



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

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
D'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne

Option : Production Végétale

THEME

Etude comparative de deux types d'engrais phosphatés sur
céréales à pailles (orge) dans la région d'Oued Righ
(Station El-Arfiane)

Présenté par

M^{elle} BOUHANIA RATIBA

M^{elle} ZEHRI SAMIA

Composition du jury:

Président : M HALILAT M T. (Maître de conférences, Université de Ouargla)

Promoteur : M CHELOUFI H. (Maître de conférences, Université de Ouargla)

Co-promoteur : M BRAHIMI T. (Ingénieur d'état en agronomie ITDAS, BISKRA)

Examineurs : M CHAABENA A. (Maître assistant, Université de Ouargla)

M^{ème}: BOUKHALFA N. (Maître assistante, Université de Ouargla)

Année Universitaire : 2004-2005

Remerciement

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens à fin de pouvoir accomplir ce travail.

Il nous est agréable au terme de ce travail, d'exprimer notre reconnaissance à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions tout particulièrement notre promoteur Mr CHELOUFI .H , maître de conférences au département de l'agronomie saharienne , d'avoir dirigé ce travail , d'avoir usé de toute sa bonne volonté et aussi pour ses judicieux conseils et toute la patience dont il a fait preuve durant l'élaboration de cette étude .

Que Mr BRAHIMI .T Ingénieur d'état en l' I.T.D.A.S, Ain Ben Noui Biskra, trouve ici l'expression de notre profonde gratitude pour avoir accepté de diriger en co-promotion le partie pratique de ce travail.

A Mr HALILAT .MT, maître de conférences et chef du département des sciences agronomiques à l'université de Ouargla, nous lui adressons nos plus vifs remerciements pour avoir accepté de présider ce jury.

A Mr CHAÂBENA .A, maître assistant au département des sciences agronomiques à l'université de Ouargla, nous adressons nos vifs remerciements pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

A Mme BOUKHALFA.N maître assistante au département des sciences agronomiques à l'université de Ouargla, nous adressons nos vifs remerciements pour avoir accepter d'examiner ce mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent également à Mrs BELABASSI.H, CHERFOUH R et à toute l'équipe de l'I.T.D.A.S d'El Arfiane (Djamaa).

Nos vifs remerciements aux laborantins de l' I.T.D.A.S de Ain Ben Noui (Biskra) pour leurs précieuses aide et assistance.

Nos vifs remerciements s'adressent à Mr HANACHI.S (CDARS) de Ouargla

Nos vifs remerciements s'adressent à RABIE, HAMID et HICHEM, pour leurs précieuse aide et assistance.

RATIBA

SAMIA

Résumé

Dans le cadre de l'amélioration des productions agricoles en général et des productions céréalières en particulier dans des conditions agro-climatiques sahariennes, le présent travail se propose une contribution à la définition d'une politique de fertilisation minérale des sols. Au cours de la campagne agricole 2004/2005 et sur une culture d'orge, nous avons testé l'efficacité d'une fertilisation phosphatée à partir d'un phosphate naturel par rapport à l'engrais classique à savoir le TSP.

Les principaux résultats obtenus militent en faveur des engrais de synthèse soit le TSP par rapport au phosphate naturel puisque nous avons observé des différences soit :

- une amélioration de paramètre de fertilité (nombre d'épis par mètre carré) d'où un gain d'environ 45% en matière de rendement
- un meilleur enrichissement de la couche superficielle du sol en phosphore assimilable mais la différence s'amenuise à fur à mesure que l'on se rapproche de la fin du cycle végétatif de l'orge.

Par ailleurs, le phosphate naturel (DO 20%) a eu une action significative en nombre d'épis par mètre carré par rapport au témoin ; d'autres considérations d'ordre technico-économique et écologique pourraient lui ouvrir de meilleurs horizons.

Mots clés :

Fertilisation phosphatée, TSP 46%, Phosphate naturel, Orge, Régions sahariennes, Algérie.

ملخص

في اطار تطوير الانتاج الفلاحي عموما و انتاج الحبوب بصفة خاصة في ظروف البيئة الفلاحية الصحراوية ، هذا العمل يقدم مساهمة في تحديد و تعريف سياسة للتخصيب المعدني للتربة .

في الموسم الفلاحي 2004-2005 ، قمنا بتجربة فعالية التخصيب بالاسمدة الفسفاتية لزراعة الشعير عن طريق الفسفات الطبيعي مقارنة بالسماد المعروف TPS

النتائج الاساسية المحصل عليها بينت ان السماد TSP اعطى نتائج حسنة مقارنة بالفسفات الطبيعي و افضت الملاحظات المسجلة الى اختلافات منها :

- تطوير عامل الخصوبة (عدد السنابل/م²) اعطت زيادة تقارب 45% من المرودية

- اغناء جيد للطبقة السطحية للتربة بعنصر الفسفور الممتص ، لكن الفرق يتضح تبعا لاقتراب نهاية الدورة الزراعية للشعير .

خلافا ، ان الفسفات الطبيعي %DO20 (كان له اثر واضح بالنسبة لعدد السنابل/م² مقارنة بالمساحة غير المسمدة ، و اعتنات

اخرى من الجانب تقني-اقتصادي و البيئي ، يمكن ان يفتح له افاقا جيدة.

الفسفات الطبيعي ، الشعير ، المناطق الصحراوية ، الجزائر TSP46 % التخصيب الفسفاتي ، كلمات المفتاح

Summary

Within the framework of the improvement of the agricultural productions in general and cereal productions in particular under Saharan agro-climatic conditions, this work proposes a contribution to the definition of a policy of mineral fertilization

Grounds. During the agricultural partner 2004/2005 and on a barley culture, we tested the effectiveness of a fertilization phosphated starting from a phosphate rock compared to traditional manure to know the TSP.

The principal results obtained militate in favor of the manure of synthesis is the TSP compared to rock phosphates since we observed significant differences is:

- an improvement of the parameter of fertility (a number of ears per square meter) from where a profit from approximately 45 as regards output.
- a better enrichment of the surface layer of the ground in assimilable phosphorus but the difference is reduced with fur and as one approaches the end of the vegetative cycle of the barley.

In addition, the rock phosphate (DO20%) had a significant action a number of ears per square meter compared to the witness; other considerations of a technical-economic and ecological nature could open better horizons to him,

Key words: Phosphated fertilization, TSP 46, rock Phosphate, Barley, Area Saharan, Algeria.

Liste des abréviations

- ANRH** : Agence National Des Ressources Hydriques.
- DO 20%** : Djebel El Onk 20%.
- H.S** : Hautement Significatif
- INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique
- ITDAS** : Institut Technologique de Développement de l'Agriculture Saharienne
- N.S** : Non Significatif
- ONM** : Office National de la Météorologie
- S** : Significatif
- TSP** : Triple Super Phosphate

Liste des tableaux

Tableau 1 : Teneur en éléments minéraux de quelques plantes (DUTIL, 1973).....	9
Tableau 2 : Données climatiques de la localité d'étude (période 1983-2003).....	24
Tableau 3 : Données climatiques de la campagne 2004-2005	25
Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques du sol	27
Tableau 5 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation	28
Tableau 6 : Différentes opération culturales :	30
Tableau 7 : Evolution de la teneur en phosphore assimilable (ppm) dans le sol	38
(à profondeur 0-30cm)	38
Tableau 8 : Influences des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur en phosphore de l'orge (ppm) :.....	40
Tableau 9 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur des grains en phosphore en (ppm) :.....	41
Tableau 10 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur de la plante (tige+racine+feuille) en phosphore en ppm	42
Tableau 11 : influence des différents types d'engrais phosphatés sur la densité de peuplement	44
Tableau 12 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le tallage herbacé.....	45
Tableau 13 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le nombre	46
D'épis / m ²	46
Tableau 14 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le nombre	47
grains / épis :	47
Tableau 15: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le poids de 1000 grains	48
Tableau 16: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain théorique (q /ha)	49
Tableau 17: influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain pratique (q /ha)	50
Tableau 18: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en paille (q / ha)	51
Tableau 19: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la hauteur de la tige (cm)	52
Tableau 20 : influence de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épis (cm)....	53

Liste des figures

Figure 01: les formes du phosphore dans le sol (GERVY, 1970).....	6
Figure 02:La morphologie de l'orge	Erreur ! Signet non défini.
Figure 03:Les différente parties de la plante d'orge	Erreur ! Signet non défini.
Figure 04: Stades de développement de l'orge	20
Figure 05: La carte géographique de la région d'étude.....	22
Figure 06: Dispositif expérimental.....	29
Figure 07 : Evolution de la teneur en phosphore assimilable (ppm) du sol.	39
Figure 08: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur en phosphore de l'orge (ppm) :	40
Figure 09: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur des grains en phosphore en (ppm).....	42
Figure 10: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur de la Plante (racines+paille) en phosphore en ppm.	43
Figure 11: Influence des différents types d'engrais phosphatées sur la densité de peuplement.	44
Figure 12: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le tallage herbacé.....	45
Figure 13: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le nombre d'épis / m ²	46
Figure 14: Influence des différentes types d'engrais phosphatés sur le nombreb Grains /épis :	47
Figure 15: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le poids de 1000 grains .	49
Figure 16: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain théorique (q /ha)	50
Figure 17: influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain pratique (q /ha)	51
Figure 18: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en paille (q/ha).....	52
Figure 19: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la hauteur de la tige (cm)	53
Figure 20 : influence de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épis (cm)	54

Listes des photos

Photo 1 : Site expérimental.....	31
Photo 2: La levée.....	31
Photo 3: Epannage d'engrais Azoté.....	31
Photo 4: Comptage et prélèvement des plantes.....	33
Photo 5: Prélèvement des échantillons du sol.....	33
Photo 6: Analyses du sol et du végétal.....	36

.

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Première Partie:

Synthèse Bibliographique

.....	3
I : Le phosphore et le système Sol - Plante	4
1. Le phosphore dans le sol :	4
1.1. Les différents états du phosphore dans le sol :	4
1.2. Les formes du phosphore dans le sol :	4
1.3. Les facteurs influençant l'assimilabilité du phosphore dans le sol :.....	7
2. Le phosphore et la plante :	9
2.1. Importance et rôle du phosphore :	9
2.2. Le phosphore dans la plante.....	10
2.3. Absorption du phosphore par la plante :	10
2.4. Excès et carence du phosphore :	11
3. La fertilisation phosphatée :	11
3.1. Les triples superphosphates 46% :	11
3.2. PHOSPHATE D.O 20%	12
4. Interactions des éléments nutritifs et le phosphore:	13
II : L'orge	14
1. morphologie	14
2. Exigences de la culture :	17
3. Le cycle de développement de la culture d'orge:.....	18

Deuxième Partie:

Matériels et Méthodes d'étude

.....	21
I- Présentation de la localité d'étude	22
1. Caractéristiques climatiques	23
2. Caractéristique édaphique	24
3. Présentation du site expérimental.....	25
II Matériel d'étude :	26
1. Matériel végétal :	26
2. Le sol :	26
3. Doses et forme d'engrais phosphaté :	27
III Méthode expérimentale:	29
1. Protocole expérimental	29
2. Dispositif expérimental :	29
3. Méthode du prélèvement :	32
4. Paramètre étudiés :	34

5. Mesures au champ :	34
6. Méthodes d'analyse	35

Troisième partie:

Résultats et discussion

I- Evolution de la teneur en phosphore assimilable dans le sol :	38
II- Alimentation phosphatée de la plante	39
1. La teneur en phosphore de végétal au cours du cycle.....	39
2. La teneur de plante en phosphore au stade maturité :	41
2.1. Teneur en phosphore des grains :	41
2.2 .Teneur en phosphore des racines + paille:.....	42
III- Effet de la fertilisation phosphatée sur les composantes du rendement :	43
1. Densité de peuplement :	44
2. Nombre de tiges herbacées / pied :	45
3. Nombre d'épis / m ² :	45
4. Nombre grains / épis :	46
6. Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grains et rendement en paille :	49
6.1. Rendement en grain :	49
6.2. Rendement en paille :	51
IV- Effet de la fertilisation phosphatique sur quelques caractères morphologiques :....	52
1. La hauteur de la tige :	52
2. Longueur de l'épi :	53
 Conclusion :	 56
 Référence Bibliographiques	 Erreur ! Signet non défini.

Introduction

Introduction

L'Algérie est un grand intervenant sur le marché international des céréales avec un niveau de consommation annuel d'au moins 60 millions de quintaux de céréales (KEBRI.2003).

le niveau de production céréalière algérienne est loin de répondre aux besoins de consommation exprimés ce qui fait de l'Algérie un important importateur de produits céréalières .

L'orge derrière le blé est une céréale noble par excellence, apparaît discrète et utilitaire bien que son rôle économique soit fondamental pour l'élevage et la brasserie (HAMDOUD. 1992).

En Algérie sa culture est importante mais sa production comme les autres céréales reste insuffisante. Selon AIT AMAMRA (1986) les conditions défavorables qui induisent le recule de la production céréalière nationale sont :

- Les conditions du milieu (sècheresse) ;
- L'utilisation des variétés à rendement limité (pas ou mauvaise sélection) ;
- Sous utilisation des pesticides (ou utilisation de produits non efficaces) ;;
- Le faible niveau de mécanisation ;
- Sous-utilisation des engrais minéraux (éléments majeurs et oligoéléments).

Actuellement, l'agriculture algérienne s'oriente vers une intensification de la production. Parmi les facteurs d'intensification, les engrais minéraux occupent une place primordiale (HALILLAT, 1993). Depuis longtemps, plusieurs essais ont montré que les engrais étaient l'un des facteurs essentiels de la production agricole, l'azote, le phosphore, et la potasse, sont les éléments majeurs de la fumure minérale.

