3 J - \$ < K < < K a b < € 8 • J 6 d

Summary

Cereal cultivation of Saharian areas knew a very significant evolution where thousands of hectares were emblazes and it is grace AALP program (Accession of Agricultural Land Property); one attends today a regression in yield and production.

This work, carried out in the ERIAD experimental station of Hassi Ben Abdallah (Ouargla) during the agricultural period (2003-2004) has the aim of considering agricultural techniques applied, primarily those relating to the quality of water distribution, fertilizer and plant on total pivot surface; it comes out from it:

- A significant span effect on output components since we notes a decreasing gradient of the centre of pivot towards outside, this is confirmed by the theoretical yields and "machine" obtained.

- A rather homogeneous distribution of mineral nitrogen on the two horizons of soil but that is not checked on the level of plant export, this last shows kinetics of nitrogen taking away in conformity for cereals.

- A surface horizon of ground generally richer in mineral nitrogen compared to that deeper thus showing the character not draining of the irrigation applied to this culture.

- A distribution of water which fits between the two humidity characteristics between two irrigations is humidity at the field capacity and humidity at the point of fading. The character not draining is confirmed by the hydrous profiles at the various vegetative plant stages.

- The summary of the results in its principal resultant which is the yield show a very significant heterogeneity; the pivot being the principal cause through its control, its maintenance or its own manufacture technology.

Keyword: Cereal cultivation, pivot, Sahara area, irrigation, nitrogen fertilization