Le phosphore comme les autres éléments majeurs constitue un moyen très efficace pour accroître les rendements des cultures en participant à l'augmentation de la grosseur du grain, amélioration de la rigidité de la paille et rentabilisant au maximum la fumure azotée.

La fumure phosphatée contribue grandement dans la croissance des végétaux ; son apport a une influence considérable dans la production végétale. La disponibilité du phosphore dans le sol est fortement compromise par la complexité de son comportement d'où les différentes recherches pour optimiser les apports d'amendements phosphoriques.

La plupart des sols algériens sont carencés en phosphore (**BENFREHA et al**, in **BRAHIMI ,1991**) ce qui contribue davantage à la matérialisation d'une production agricole insuffisante et des rendements en général bas.

Devant cette carence naturelle des sols, l'Algérie possède d'importants gisements de phosphate essentiellement celui de Djebel Onk (Tébessa) à partir duquel les engrais phosphatés de synthèse sont fabriqués actuellement par ASMIDAL au niveau de la ville de Annaba ; spécialement le Triple Super Phosphate à très grande solubilité.

De ce fait, nous avons mis en place un protocole expérimental pour juger de l'efficacité d'une fertilisation phosphorique à partir des phosphates naturels par rapport à l'engrais classique TSP 46% sur une culture d'orge en conditions agro climatiques sahariennes.

Première Partie:
Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Le phosphore et le système Sol - Plante

1. Le phosphore dans le sol :

1.1. Les différents états du phosphore dans le sol :

Le phosphore existe dans le sol à l'état assimilable ou inassimilable par les plantes.

1.1.1. Le phosphore total :

C'est la quantité totale du phosphore contenu dans le sol. Il existe sous la forme minérale ou organique ; les teneurs en phosphore total sont fonction essentiellement de la roche mère (AUBOUIN *et al*, 1977 cité par HAMDOUN, 1992). Selon ARVIEU (1970), la connaissance de la quantité du phosphore totale ne donne qu'une indication très imparfaite sur l'aptitude du sol à fournir du phosphore à la plante. En effet tout le phosphore n'est pas disponible pour la plante, seule une fraction infime est sous forme assimilable capable de participer à la fois à l'alimentation du végétal et au maintien de la concentration de la solution du sol.

1.1.2. Phosphore assimilable :

C'est la quantité de phosphore capable de participer à l'alimentation des végétaux, généralement c'est la concentration d'ions phosphoriques sous forme H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} ou PO_4^{3-} c'est à dire des formes présentes en solution dont les proportions relatives dépendent du pH du milieu (FARDEAU et FROSSARD, 1991 ; FARDEAU et MOREL, 2002) généralement 5 à 10 % du phosphore total du sol.

1.2. Les formes du phosphore dans le sol :

1.2.1. Le phosphore soluble :

L'absorption du phosphore par la plante se fait sous la forme du phosphore soluble dans la solution du sol, sa concentration est très faible et est presque constante du fait des échanges continuels avec le phosphore adsorbé. Nous notons aussi que l'absorption de l'acide phosphorique par les végétaux dépend toujours de la forme d'ion dominant dans la solution du sol et cette dominance dépend du pH.

Certains végétaux sont susceptibles, grâce à leurs excréctions racinaires d'utiliser les formes insolubles de P_2O_5 (DIEHL, 1975).

1.2.2. Le phosphore insoluble :

Cette forme représente la réserve générale inutilisable par la plante (**DENIS-AFIDOL, 2000 ; cité par DERAOU, 2004**) ; deux facteurs jouent un rôle essentiel soit le pH et la teneur en Ca^{2+} (**ARVIEU, 1972 cité par ARAKRAK, 1989**).

Les précipitations de phosphate de fer et d'aluminium n'interviennent en fait qu'à des pH très bas inférieurs à 4,5 (**HAMPDEN, 1992**). En plus des deux facteurs précités ; **FARDEAU (1993)** insiste sur le facteur temps, la quantité de phosphore ainsi transférée croît lorsque le temps de contact entre sol et apport croît et la concentration des ions phosphatés présents dans la solution du sol tend vers une valeur d'équilibre souvent voisine de celle observée en absence d'apport.

Une évolution du phosphore soluble et échangeable qui intervient en milieu très acide et souvent réducteur Al^{3+} et Fe^{2+} et il se forme du phosphate d'alumine ou de fer insoluble (ou peu soluble).

1.2.3. Le phosphore facilement échangeable :

C'est l'ensemble des ions adsorbés sur le complexe adsorbant du sol et constitue de ce fait l'essentiel du pool alimentaire des plantes. (**FARDEAU et al, 1991**). Selon **LAMBERT (1979)**, d'acide phosphorique est un anion et ne peut être retenu par le complexe que par l'intermédiaire d'un cation : fer, aluminium, mais plus généralement le calcium.

Selon **BARBIER, (1966) cité par DUTIL, (1973)** la quantité de phosphore fixée sur le complexe va donc dépendre de :

- type et taux d'argile qu'il contient.
- la capacité d'échange de l'argile ; plus la capacité est élevée et plus le sol fixe l'acide phosphorique.
- la quantité de calcium présent dans le milieu c'est à dire le pH.

Figure 01: les formes du phosphore dans le sol (GERVY, 1970)

1.3. Les facteurs influençant l'assimilabilité du phosphore dans le sol :

La disponibilité du phosphore dans le sol dépend de plusieurs facteurs dont:

1.3.1. Le pH

La plante absorbe le phosphore sous forme ionique ; cette forme est déterminée par le pH de la solution dans laquelle l'ion est fondu. Selon **GERVY (1970)**, le pH optimum pour l'assimilation du phosphore se situe au voisinage de la neutralité. Les formes dissoutes dans la solution du sol facilement utilisables par les plantes seraient H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} . En dehors de la zone de pH (6.5– 7.5), la solubilité des ions phosphoriques diminue considérablement suite à la dynamique d'autres éléments comme le fer, l'aluminium en sol acide et le calcium en sol alcalin. Ces éléments en se combinant au phosphore, donnent lieu à des composés peu solubles, difficilement accessibles aux plantes (**BRAHIMI, 1991**).

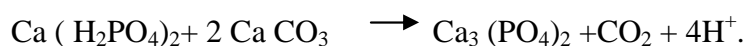
1.3.2 La matière organique:

Selon **GERVY (1970)**, les acides organiques tels que les citrates, oxalates et lactates issus de la décomposition de la matière organique dissolvent les phosphates de fer, d'aluminium et de calcium. **FARDEAU (1993) cité par DERAOU (2004)**, indique dans le même contexte que les quantités de phosphates fixés diminuent lorsque le contenu en matière organique croît.

D'autre part, par combinaison de l'humus et du phosphore, il y a formation d'humophosphates qui protègent les ions phosphoriques d'une fixation plus ou moins irréversible dans le sol et les maintiennent sous une forme facilement récupérable par les plantes (**TARDJEU-ROCHE, 1966**). De ce point de vue, la disponibilité phosphorique est d'autant meilleure que les sols sont mieux pourvus en matière organique.

1.3.3. Le calcaire:

Dans les sols calcaires, l'ion calcium Ca^{2+} du CaCO_3 réagit avec l'ion phosphorique (HPO_4^-) et le fait précipiter sous une forme insoluble (tricalcique). Selon **DIEHL (1975)**, ceci se traduit par la réaction suivante :



Quand la teneur du calcaire augmente, les réactions du Ca^{++} et CaCO_3 avec le phosphore deviennent plus intenses et par conséquent le phosphore lié au Ca^{++} est très élevé dans les sols calcaires. D'après **DUTIL (1970)**, les engrais phosphatés apportés au sol calcaire se dissolvent et libèrent des ions phosphoriques qui vont prendre diverses voies d'organisation dans le milieu.

1.3.4. Effet de la température et l'humidité :

La température et l'humidité sont deux facteurs écologiques nécessaires à la dégradation de la matière organique. En effet, une température assez élevée et une certaine humidité activent la minéralisation de la matière organique ce qui rend la libération du phosphore importante.

Selon **CAMBELL (1994)**, une certaine humidité est toujours nécessaire pour l'absorption des ions phosphatés par les plantes car la dessiccation diminue la solubilité des phosphates.

1.3.5. Le pouvoir fixateur et la texture du sol :

Le pouvoir fixateur d'un sol traduit sa plus ou moins grande aptitude à fixer le phosphore sur la phase solide au détriment de la phase liquide (**PELLERIN et al, 2000**). Plus le pouvoir fixateur est élevé et moins le sol est riche en phosphore assimilable, plus il faudrait majorer la dose de phosphore à apporter en fertilisation (**SOINS et al, 1999**) ; ils considèrent que le pouvoir fixateur du sol est proportionnel au :

- Taux de matière organique .
- Taux d'argile .
- Taux de calcaire et le pH .

Donc la disponibilité du phosphore dépend du pouvoir fixateur des sols, lié à la nature et à la finesse des constituants du sol (**BENAMARA et CONESA, 1976**). La teneur en phosphore d'un sol croît avec la finesse de la texture, l'argile en contient plus que le sable (**BAEYENS, 1967**).

1.3.6 Autres facteurs :

En plus de ces facteurs cités, on note qu'il y en a d'autres tels que les sels, l'aération du sol ... qui régissent la disponibilité du phosphore.

2. Le phosphore et la plante :

2.1. Importance et rôle du phosphore :

A l'exception de l'azote, aucun autre élément n'est aussi essentiel à la croissance et le développement de la plante que le phosphore. Le phosphore est considéré comme un facteur de précocité (**BLANCHET, 1959**) mais davantage un terme de croissance que de développement (**GACHON, 1983**).

On trouve le phosphore dans tous les tissus de la plante à concentration plus ou moins élevée suivant l'appareil végétatif considéré. Il entre dans la composition des nucléotides (ADP) et participe en premier chef aux échanges d'énergies cellulaires par les réactions de phosphorylation (**DUTIL, 1976**).

Tableau N°1 : Teneur en éléments minéraux de quelques plantes (DUTIL, 1973).

Espèce végétale	Partie de la plante	En % de matière sèche.		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blé	- grain.	1.10-2.30	0.70-1.1	0.35-0.70
	- paille.	0.30-0.60	0.15-0.25	1.00-1.60
Orge	-grain.	1.10-1.73	0.88-0.98	0.50-0.66
	-paille.	0.33-0.60	0.31-0.47	0.65-1.50

Le phosphore joue également plusieurs rôles dans la vie des plantes :

- Considéré comme constituant essentiel des chromosomes, il intervient partout où il y a multiplication cellulaire d'où l'importance du phosphore dans les phénomènes de croissance et de reproduction (**LAMBERT, 1979**).
- Le phosphore influence particulièrement la croissance du système racinaire. (**BAEYENS, 1967**). Il augmente la surface racinaire et permet donc d'accroître le prélèvement des éléments nutritifs du sol.

- En liaison avec l'apport d'azote et de potasse, la fumure phosphatée favorise la résistance au froid des végétaux en permettant d'y accroître la concentration du suc cellulaire (**GERVY, 1970**).
- Selon **GERVY (1970)**, le rôle du phosphore lors des stades de multiplication cellulaire et de formation des sucres par exemple au cours de l'élaboration des tissus revêtement cellulosique chez les céréales, ce qui leur permet de mieux résister à la verse physiologique.

PRAT et al (1971) indique aussi que l'absorption du phosphore est liée à l'azote, elle compense les effets en constituant un squelette (Scléroprotéine phosphoprotéines) résistant à la verse.

2.2. Le phosphore dans la plante

Le phosphore se trouve dans la plante sous forme minérale (phosphate alcalins et alcalino-terreux) (**DUTIL, 1973**). Mais il est beaucoup plus fréquemment présent combiné sous forme organique.

Parmi les composés les plus importants contenant le phosphore nous relevons les acides nucléiques, les phospholipides, les nucléotides. Ces composés jouent un rôle important dans la photosynthèse, la synthèse des protéines et des carbohydrates, la formation du noyau, la division cellulaire et le transfert d'hérédité (**AMMARI, 1991**).

Le phosphore contenu dans l'ADP et l'ATP est important dans les réactions d'oxydo-réduction cellulaire (**RHYKERD et OVERDAHL, 1972**).

2.3. Absorption du phosphore par la plante :

La plante absorbe le phosphore nécessaire sous forme d'ions mono phosphatés $H_2PO_4^-$ et diphosphatés HPO_4^{2-} . Les mono phosphatés constituent la principale forme absorbée par les plantes. Les quantités de phosphore absorbées sous forme di phosphatée sont plus importantes sur les terres basiques (**DIB, 1984**).

L'absorption du phosphore est très rapide en début de végétation et s'arrête à peu près vers la fin de la période de croissance (après l'épiaison chez les céréales), elle reste cependant assez régulière pendant toute la végétation (**DIEHL, 1975**).

2.4. Excès et carence du phosphore :

Les excès de phosphore sont en général sans inconvénient pour la récolte (**DIEHL, 1974**). Au contraire, la carence en phosphore se manifeste sur les végétaux par des symptômes extrêmement graves :

- réduction du développement des racines avec peu de ramification, l'alimentation est donc plus limitée (**BRAHIMI, 1991**).
- feuillage en général foncé et mat avec des teintes pourprés et une défoliation précoce commençant par la base de la plante (**PRAT et al 1971, CHARLES 1976**).
- ralentissement de la croissance (taille plus réduite), retard dans l'éveil des bourgeons avec une floraison réduite et également retard de maturité (**GERVY, 1970**)

La plante sans P_2O_5 , voit sa végétation diminuée et sa floraison retardée (**GERVY, 1970**) donc la récolte peut diminuer jusqu'à 50% (**BAEYENS, 1967**)

3. La fertilisation phosphatée :

La fertilité du sol est l'aptitude d'un sol à fournir des récoltes plus ou moins abondante lorsqu'on lui applique les techniques agricoles qui lui conviennent le mieux.

Les fumures phosphatées ont pour but d'enrichir le sol afin de maintenir le titre de sa solution à un niveau susceptible de fournir au végétal la quantité de phosphore qui lui est nécessaire. On appelle engrais, une substance contenant un ou plusieurs éléments nutritifs que l'on introduit dans le sol pour accroître ou maintenir sa richesse en éléments nutritifs.

Dans notre travail nous avons utilisé les deux types d'engrais suivants :

3.1. Les triples superphosphates 46% :

Se sont des produits issus du traitement des phosphates naturels par l'acide phosphorique.

Phosphate naturel + Acide phosphorique \longrightarrow superphosphates Triples

Les superphosphates sont essentiellement des mélanges de phosphates mono calciques solubles dans l'eau et de sulfate de calcium peu soluble, ils contiennent aussi de très grandes quantités d'oligo-éléments tels que le manganèse, bore, zinc, fer, fluor.

En raison de leur assimilabilité, les superphosphates constituent l'engrais de choix pour les végétaux exigeants à croissance rapide, Ils conviennent à tous les types de sols et à toutes les cultures.

Ils n'ont pratiquement pas d'action sur le pH et peuvent donc être employés en sol calcaire comme en sol acide. L'inconvénient est que leurs prix sont très élevés. Ils sont très utilisés en Algérie et sont produits au niveau du complexe d'**ASMIDAL de Annaba**.

3.2. PHOSPHATE D.O 20%

D'après l'entreprise **FERFOS Tébessa (2004)**, le phosphate D.O 20% jouit de propriétés physico-chimiques qui lui permettent d'être utilisé dans la correction des sols présentant des difficultés pour leur mise en valeur. Le D.O 20% est aussi un engrais qui répond aux exigences de l'agriculture par :

- Sa tendreté qui lui confère un degré de solubilité à plus de 76% dans l'acidité formique.
- Sa finesse de mouture qui permet d'augmenter le contact racinaire avec sol.
- Sa richesse en éléments majeurs secondaires et oligo-éléments.

Grâce à sa richesse en calcium, le DO20% est conseillé plus particulièrement pour la mise en valeur des sols lourds, salés, marécageux et décalcifiés ; son action se traduit par:

- un bon ressuyage des sols
- une diminution de la salinité
- une stabilisation de la structure des sols par coagulation notamment des argiles dispersées donnant une perméabilité et une porosité meilleures.

Le phosphate D.O20% est utilisé comme engrais de fond car il reste disponible durant tout le cycle végétatif de la plante et ne se libère qu'au fur et à mesure que la plante ressent le besoin. Les apports d'engrais phosphatés ont pour but de créer ou d'entretenir un pouvoir alimentaire convenable dans l'horizon de terre travaillée où les racines prélèvent l'essentiel de leur alimentation minérale .

La fertilisation est l'un des facteurs susceptibles d'affecter les cultures de céréale.

L'objectif de la fertilisation est de satisfaire les besoins des plantes en complétant l'offre du sol en éléments minéraux dans des conditions économiquement rentables et respectueuses de l'environnement (**LLORENS, 2001 cité par DERAOU, 2004**).

Selon **BLANCHET et al (1973)**, pour raisonner une politique de fertilisation, il faut tout d'abord prendre en compte les principaux facteurs qui règlent l'alimentation minérale des plantes :

- Les besoins des cultures en fonction du rendement souhaité.
- Les possibilités de fourniture d'éléments minéraux par les sols faisant intervenir :
 - Le niveau des réserves du sol.
 - Les propriétés physiques : structure, porosité, aération.
 - Les techniques culturales : travail du sol, irrigation.

4. Interactions des éléments nutritifs et le phosphore:

Les éléments nutritifs peuvent avoir un comportement synergique ou antagoniste vis-à-vis du phosphore. L'action simultanée azote phosphore est synergique car elle favorise le développement racinaire.

Apporté sous forme de $[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$, l'azote ammoniacal agit directement sur le mécanisme de transfert du phosphore vers les racines. Le P_2O_5 pour sa part stimule l'activité des micro-organismes du sol. Il agit sur les quantités d'azote présentes en favorisant la minéralisation de la matière organique et la nitrification.

Il en est de même pour l'interaction phosphore- potassium qui est apporté sous forme de KCl (**CHIEN, 1979**).

D'autre part, des essais à la station agronomique d'Aspach-le-bas (France) révèlent que l'apport du mélange chlorure de potasse phosphore sur graminées fourragères à un coefficient d'efficacité supérieur aux apports séparés (**GERVY, 1970**).

Chapitre II : L'orge

L'orge, céréale à paille, cultivée principalement pour son grain est utilisée en alimentation animale et en alimentation humaine pour la fabrication de la bière (industrie brassicole) mais également pour sa paille et comme fourrage vert (pâturage ou ensilage). Elle se distingue des autres céréales par son feuillage vert clair et par un fort tallage (supérieur à celui du blé). (BOUZIDI, 1979).

L'orge appartient à la famille des graminées et forme un groupe botanique complexe de grandes graminées qui englobe environ 450 genres et 6000 espèces (MISSAOUI, 1991)

Selon la nomenclature établie par ZUTIN et al, 1980 à partir de la classification de ENGLER DIELS en 1936 (MOSSAB, 1991) l'orge appartient à:

Règne :	Végétal
Embranchement :	Spermaphytes.
Sous/Embranchement:	Angiospermes
Classe:	Monocotylédones.
Ordre:	Glumales.
Famille:	Graminées.
Sous/Famille:	Poacées.
Tribu:	Hordées.
Genre:	Hordeum.
Espèce:	Hordeum Vulgare L.

1. morphologie

L'orge se présente comme une plante herbacée annuelle à multiplication sexuée (BENAITE, 1989) à feuilles étroites de couleur vert clair, un épi de 6 rangs et d'un tallage herbacé important supérieur à celui du blé. Elle présente un chaume plus gros mais faible et versant plus facilement par rapport au blé ; le système racinaire fasciculé est plus superficiel que celui du blé (CLEMENT-GRAND COURT et PRAT, 1966)

1.1. Système racinaire :

L'orge a un système racinaire fasciculé dont la racine principale ressemble aux racines secondaires (**BENAITE, 1989**), ce système est plus superficiel que celui du blé et ne peut aller au delà d'un mètre vingt de profondeur. On estime que 61% du poids des racines se trouve dans les vingt cinq premiers centimètres du sol (**CLEMENT- GRAND COURT et PART, 1966**).

1.2. La tige:

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

1.3. Les feuilles:

Les feuilles sont alternes, distiques non pétiolées à couleur vert clair (**MOSSAB, 1991**). Elles sont assez étroites dont la forme peut être caractérisée par le détail suivant: à l'endroit où le limbe se détache de la tige au sommet de la partie engainante de la feuille, on trouve deux stipules largement développés qui se croisent devant la tige en formant une sorte de collier familièrement appelé plat à barbe en raison de sa forme et une courte ligule dentée appliquée contre la tige (**CLEMENT-GRANCOURT et PART, 1966**).

1.4. L'inflorescence:

C'est un épi blanc et barbu, le rachis porte sur chaque article trois épillets uniflores : un médian et deux latéraux. La fertilité de ces épillets permet de distinguer le type d'orge. Chez les orges à deux rangs, l'épi est aplati et les épillets s'opposent les uns aux autres alternativement dans le sens perpendiculaire à l'aplatissement de telle sorte que les arêtes barbues des glumelles inférieures sont réparties à l'extérieur de l'épi ; chaque épillet fertile sur chaque axe du rachis entouré de deux épillets stériles (**SLIM, 1982**).

Dans les orges à six rangs on les appelle aussi Escourgeons, la section de l'épi est nettement hexagonale ; tous les épillets sont fertiles (**SOLTNER, 1988**).

II -1-5 Le grain :

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

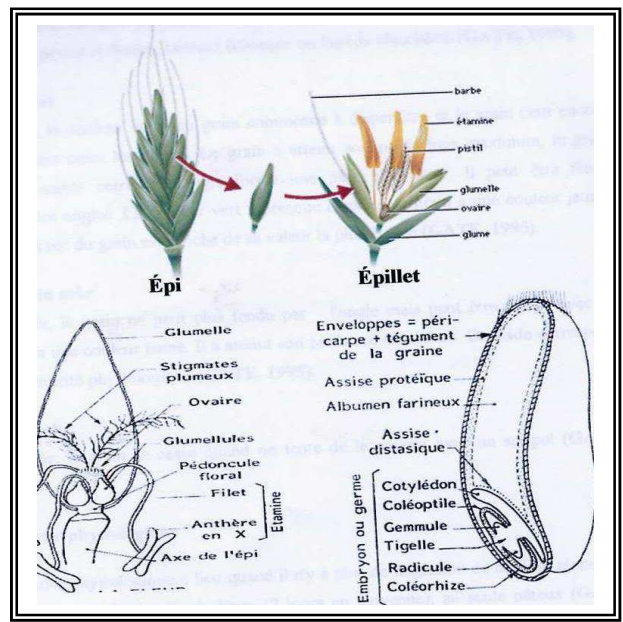
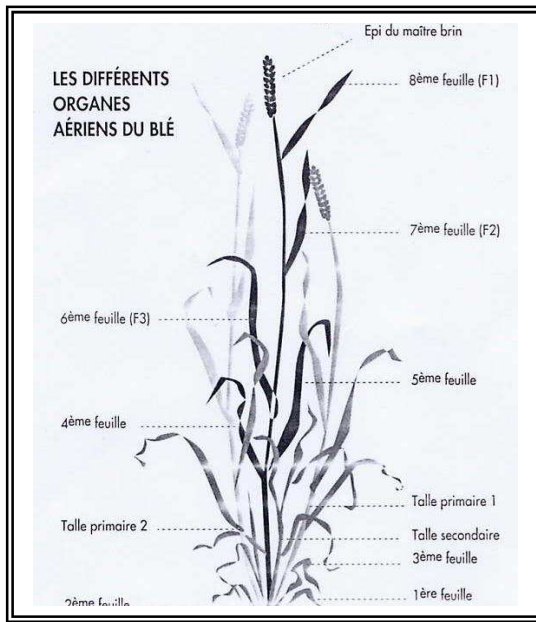


Figure 2:La morphologie de l'orge

Figure 3:Les différente parties de la plante d'orge

Source : SOLTNER ,1988

2. Exigences de la culture :

L'orge est la culture céréalière la plus rustique, elle est peu exigeante du point de vue climat, eau et sol ; cependant, sa rapidité de croissance entraîne la nécessité pour celle-ci de bénéficier de favorables conditions édapho-climatiques (MISSAOUI, 1991).

2.1. Exigences climatiques :

Le zéro de végétation de l'orge est voisin de 0°C et présente une germination plus rapide par rapport au blé ; les basses températures causent des dégâts foliaires à -8°C et la mort du plant à -16°C pour les variétés les plus résistantes au froid.

La somme de température exigée est de l'ordre de 1600 à 1700°C pour l'orge de printemps dont le cycle de développement est de 110-120 jours ; pour l'orge d'hiver dont la durée du cycle est de 250 jours, celle-ci est de 1900 à 2000°C (MOSSAB, 1991).

2.2. Exigences édaphiques :

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

2.3. Exigences hydriques:

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

2.4. Les exigences culturales:

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

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

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

Les besoins en potassium sont peu importants, on estime que l'eau d'irrigation et le sol sont suffisamment pourvus (TOUTAIN, 1977). L'orge tolère très bien le calcium et se développe normalement en sols calcaires (MISSAOUI, 1991)

d- entretien : L'entretien de la culture se résume essentiellement en la lutte contre les principales mauvaises herbes ; les plus rencontrées sur d'orge soit la folle-Avoine, le Phalaris, le ray-grass, le brome, ...etc. (SOLTNER, 1988) mais aussi contre les maladies propres à cette culture.

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

Le cycle de développement de l'orge est très voisin du blé, il est beaucoup plus rapide. Comme pour les autres céréales on peut diviser le cycle de développement de l'orge en deux grandes périodes : Une première période végétative qui s'étend de la germination à l'ébauche de l'épi et une deuxième période reproductrice qui comprend la formation et la croissance de l'épi (AIT RACHID, 1991).

3 .1. Période végétative:

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

3 .1.1. La germination levée : La graine entre en germination ou vie active sous l'effet d'hydratation et la température (le grain absorbe au moins 30% de son poids en eau). La somme des températures est de 125°C pour une profondeur de semis 2 cm. Elle est assez critique car la plante n'ayant que des racines très courtes et le moindre dessèchement des horizons superficiels peut entraîner la dessiccation des plantules (BELAID, 1986). La durée de cette phase est de 15 à 20 jours en fonction des températures (SOLTNER, 1988).

3.1.2. Le tallage : Le tallage commence lorsque la quatrième feuille apparaît sur l'axe principal, il s'agit d'une ramification de la tige principale en talles. Le tallage dépendra de la variété, de la densité de semis, de la densité des adventices, de la nutrition azotée, de la profondeur de semis ou le niveau du plateau de tallage (SOLTNER, 1988).

3 .2. Période reproductrice:

C'est une période où l'orge acquiert une certaine rusticité (MISSAOUI, 1991), elle comprend plusieurs phases:

3 .2.1. La phase de formation des ébauches d'épillets : Le bourgeon terminal du maître brin ou d'une talle montre un apex très court avec apparition de stries claires (entre-nœuds) et stries sombres (nœuds) (GILLET, 1980). Ce stade marque la transformation du bourgeon végétatif le quel jusque là ne formait que des ébauches des feuilles en bourgeon floral, on parle alors de l'initiation florale (JONARD et al, 1952).

3 .2.2. La phase B : Ce stade est marqué par la fin du tallage et le début de la montaison (KHALDOUN, 1986). Les entre- nœuds s'écartent et commencent à s'allonger : c'est le début de la montaison (MISSAOUI, 1991)

3 .2.3. Montaison- gonflement : L'épi s'élève et continue à se former, les talles insuffisamment avancées régressent (GILLET, 1980): ce stade s'achève lors de la différenciation des stigmates des fleurs et peut être repérable par le gonflement que fait l'épi (KHALDOUN, 1986)

3 .2.4. Epiaison- fécondation : C'est au cours de ce stade que se termine la formation des organes floraux ouvrant la voie à la fécondation ; le nombre de fleurs fécondées au cours de ce stade critique dépendra de la nutrition azotée et du niveau de l'évapotranspiration.

3 .2.5. Grossissement du grain : On assiste à la croissance de l'ovaire accompagnée d'une intense activité photosynthétique, la croissance des feuilles et de la tige s'arrête pour que la matière organique synthétisée au niveau des feuilles s'accumule dans les grains qui restent mous et verts (grains laiteux) puis les feuilles commencent à jaunir (MISSAOUI, 1991) .

3 .2.6. Maturation du grain : C'est la dernière phase du cycle de développement; l'amidon est accumulé dans les grains qui perdent leur humidité et passent du stade rayable à l'ongle (20 % d'humidité) au stade cassant sous la dent (15% à 16 % d'humidité) ce qui rend le grain mur pour la récolte (SOLTNER, 1988).

Source : Larousse agricole,19

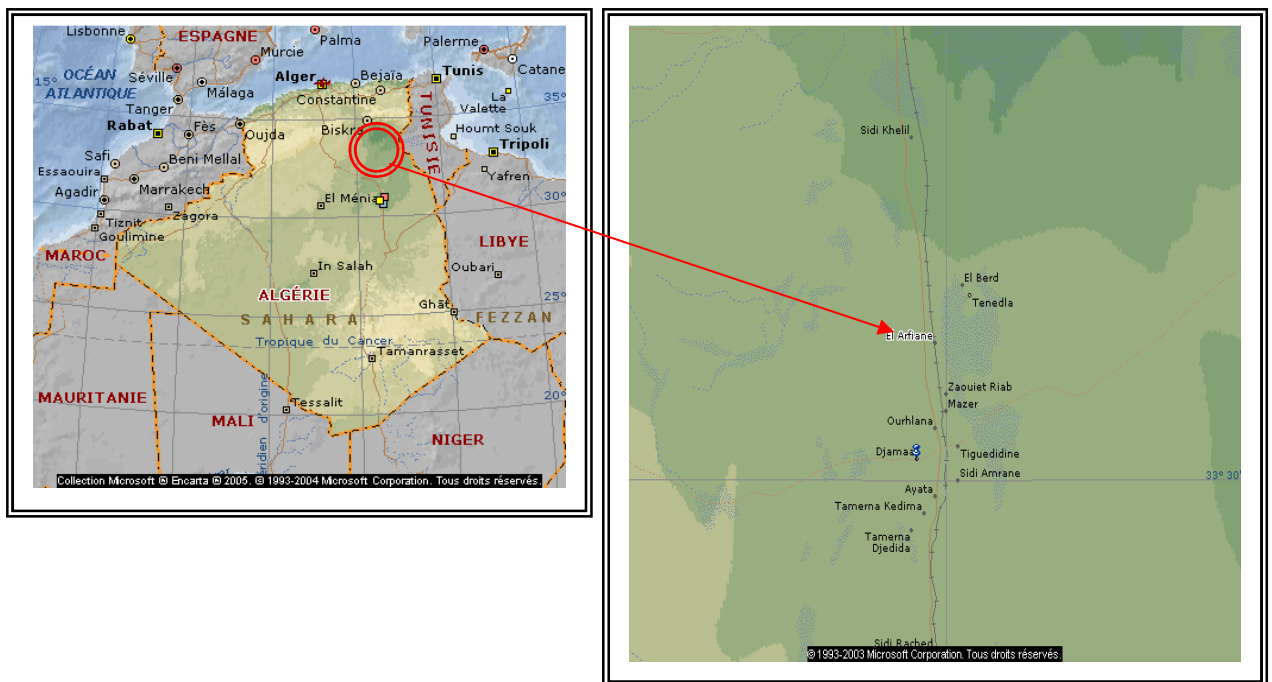
Figure 04: Stades de développement de l'orge

Deuxième Partie:
Matériels et Méthodes d'etude

I- Présentation de la localité d'étude

La vallée de l'Oued Righ est située géographiquement entre les latitudes Nord de $32^{\circ}54$ et $34^{\circ}9$ avec une longitude moyenne de 6° Est, elle est comprise entre le grand erg oriental à l'Est et le plateau du M'zab à l'Ouest.

La daïra de Djamaa couvre une superficie de 37850 km², elle s'étant du Nord au Sud sur une distance de 98km de Tindla Elberd à ain choucha. Elle est limitée au Nord par la daïra d'ElMeghair, au Sud par la daïra de Touggourt, à l'Ouest par la daïra d'Ouled Djellal et à l'Est par la commune d'El Oued (ANONYME, 1981) (figure 05)



Source : encarta 2004

Figure 05: La carte géographique de la région d'étude

1. Caractéristiques climatiques

Le climat de Djamaa est assez contrasté, il est caractérisé par de fortes températures, un déficit hydrique, une humidité de l'air très faible et une période sèche qui s'étend sur toute l'année. Les principales données relatives au climat de la région (moyenne de 20 ans) sont consignées dans le tableau 02

1.1. La température

La température est soumise à des variations mensuelles importantes, Le mois d'août avec 33,42 °C est le plus chaud alors que le mois de janvier avec 11,07 °C est le plus froid de l'année.

1.2. Les précipitations

Les précipitations sont rares et irrégulières, la moyenne annuelle de la période considérée est de 72,74 mm d'où une conduite des cultures exclusivement en irrigué.

1.3. Humidité relative de l'air

L'humidité étant fonction des saisons, nous enregistrons un maximum de 65,28 % au mois de décembre et 32,45 % au mois de juillet.

(Tableau 2).

1.4. Evaporation

La demande climatique étant forte en été et faible en hiver, elle varie de 314,34 mm au mois de juillet à 57,66 mm pour le mois de décembre.

1.5. Le vent

Les vents dominants sont surtout du printemps provenant d'Ouest au Nord Ouest, les vents les plus fortes soufflent en fin l'hiver début printemps. Les vents de sable arrivent pendant la période printanière voir le mois de Juin et parfois en Juillet.

1.6. Insolation

La région de Djamaa est caractérisée par une forte insolation, le minimum est enregistré au mois de Janvier avec 189,72 heures et le maximum de 332,32 heures au mois de Juillet.

Tableau 2 : Données climatiques de la localité d'étude (période 1983-2003)

Mois	T°min (°C)	T°max (°C)	T°moy (°C)	Precip (mm)	H (%)	Vitesse vent (m/s)	Insolation (H)	ETP (mm)
J	4.92	17.22	11.07	17.02	57.32	2.8	189.72	69.13
F	4.98	20.53	12.75	8.12	53.58	3.14	218.37	99.47
M	9.36	23.41	16.38	12.42	48.92	3.52	229.71	136.71
A	12.17	28.61	20.39	6.30	45.02	5.27	267	192.3
M	17.42	32.74	25.08	5.82	40.01	4.02	283.34	243.35
J	23.58	37.31	30.44	1.22	36.9	3.84	288.6	277.5
JL	26.09	40.08	30.08	00	32.45	3.04	232.32	314.34
O	26.64	40.21	33.42	00	35.59	3.01	296.98	307.52
S	21.81	32.80	27.30	5.18	42.82	2.67	250.2	189.6
O	18.09	25.17	21.63	6.22	53.17	2.46	232.5	143.22
N	9.92	22.85	16.38	5.02	62.43	2.56	199.8	93.9
D	6.07	18.61	12.34	5.42	65.28	2.48	192.2	57.66
Moyenne annuelle	15.09	28.30	21.69	72.74	47.79	3.23	248.39	177.05

Source : Station agro- météorologique de l'INRA de Touggourt, 2003

2. Caractéristiques édaphiques

Le sol de la région est généralement sur un relief plat, de texture sableuse, à un fort degré de salinité et pauvre en matière organique. La nappe phréatique est un peu profonde située à un environ 1.20 m à 1.40 m.

Les couches arables sont constituées d'un sol généralement sableux à tendance sablo-limoneux de faible profondeur dont les sels solubles y figurent.

3. Présentation du site expérimental

L'institut technique de développement de l'agriculture saharienne (I.T.D.A.S) d'El Arfiane est situé à 12,8 km de Djamaa, limité au Nord par la commune Sidi khelil, à l'Est par la commune de Tindla (chef lieu de la commune), au Sud par la commune de Djamaa et à l'Ouest par la route nationale (figure 01). Il a été créé en 1918 et avait pour unique objectif au départ l'amélioration génétique du palmier dattier (DIB, 1991).

3.1. Choix de la station d'étude :

Notre choix s'est porté sur la station expérimentale I.T.D.A.S pour les raisons suivantes :

- Lieu d'expérimentation et de vulgariser.
- Disponibilité des moyens (semences, engrais, laboratoire.....).
- Possibilité d'irrigation.

3.2. La température au cours de cycle de la culture 2004-2005

Le tableau 03 indique dans le détail les températures qui ont prévalu au cours du cycle végétatif de la plante-test ; il confirme approximativement les tendances globales du climat de la région.

Tableau 3 : la température au cours de cycle de la culture 2004-2005.

Mois	T Min °C	T Max °C	Moyenne de T°C
Octobre	15.2	40.0	27.75
November	06.2	27.5	16.85
Décembre	0.8	26.0	13.4
Janvier	- 0.5	24.2	11.85
Février	0.3	30.0	15.5
Mars	2.5	33.6.	18.05
Avril	8.2	41.3	24.75

Source : ITDAS. Djamaa 2005

II Matériel d'étude :

1. Matériel végétal :

La variété d'orge utilisée est une variété locale (Beldi) fournie par ITDAS (station El Arfiane) ; elle a été choisie en raison de sa précocité et sa résistance à la sécheresse. L'épi à deux rangs lâche et le grain est caractérisé par une forme allongée et une couleur jaune. La faculté germinative et le poids de mille grains sont respectivement de 92 % et 28.46 grammes.

2. Le sol :

Le sol de la station expérimentale se caractérise par une texture sableuse à tendance sablo- limoneux, de faible profondeur, un pH basique, un taux de matière organique très faible. (Tableau 4).

Ce sol est insuffisamment pourvu en éléments nutritifs (N, P, K), les apports d'engrais sont nécessaires.

Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques du sol

Caractéristiques	Profondeur
	0-30 cm
Granulométrie	
Argile %	1.2
Limon %	23.1
Sable %	75.7
pH	8,08
CE (dS /m)	2,63
Calcaire total %	12,75
Calcaire actif %	2,67
Matière organique %	0,46
Phosphore assimilable (ppm)	42,43
Potassium assimilable (ppm)	9,84
Azote total (%)	0.49

Source : Laboratoire de l'I.T.D.A.S Ain Ben Noui BISKRA, 2005

3. Doses et forme d'engrais phosphaté :

Notre étude expérimentale porte sur deux formes d'engrais phosphatés (annexe 01).

*Le triple superphosphate (TSP) dosant 46 % de P₂O₅, C'est une forme d'engrais

Entièrement soluble dans l'eau

*Le phosphate naturel ayant pour origine les gisements de Djebel Onk (TEBESSA),

Il titre 20% de P₂O₅

Les deux formes d'engrais sont apportées sur la base de 184 unités répondant ainsi aux besoins de la culture ; nous avons considéré les traitements suivants :

T0 : témoin sans apport

T1 : DO 20% (phosphate naturel) soit 920 kg/ha.

T2 : TSP 46% (triple superphosphate) soit 400 kg/ha.

4. L'eau d'irrigation :

L'irrigation se fait par planche à partir de la nappe du complexe terminal. Celle-ci nappe est contenue dans les divers horizons perméables, sa profondeur est de 100 à 400m, de température peu élevée.

D'après la classification de **RIVERSIDE**, l'eau d'irrigation appartient à la classe C_4S_2 . Selon **DURAND** (1983), le danger d'alcalinisation du sol est appréciable dans les sols à texture fine et à forte capacité d'échange mais elle peut être utilisée sur des sols très perméables avec un bon drainage et être appliquée en excès pour assurer un fort lessivage des sels.

Tableau 5 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation

Paramètre	pH	CE ds/m	Ca ⁺⁺ (méq/l)	Mg ²⁺ (méq/l)	Na ⁺ (méq/l)	K ⁺ (méq/l)	Cl ⁻ (méq/l)	So ₄ ²⁻ (méq/l)	Hco ₃ ⁻ (méq/l)	Co ₃ ⁻ (méq/l)	SAR
Eau D'irrigation	8.37	4.77	7.68	22.51	23.91	0.59	30.11	20.83	2.05.	abs	4.35

III Méthode expérimentale:

1. Protocole expérimental

Le phosphore étant un élément important dans l'amélioration de la qualité et des rendements des cultures, l'étude de son comportement et de son devenir dans le sol est indispensable pour une plus grande efficacité dans la fertilisation phosphatée.

Dans cette optique, notre étude portera spécialement sur la fertilisation phosphatée par le suivi du comportement d'une culture devant deux formes d'engrais.

2. Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental adopté est en blocs aléatoires complets, comportant 03 traitements et 03 répétitions ; chaque bloc renferme 03 parcelles élémentaires (figure 06)

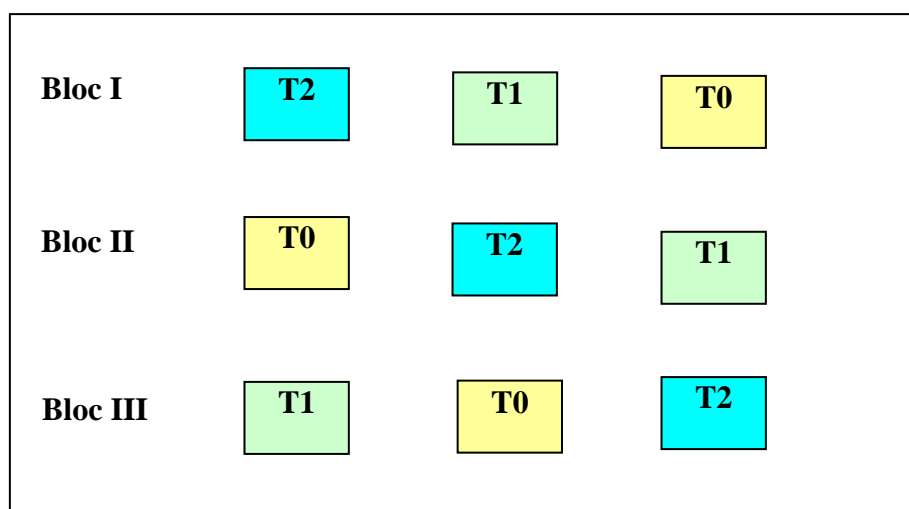


Figure 06: Dispositif expérimental

Les dimensions de la parcelle élémentaire sont de 15m de long et 1,5 de large soit une superficie de est en fonction de la superficie disponible 22.5 m^2

Tableau 06 : Différentes opération culturales :

Opération	Dates	Observations
Travail du sol	23/10/04	labour profond de 20-25cm avec une charrue à disque.
Pré irrigation	31/10/04	-lessivages des sels. -germination des repousses de la culture précédente et les mauvaises herbes.
Fumure de fond	06/11/04	-TSP 46% 400kg/ha. -DO 20% 920Kg/ha
Le semis	08/11/04	-semis en lignes avec un écartement de 15cm et une profondeur de 3à4cm. -La dose de semis est de 160 kg/ha. -Le semis est réalisé manuellement.
Fumure d'entretien	04/12/04. 15/01/05 .13/02/05.	Fumure d'entretien de urée 46%(4.5 qx/ha), répartie en (03) époques : 1/3 au stade levée : 1.5qx/ha. 1/3 au stade tallage : 1.5qx/ha. 1/3 au stade montaison : 1.5qx/ha.
Irrigation	Une fois par semaine.	/



Photo 1 : Site expérimental



Photo 2: La levée



Photo 3 : Epandage d'engrais Azoté

Accidents au cours du cycle de la culture :

1. accidents climatiques :

- les gels.
- le vent de sable

2. jaunissement des feuilles_remarqué aux stades levée et montaison ; les plantes ont été infectées par la maladie helminthosporiose (*Helminthosporium t-r .*)

3. différents arrêts de l'irrigation au cours des deux stades épiaison et maturité de la culture dus essentiellement à des panes au niveau du forage.

3. Méthode du prélèvement :**3.1. Le sol :**

Le profil du sol est exploré par tranche (0-30cm), les prélèvements ont été réalisés aux trois principaux stades végétatifs de la plante soit aux stades tallage, montaison et maturité.

Les échantillons prélevés ont été séchés à l'air libre, broyé et tamisé à 2 mm de diamètre et analysés.

3.2. Le végétal :

Pour chaque parcelle élémentaire nous avons limité **2m²**, l'un pour le comptage systématique et l'autre pour le prélèvement de **15** plantes (plantes entières). Le prélèvement a été réalisé aux quatre stades végétatifs de la culture d'orge soit le tallage, la montaison, l'épiaison et la maturité. A partir des 15 plantes, un échantillon moyen est formé pour le dosage du phosphore total dans le végétal.



**Photo 4 : Comptage et
prélèvement des plantes**



**Photo 5: Prélèvement
des échantillons du sol**

4. Paramètre étudiés :

4.1. Évolution du phosphore assimilable dans le sol :

Sur l'échantillon a été déterminé le phosphore assimilable aux stades tallage, montaison et maturité.

4.2. Évolution de phosphore total dans le végétal :

Sur les échantillons prélevés à chaque stade de la culture, il a été réalisé le dosage du phosphore total pour suivre l'évolution de cet élément dans le temps (stade tallage, montaison, épiaison et maturité.)

5. Mesures au champ :

Les principales mesures biométriques réalisées durant tout le cycle végétatif de la culture sont consignés dans les annexes 03.

III-5-1 Densité de peuplement :

Le nombre de pieds par mètre carré a été déterminé au stade deux feuilles en comptage systématique.

5.2. Nombre de tiges herbacées au m² :

Il a été déterminé au stade plein tallage sur le m² ayant servi à déterminer le nombre de pieds à la levée.

5.3. Nombre d'épis au m² :

Le comptage du nombre d'épis au m² est réalisé au stade remplissage du grain.

5.4. Nombre de grain / épi :

Pour le même mètre carré, nous avons compté le nombre de grains par épi.

5.5. Hauteur de la tige :

Sur dix pieds pris aléatoirement de chaque parcelle élémentaire, nous avons mesuré la hauteur des tiges.

5.6. Hauteur de l'épi :

Pour les mêmes plantes nous avons procédé à la mesure de la hauteur des épis .

5.7. Poids de 1000 grains (PMG) :

Sur le mètre carré récolté de chaque traitement et après battage des épis et à l'aide d'un compteur automatique, 1000 grains sont comptés puis pesés au moyen d'une balance de précision.

5.8. Le rendement :

La récolte à été effectuée manuellement, nous avons coupé les plantes dans un mètre carré pour chaque parcelle élémentaire, puis les épis sont battus ; il faut noter les pertes des grains au moment de la récolte et au battage .

6. Méthodes d'analyse

Toutes les analyses ont été réalisées au laboratoire de L'ITDAS d'Ain ben Naoui Biskra.

6.1. Analyses du sol

- Granulométrie : par la méthode quantitative, elle détermine les proportions physique de trois particules du sol (argile, limon et sable) . La mesure est effectuée par une lecture sur un hydromètre .Pour certains sols cette méthode fait appel à un prétraitement spécifique pour éliminer les sels soluble, matière organique, carbonates et les oxydes de fer.
- La conductivité électrique a été déterminée sur un échantillon au rapport sol/eau de 1/2,5 en mmho/cm par un conductimètre.
- Le pH a été déterminé par la méthode électrométrique sur un échantillon au rapport eau/sol de 1/5 à l'aide d'un pH mètre.
- Le calcaire total a été dosé par la méthode au calcimètre de **BERNARD**
- Le calcaire actif a été déterminé par la méthode de **DROUINAU GALET**.
- La matière organique a été déterminée par la méthode de **WALKLEY et BLACK**.
- L'azote total a été déterminé par la méthode de **KELDAHL**.
- Le phosphore assimilable a été déterminé par la méthode de **JORET HEBERT**.

6.2 Analyse du phosphore total dans le végétal :

Pour le dosage du phosphore total dans le végétal, l'échantillon subit une minéralisation puis une mise en solution par le réactif nitro-vanodo-molybdate, La spectrophotométrie mesure l'absorbance qui est proportionnelle à la concentration du phosphore.

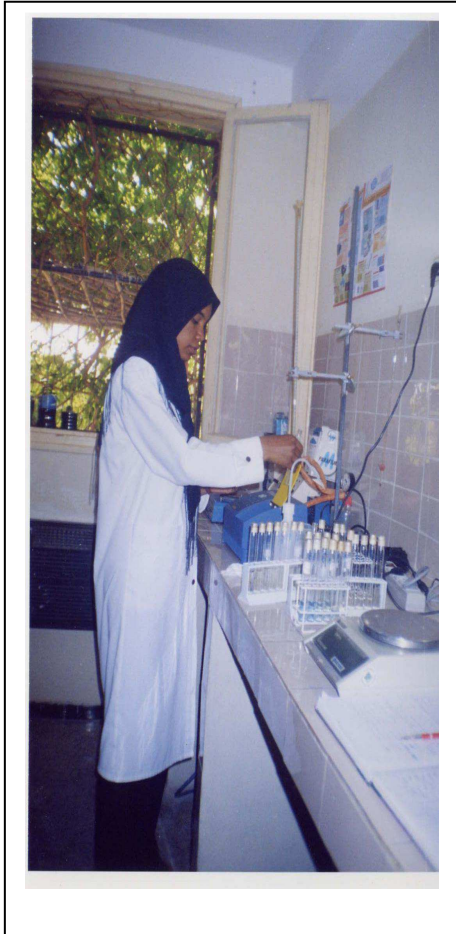


Photo 6 : Analyses du sol et du végétal

Troisième partie:
Résultats et discussion

I- Evolution de la teneur en phosphore assimilable dans le sol :

Dans le but de connaître la contribution de deux formes d'engrais phosphatés dans l'enrichissement du sol en phosphore assimilable, nous avons dosé cette forme aux principaux stades végétatifs de l'orge soit le tallage, la montaison et la maturité.

Les principaux résultats sont consignés dans le tableau 07 et illustrés par la figure 07

Tableau 7 : Evolution de la teneur en phosphore assimilable (ppm) dans le sol (à profondeur 0-30cm) .

Les traitements Stades de croissance	T0	T1	T2	Signification statistique
Tallage	55,22 (b)	59,78 (b)	86,02 (a)	S
Montaison	10,41	19,41	36,29	NS
Maturité	2,12	18,77	18,75	NS

L'analyse de la variance montre un effet significatif au stade tallage, le test de **Newman-keuls** fait ressortir deux groupes homogènes soit le T S P 46% d'une part et le DO 20% couplé au témoin d'autre part.

A ce stade du cycle végétatif de l'orge très proche de la période d'épandage des engrais, les différences remarquées d'enrichissement du sol en phosphore assimilable est étroitement lié aux qualités chimiques des engrais. Le TSP se distingue par une forte solubilité dans l'eau par rapport au phosphate naturel ; ce dernier est davantage handicapé au vu de la réactivité du sol en place qui se distingue par un pH basique.

Au cours des deux autres stades végétatifs (montaison, maturité), l'analyse de la variance montre des effets non significatifs ; nous remarquons également une disponibilité de plus en plus moindre et ce pour les trois traitements.

Malgré ces différences non significatives, les tendances montrent toujours une supériorité du TSP par rapport au phosphate naturel au stade montaison ; au stade maturité, nous constatons un même niveau de phosphore assimilable au niveau de la couche de sol considérée.

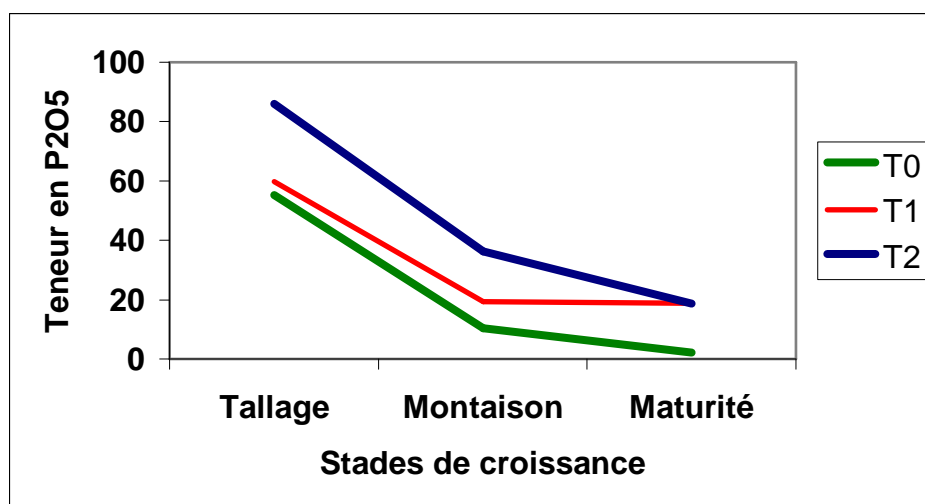


Figure 07 : Evolution de la teneur en phosphore assimilable (ppm) du sol.

Les résultats obtenus attestent de la faible teneur du sol en phosphore indiquant ainsi la grande nécessité de correction d'ou des apports soutenus d'amendements minéraux.

La cinétique décroissante de disponibilité du phosphore assimilable dans le sol pour les trois traitements est essentiellement le fait des prélèvements du phosphore par les plantes mais aussi du aux transferts du phosphore vers des formes inassimilables lorsque le temps de contact entre sol et apport d'engrais croit (GERVY ,1970 ; ARAKRAK, 1989 et FARDEAU ,1993)

II- Alimentation phosphatée de la plante

1. La teneur en phosphore de végétal au cours du cycle.

L'évolution des teneurs en phosphore aux principaux stades de développement de la culture permet d'apprécier la nutrition phosphatée des plantes et de connaître les rythmes de prélèvement.

Nous avons donc déterminé la teneur en phosphore de la plante entière aux stades tallage, montaison, épiaison mais aussi au stade maturité on considérant le grain d'une part et le reste de la plante (racines + paille) d'autre part.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 08 et illustrés par la figure O8

Tableau 8 : Influences des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur en phosphore de l'orge (ppm) :

	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Tallage	1,46 (b)	2,19 (ab)	3,11 (a)	19,1	S
montaison	1,15 (b)	1,45 (b)	3,54 (a)	21,8	HS
Epiaison	2,02 (b)	1,27(c)	3,28 (a)	10,1	HS

L'analyse de la variance montre une différence significative entre les traitements au stade tallage, le test de **Newman-Keuls** a révélé à ce stade deux groupes homogènes (a) et (b) : le premier groupe est représenté par le TSP46 % et le second par le témoin, le phosphate naturel se positionne en situation intermédiaire.

Au stade montaison le test de **Newman-Keuls** révèle deux groupes homogènes soit le groupe (a) est formé par le TSP46% et le groupe (b) est formé par le DO20% et le témoin sans phosphore.

Au stade épiaison, le même test a fait ressortir trois groupes homogènes (a),(b) et (c) respectivement le TSP46%, le témoin puis le DO 20%

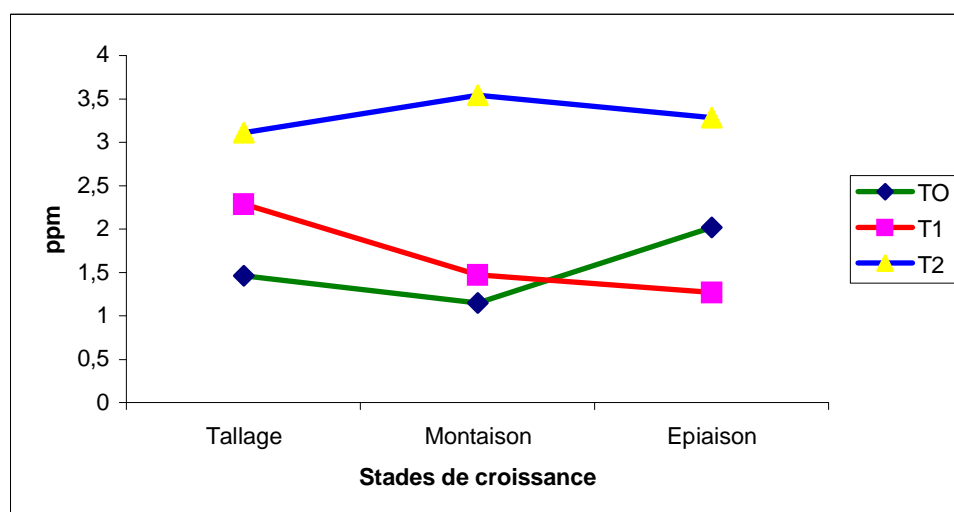


Figure 08: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur en phosphore de l'orge (ppm) :

Ces résultats relatifs à la concentration du phosphore dans le végétal reflètent parfaitement les niveaux du phosphore assimilable dans l'horizon, il l'est davantage pour le traitement TSP et mitigé pour les deux autres traitements.

2. La teneur de plante en phosphore au stade maturité :

2.1. Teneur en phosphore des grains :

Généralement dans le cas des céréales, le phosphore prélevé par la culture est présent essentiellement dans les grains. **GERVY** (1970) ajoute que le phosphore s'accumule dans les grains qui, à maturité contient en moyenne 1% de P_2O_5 dont la 3/4 environ sous forme phytique.

Les résultats de la teneur en phosphore des grains sont présentés dans le tableau 09 et illustrés par la figure 09

Tableau 9 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur des grains en phosphore en (ppm) :

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	4,78 (b)	5,17(b)	6,06 (a)	5,7	S

L'analyse de la variance montre une différence significative de la fertilisation phosphatée sur la teneur en phosphore des grains et indique par ailleurs deux groupes homogènes. Cette teneur atteste d'un meilleur enrichissement par le TSP par rapport au phosphate naturel qui s'est comporté légèrement mieux que le témoin. A ce niveau nous retrouvons l'influence positive du phosphore assimilable du sol sur l'e niveau de prélèvement par la plante test.

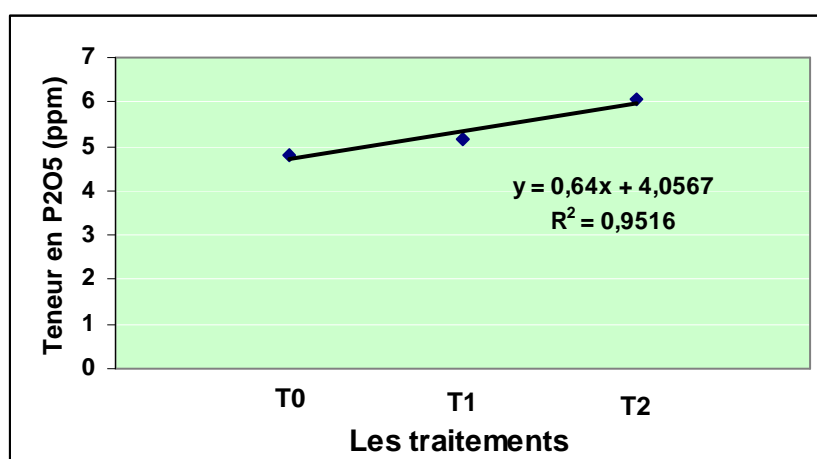


Figure 09: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur des grains en phosphore en (ppm)

2.2 .Teneur en phosphore des racines + paille:

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 10 et illustré par la figure 10.

Tableau 10 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur de la plante (racines + paille) en phosphore en ppm

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyenne	3,21 (b)	3,13 (b)	4,77 (a)	14,2	S

L'analyse de la variance révèle un effet significatif du phosphore sur la plante (racines+paille) au stade maturité. La comparaison des moyennes des traitements a révélé deux groupes homogènes, le premier est formé par le TSP 46% et le deuxième formé par le témoin et le DO20%.

Nous retrouvons ici les mêmes tendances et influences des traitements sur la concentration en phosphore dans le végétal .

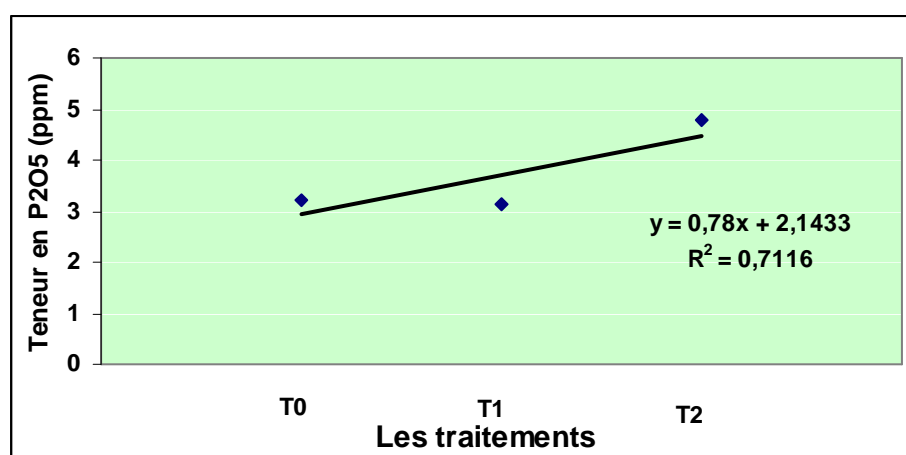


Figure 10: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la teneur de la Plante (racines+paille) en phosphore en ppm.

En définitif, les résultats obtenus aux différents stades végétatifs de l'orge attestent d'un enrichissement largement meilleur à partir du TSP par rapport au type de phosphate naturel utilisé dans le cadre de cette étude qui se retrouve presque au niveau du témoin.

Nous remarquons aussi que la teneur en phosphore du grain est meilleure que celle au niveau des autres parties du végétal ; lorsqu'une espèce est cultivée pour ses grains (blé, maïs, colza, orge, ...) l'essentiel du phosphore prélevé par la culture est présent dans le grain et il est de ce fait majoritairement exporté de la parcelle malgré les restitutions des chaumes (CASTILLON et al, 1993).

III- Effet de la fertilisation phosphatée sur les composantes du rendement :

La production d'une plante est influencée par un certain nombre de facteurs et de conditions liées au milieu et à la plante elle-même.

Les facteurs du rendement représentent tous les éléments qui entrent dans la constitution de la plante : eau, carbone, éléments minéraux et énergie ; plus leur quantité est élevée plus le rendement augmente (soit l'équilibre entre les facteurs est maintenu) (PREVOST, 1999).

La fertilisation a un effet positif sur les composantes, l'analyse des composantes du rendement des céréales est aujourd'hui un outil pour porter un diagnostic sur les systèmes de culture en vue de leur amélioration (MEYNARD, 1994).

1. Densité de peuplement :

Les résultats de la densité de peuplement sont présentés dans le tableau 11 et illustrés par la figure 11.

Tableau 11 : influence des différents types d'engrais phosphatés sur la densité de peuplement.

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
moyennes	404	534	559	15,3	NS

L'analyse de la variance montre un effet non significatif entre les traitements, le nombre de plants par m² passe de 404 à 559 ce qui indique une hétérogénéité à la levée.

Le nombre théorique de plantes/m² est de 538 en fonction de la dose de semis, les écarts soulevés sont essentiellement le fait d'un semis manuel et des attaques des semences par les moineaux dès le premier jour. Il ne peut en aucun cas être attribué à la fertilisation phosphatée. Selon **BUCKMAN (1990)**, la densité de la culture est fonction du nombre de grains semés et de la survie des plantes. Son installation ne nécessite pas d'apport de fertilisants extérieurs en particulier d'azote : la levée s'effectuant à partir de la graine (**MASSE**, 1983).

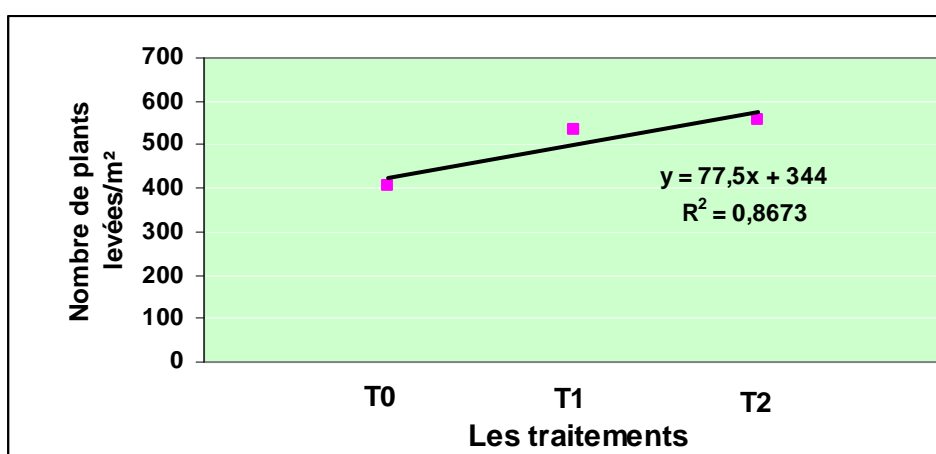


Figure 11: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la densité de peuplement.

2. Nombre de tiges herbacées / pied :

Le nombre de tiges herbacées est fonction de la variété, de la densité de peuplement, de l'alimentation hydrique et de la fertilisation azotée.

Les principaux résultats sont enregistrés dans le tableau 12 et illustrés par la figure 12

Tableau12 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le tallage herbacé

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	3,33	4	4	8,8	NS

L'analyse de la variance montre un effet non significatif entre les traitements. La tendance montre une légère amélioration du coefficient de tallage au profit des parcelles ayant subi la fertilisation phosphatée.

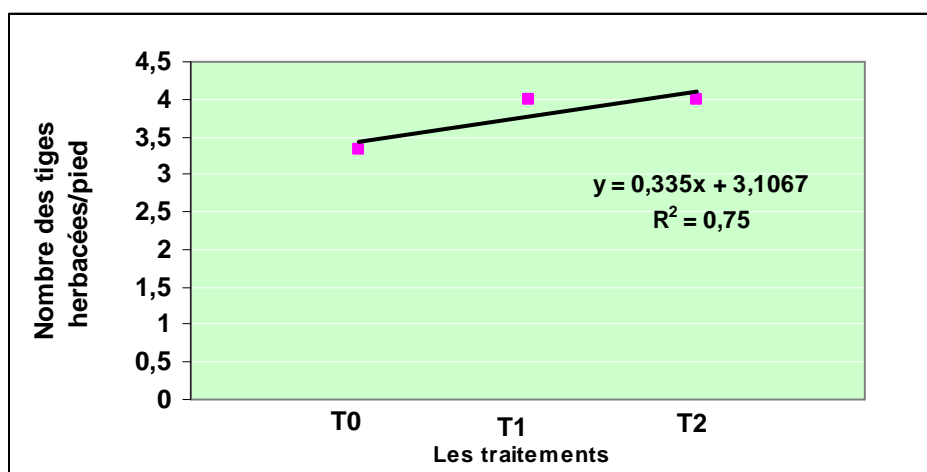


Figure 12: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le tallage herbacé

3. Nombre d'épis / m² :

Le nombre d'épis au m² est un paramètre important dans la définition des rendements des céréales à grains.

Les principaux résultats obtenus sont présentés dans le tableau 13 et illustrés par la figure 13.

Tableau 13 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le nombre d'épi / m².

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	79 (c)	198(b)	296(a)	11,8	HS

Les résultats de l'analyse de la variance montrent à ce stade végétatif de l'orge un effet hautement significatif sur le nombre d'épis/m². Ils montrent tout l'intérêt de la fertilisation phosphatée sur le rapport talles épis sur le nombre total des talles ; le degré de solubilité des engrais ou la rapidité de leur mise à disposition des plantes constitue un facteur important.

La comparaison des moyennes des traitements à mis en évidence trois (03) groupes homogènes (a), (b) et (c) représentant respectivement le TSP46%, le DO20% et le témoin sans phosphore.

Ces résultats confirment ceux de FARDEAU (1985), indiquant que les besoins du blé en phosphore sont plus importants à partir du stade mi-montaison générant directement un grand nombre d'épis par mètre carré.

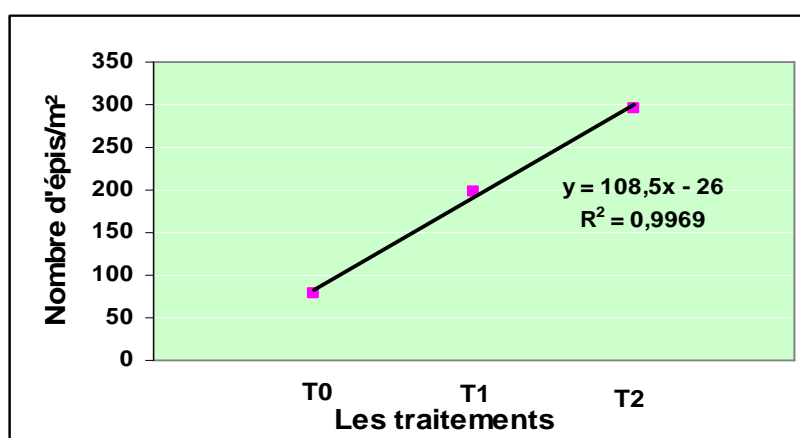


Figure 13: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le nombre d'épis / m².

4. Nombre grains / épis :

Le nombre des grains par épi est une caractéristique variétale, très influencée par le nombre d'épis au m². (COUVREUR, 1981).

Les principaux résultats obtenus sont consignés dans le tableau 14 et illustrés par la figure 14

Tableau 14 : Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le nombre grains /épis :

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	36,67	44	45,67	17,8	NS

L'analyse de la variance révèle une différence non significative sur le nombre de grains par épi. Néanmoins la tendance montre un effet certain de la fertilisation phosphatée sur cette importante composante du rendement.

A ce stade végétatif, l'apparition d'une maladie cryptogamique (*Hélmintosporium t.r*) à des degrés différents au niveau des parcelles élémentaires aurait influencé ce critère d'appréciation du rendement prévisionnel ; des chutes de rendement de l'ordre de 25 à 50% peuvent se concrétiser (ANONYME, 1987).

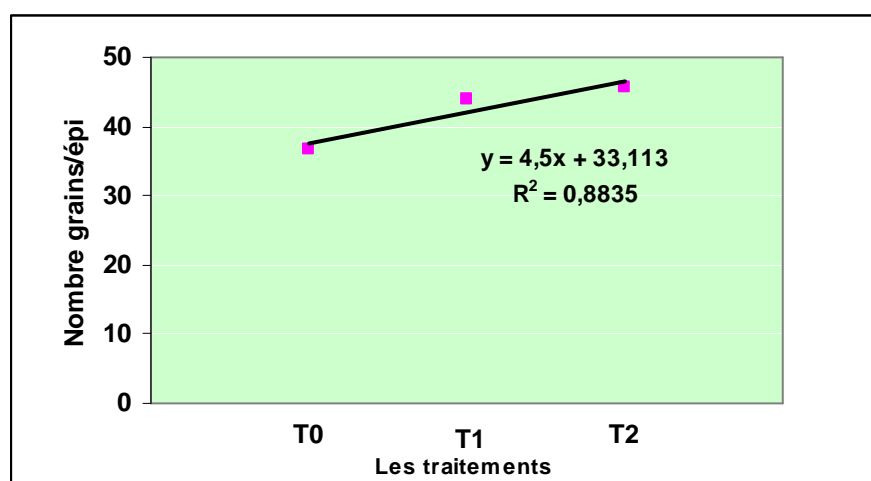


Figure 14: Influence des différentes types d'engrais phosphatés sur le nombre Grains /épis :

5. Poids de mille grains (PMG) :

Selon **LOUE** (1984) et **BATTEN** (1992), le poids de mille grains est un paramètre influencé par les conditions de nutrition minérale surtout phospho-potassique. Cependant les conditions climatiques influent également sur ce paramètre (**GRIGNAC**, 1981 ; **MEYNARD**, 1987 et **GATE**, 1996).

Les principaux résultats obtenus sont présentés dans le tableau 15 et illustrés par la figure 15.

Tableau 15: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le poids de 1000 grains :

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	19,81	20,33	19,50	22,6	NS

L'analyse de la variance a révélé un effet non significatif des différents traitements sur le poids de 1000 grains.

L'apport de l'eau à ce stade végétatif a connu des perturbations dues à des pannes au niveau du forage engendrant ainsi une tendance à l'échaudage, cela est confirmé par ce poids moyen de 1000 grains par rapport à celui de la semence (environ 27 gr).

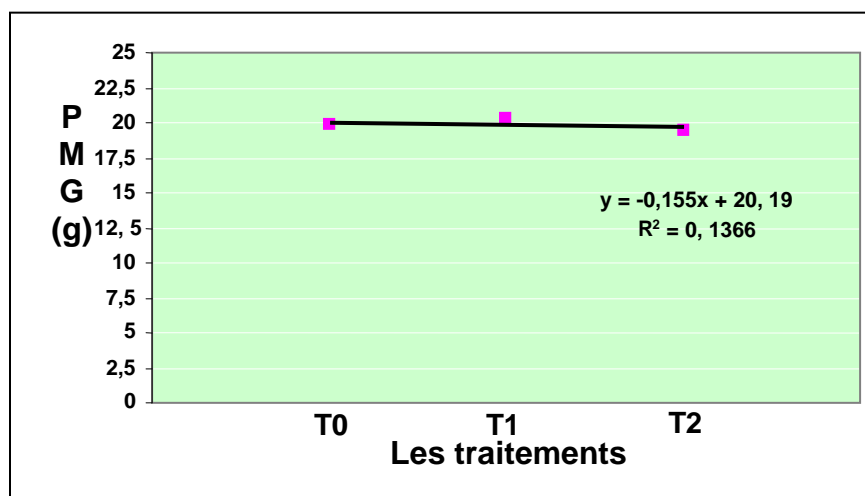


Figure 15: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le poids de 1000 grains

6. Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grains et rendement en paille :

6.1. Rendement en grain :

6.1.1. Rendement en grain théorique : C'est un rendement calculé, il est le produit de trois paramètres à savoir le nombre d'épis par m², le nombre de grains par épi et le poids de mille grains.

Les résultats sont présentés dans le tableau 16 et illustrés par la figure 16.

Tableau 16: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain théorique (q /ha)

Traitements	T0	T1	T2	CV%	Signification statistique
Moyennes	5,79	17,65	27,66	50,6	NS

L'analyse de la variance montre que l'effet des différents types d'engrais phosphatés est non significatif sur le rendement en grain théorique. Le coefficient de variance est très élevé (50 %) ce qui masquerait les différences éventuelles entre les différents traitements.

La moyenne arithmétique montre une tendance des plus significatives et indique l'effet très positif de la fertilisation phosphatée ; celle-ci est d'autant plus importante que la solubilité des engrais est forte. Les rendements sont multipliés par trois (03) dans le cas de la fertilisation par le phosphate naturel et par cinq (05) lorsqu'il s'agit d'une fertilisation phosphatée à partir du TSP46%.

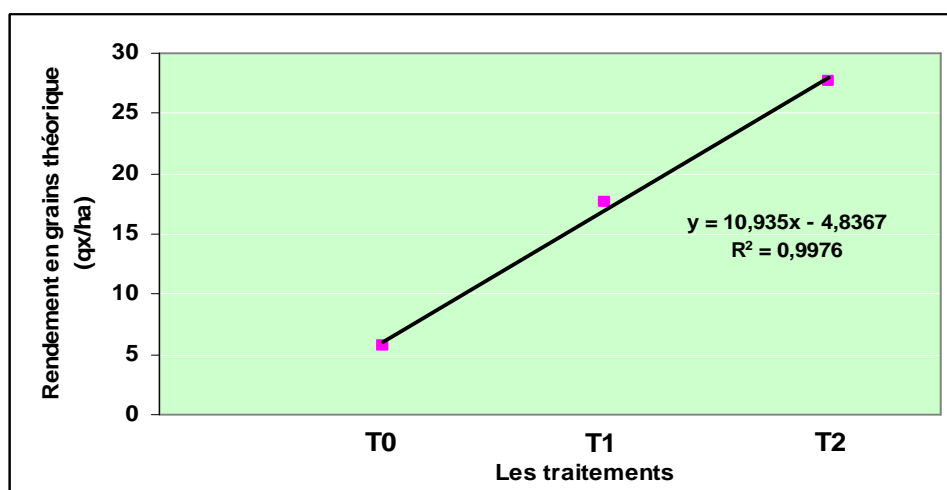


Figure 16: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain théorique (q /ha)

6.1.2. Rendement en grain pratique :

Les résultats du rendement en grain pratique sont présentés dans le tableau 17 et illustrés par la figure 17.

Tableau 17: influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain pratique (q /ha)

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	2,82	14,07	20,41	61,9	NS

L'analyse de la variance montre un effet non significatif entre les traitements. Durant le cycle végétatif, la plante peut subir des accidents de différents ordres jusqu'à subir une récolte dans des conditions inappropriées ce qui justifie dans la majorité des cas un rendement pratique inférieur au rendement théorique.

Quoique l'analyse statistique indique une différence non significative due essentiellement à une forte dispersion (CV = 61,9), l'on constate une tendance nette de l'effet du phosphore sur le productivité, l'on passe de 2.82 q/ha pour le témoin à 14.07 pour le phosphate naturel DO 20 % et à 20.41 pour le TSP46%.

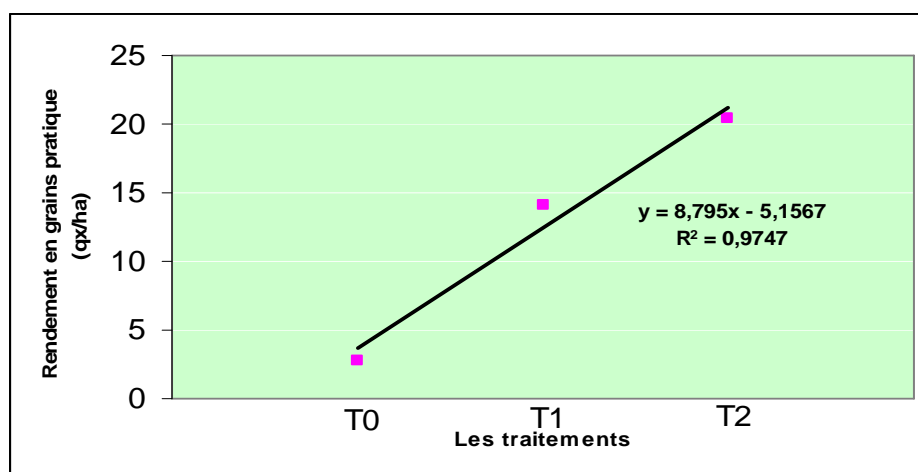


Figure 17: influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en grain pratique (q /ha)

6.2. Rendement en paille :

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 18 et illustrés par la figure 18

Tableau 18: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en paille (q / ha)

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	10.33 (c)	19.50 (b)	37 (a)	14.2	HS

L'analyse de la variance montre un effet très significatif entre les traitements ; le test de Newman-Keuls a fait ressortir trois groupes homogènes dont le TSP 46% se distingue par rapport au phosphate naturel DO 20 %, lequel est meilleur que le témoin.

AISSA *et al* (2001), notent que la mise à disposition de la plante du potassium aisément métabolisable entraîne une meilleure assimilation de l'azote et du phosphore

disponible dans le sol, par conséquent assure un rendement plus élevé et une nette amélioration de la composition minérale des grains et de paille.

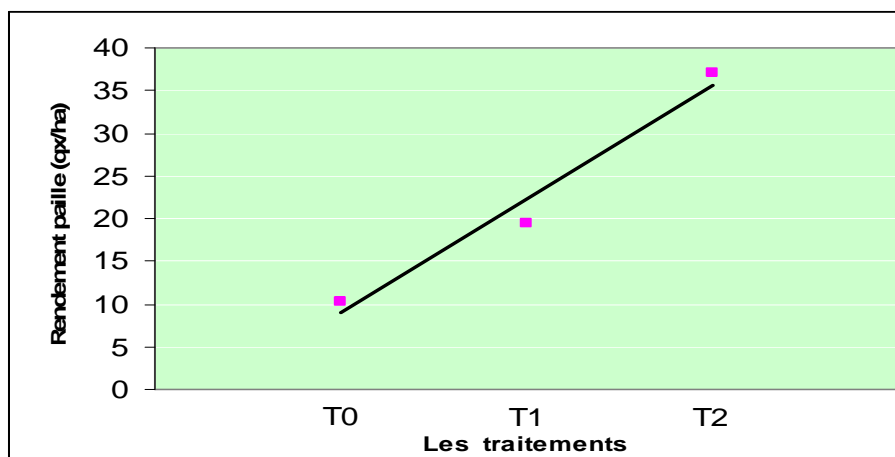


Figure 18: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur le rendement en paille (q/ ha).

IV- Effet de la fertilisation phosphatique sur quelques caractères morphologiques :

1. La hauteur de la tige :

La hauteur de la tige est un paramètre très important, il a été déterminé au stade épiaison, il intervient dans la résistance de l'espèce ou la variété à la verse.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 19 et illustrés par la figure 19

Tableau 19: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la hauteur de la tige (cm)

Traitements	T0	T1	T2	CV %	Signification statistique
Moyennes	58.69	69.34	79.23	14.3%	NS

L'analyse de la variance montre un effet non significatif de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige. Nous remarquons que la tendance à l'augmentation, ceci peut être expliquée par la synergie existante entre l'azote et le phosphore.

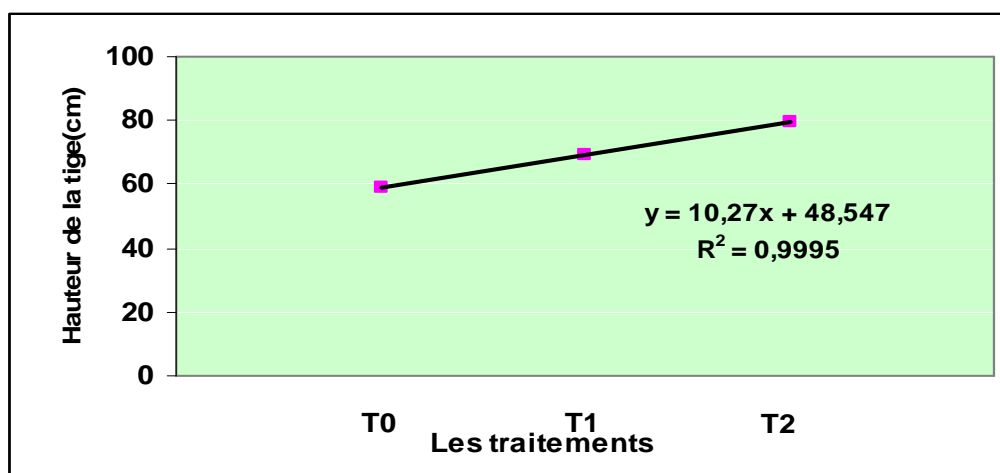


Figure 19: Influence des différents types d'engrais phosphatés sur la hauteur de la tige (cm)

2. Longueur de l'épi :

Les résultats obtenus enregistrés dans le tableau 20 et illustrés par la figure 20.

Tableau 20 : influence de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épis (cm)

Traitements	T ₀	T ₁	T ₂	CV %	Signification statistique
Moyennes	5,57	6,70	7,83	16,1	NS

L'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les traitements néanmoins une tendance est matérialisée et est à la confirmation de la fertilisation phosphatée sur quelques caractères morphologiques de l'orge.

La longueur de l'épi est une caractéristique variétale, elle est liée aussi à l'alimentation hydrique et les niveaux de température pendant le stade épiaison.

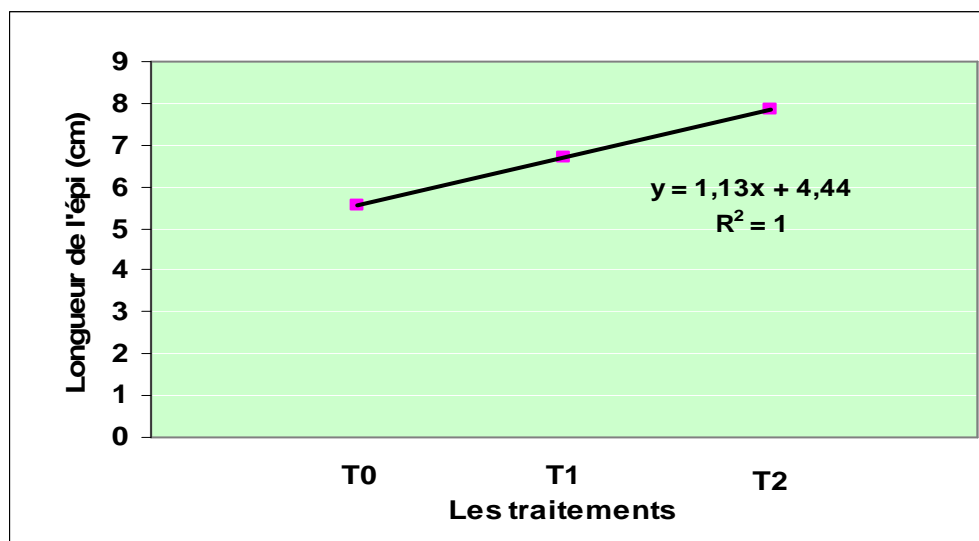


Figure 20 : influence de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épis (cm)

Conclusion Générale

Conclusion :

Dans le cadre du développement de la céréaliculture dans les régions sahariennes et contrairement aux régions du Nord du pays, le pédo-climat constitue le problème essentiel dans le cadre de la conduite des cultures et des céréales particulièrement.

Les recherches s'orientent de ce fait vers la matérialisation de nouvelles variétés adaptées et l'amélioration des propriétés bio physico-chimiques des sols sahariennes qui sont caractérisés par une faible fertilité.

C'est dans le cadre de l'amélioration des propriétés chimiques des sols que s'inscrit ce travail de recherche qui a eu pour cadre la station expérimentale de l'ITDAS d'El-Arfiane (région de Djamaa, Wilaya d' El Oued). Nous avons de ce fait mis en place un protocole expérimental pour pouvoir juger l'efficacité d'une fertilisation phosphorique à partir des phosphates naturels par rapport à l'engrais classique le TSP 46% sur une culture d'orge.

A partir des résultats obtenus durant le cycle végétatif de l'orge, nous tirons les conclusions suivantes:

En général, les résultats concernant le phosphore assimilable dans la couche superficielle du sol montrent une disponibilité plus importante dans le cas du TSP par rapport aux deux autres traitements, la différence étant importante au début du cycle végétatif de l'orge soit au stade tallage ; après, l'on assiste à une diminution de cette teneur due probablement aux prélèvements du phosphore par la culture d'un part, et un transfert du phosphore vers des formes non assimilables d'autre part.

En matière de prélèvement du phosphore par la plante aux différents stades végétatifs de l'orge soit le tallage, la montaison et l'épiaison nous enregistrons un effet très appréciable de la fertilisation phosphatée sur la richesse du végétal en phosphore ; les différentes mesures indiquent un meilleur profit à partir du TSP puis le phosphate naturel qui n'est pas très différent du témoin.

Au stade maturité, le triple super phosphate a aussi influencé significativement la teneur en phosphore des grains et des pailles.

L'appréciation de l'efficacité des types d'engrais a été réalisée à travers les mesures biométriques sur les principales composantes du rendement au cours du cycle végétatif de l'orge, il en ressort :

- une différence non significative entre les traitements sur la densité de peuplement et le coefficient de tallage ; ceci est en confirme aux données bibliographiques
- le nombre d'épis/m² est très significatif ; les résultats montrent tout l'intérêt de la fertilisation phosphatée sur le rapport talles épis sur le nombre total des talles ; le degré de solubilité des engrais ou la rapidité de leur mise à disposition des plantes constitue un facteur important. Les besoins du blé en phosphore sont plus importants à partir du stade mi-montaison générant directement un grand nombre d'épis par mètre carré comme cela est affirmé par ailleurs.
- L'autre composante du rendement indiquent des différences non significatives mais les tendances indiquent d'une façon très nette un avantage certain pour le TSP46% puis le phosphate naturel et enfin le témoin.

Les rendements obtenus quoique faibles par rapport aux potentialités de la culture résultat d'un manque d'eau au stade critique, montrent tout l'intérêt de la fertilisation phosphatée des sols sahariens ; ils ont été multipliés par trois après utilisation du phosphate naturel et par cinq en rapport avec le fertilisant de synthèse.

Une analyse technico-économique plus poussée pourrait militer en faveur des phosphates naturels : le processus de fabrication du TSP impliquant l'acide sulfurique est une source de nuisance pour la population Annabie par le biais de dégagement de gaz.

En fin, il serait intéressant de mettre en place des essais expérimentaux de moyenne et longue durée pour porter un jugement d'objectif quand à l'utilisation des phosphates naturels dans le cadre de la fertilisation phosphorique des sols sahariens.

Référence Bibliographiques

Référence Bibliographiques

1. **AISSA A.D.et MHIRI A ; 2001** : fertilisation phospho-potassique du blé dur en culture intensive en Tunisie. 5p.
 2. **AIT RACHID L ; 1991** : essai comparatif de quelques lignées F6 d'orge (Hordeum. Vulgare .L) .Mémoire .Ing.Agro. I.N.A.- El Harrach (Alger).138p.
 3. **AIT AMMARA, H et BESSAOUI, S ; 1986** : Model technique de production et crise de la céréaliculture en Algérie , options méditerranéennes .Pp 85-91
 4. **AMMARI.Med.S, 1991** : essai de fertilisation phospho-azotée sue une variété d'orge dans la région deTouggourt.I.N.R.A, SIDI –MAHDI, Mémoire .Ing.Agro.Ouargla 64p.
 5. **ANONYME, 1993**, Recueil des fiches techniques ITDAS.
 6. **ARARKRAKA, 1989** : Caractérisation de l'assimilabilité des ions PO_4^{-3} en sols calcimorphes.Thèse docteur de l'I.N.P.L.France.sciences agronomiques 120p.
 7. **ARVIEU.J.C,1970** : réaction des phosphates minéraux en milieu calcaire. Conséquences sur l'état et la solubilité du phosphore, relation sol-plante en milieu carbonate. p231-245.
 8. **BAEYENS.J, 1967** : Nutrition des plantes de culture ou physiologie appliqué aux plantes agricoles. Ed. Naiwelaerts Louvain ; 278 p
 9. **BARBIER.G, 1967**, Recherche sur les mécanismes de l'absorption des phosphates par divers constituants des argiles des sols Annaba.P3.
 10. **BENAMARA.M, et CONESA.A.P, 1976**, Appréciation de la fertilité phosphorique de quelques sols d'Algérie, Annales de l'I.N.A. vol. VI n°2. pp :81-90.
 11. **BLANCHET R, 1959** : Energie d'absorption des ions méniraux : phosphore.Anals agronomique, N°11,pp :138-154.
 12. **BRAHIMI.T, 1991, Contribution** à l'étude de l'utilisation des phosphates naturels dans la fertilisation phosphatée d'un sol saharien, à Biskra Mémoire .Ing.Agro.Ouargla 68p.
 13. **BUCKMAN ,1990** : Agriculture et fertilisation Ed.Norsk hydro a,s.158p.
 14. **CASTILLON P. et al,1995** : Dynamique du phosphore et de potassium dans les système sol-plantes . Académie d'agriculture, COMIER –CR. Ag.de France , p4-8.
 15. **CHARLES G; 1976**: Diagnostique de la carence phosphorique des sols par symptomatologie végétale. Annales de l'I.N.A. vol. VI n°2. pp :119-121.
 16. **COVREUR.F; 1981**: La culture du blé se raisonne. Cultivar. Juin, pp: 39-41.
-

- 17. CLEMENT-G.C et PRATS J; 1971:** Les céréales condition d'enseignement agricole.
pp 9-23
- 18. DIB Y; 1991 :** caractérisation et évaluation des palmiers dattiers males (dokkars) de la collection de la station expérimentale de l'ITDAS d'El- Arfiane. Djamaa.Wilaya d'El Oued.
- 19. DRAOUI N; 2004:** Effet de la fertilisation phosphatée sur la comportement d'une variété de blé tendre (*Triticum aestivum* L. Var Anza) conduite en conditions sahariennes.
- 20. Diehl JA; 1975:** Agriculture générale, Encyclopédie agricole 396p.
- 21. DURAND JH ; 1983:** Les sols irrigables, Etude pédologique. Ed. Département de géologie de l'université de Paris- Sorbonne, 389p.
- 21. DUTHIL J; 1973:** Eléments d'écologie et d'agronomie, T3, ed.J.B.Baill
- 22. DUTIL P; 1997 :** La fertilisation phosphatée des sols calcaires.An.Agro.I.N.A.
Vol VI n°2, 2, pp:75-80.
- 23. FARDEAU J.C et FROSSARD M; 1991:** Processus de transformation du phosphore dans les sols de Afrique de l'Ouest semi – aride: Application au phosphore assimilable. In Phosphorus cycles in tersional and aquatic ecosystems. Regional work shop4, Univ.Saskatchewan, pp:1-15.
- 24. FARDEAU J.C; 2002:** Ecole franco maghrébine sur les phosphates et les composés du phosphore. Colloque du 09 au 11-03-2002.Tunisie.
- 25. GATE P. et BOUSQUET N; 2002:** Date et densité de semis de blé tendre d'hiver. Faire le bon choix. Perspectives agricoles. N°282. Septembre, pp: 44-49.
- 26. GACHON; 1969.** La fertilisation phosphatée : Panorama des recherches récentes effectuées en France. Phosphore et Agri., n°53, pp:17-19.
- 27. GERVY R; 1970 :** Les phosphates et l'agriculture.Edition DUNOD, Paris.298p.
- 28. GILLET; 1980 :** Les graminées fourragères, description, fonctionnement, application à la culture de l'herbe, Ed. Ganthier-Villars.Paris 306p.
- 29. HALILLAT MT; 1993:** Etude de la fertilisation azotée et potassique sur blé dur (variété Aldura) en zone saharienne (région de Ouargla). Mémoire de magister. I.N.E.S.Batna.130p.
- 30. HAMDOUN N ; 1992:** Influence des résidus organiques (paille- racines) sur la mobilisation de phosphore et de potassium dans un sol calcaire de Hamla W. Batna. Mémoire d'ingénieur. Université de Batna .44p.
- 31. KHALDOUN A ; 1986 :** contribution à l'étude de comportement de l'orge (*HORDEUM VULGARE* L) en double exploitation fourragere à grain Mémoire .DAAENSA Montpellier (France) 76p.
-

- 32. KHELFA SAHEL SOUAD, 1992;** Contribution à l'étude de la résistance variétale de l'orge vis-à-vis de DRECHSHERATERRES. Essais de sporulation in vitro de DERECHSHERA GRAMINEA.
- 33. KEBRI F ; 2003:** Avec un niveau de consommation de 60 millions de qx/an, l'Algérie un grand consommateur. Partenaires. Mensuel de la chambre française de commerce et d'industrie en Algérie. N°41 Décembre, pp:23.
- 34. LAMBERTJ.C; DELHAY J.P.&TOUSSAINT B; 1979 a :** La fertilisation phosphorique et la conduite rationnelle des herbages en région tempérée. Phosphore et agriculture N°76, Septembre, pp:7-16.
- 35. LAMBERTJ.C1979b:** «La fertilisation phosphatée » revue Cultivar. N°115, pp: 96-97.
- 36. LOUEA; 1984:** Le potassium et les céréales. Revue de la potasse. S.9.n°4pp:1-18.
- 37. MASSE J. et VIAUX A ;1983:** Azote et croissance du blé . Perspectives agricoles.68p.
- 38. MEYNARD. J.M; 1987 :** L'analyse de l'élaboration de rendement sur les essais de fertilisation azotée. Perspectives agricoles .n° 115.pp:5-51.
- 39. MEYNARD. J.M; 1990:** Construction d'itinéraires techniques pour le blé d'hiver: quelques pistes pour la réflexion. Un point sur les systèmes de cultures. Ed. I.N.R.A-Paris. pp:17-26.
- 40. MEYNARD. J.M.et SEBILLOTE M ; 1994 :** L'élaboration du rendement du blé. Base pour l'étude des autres céréales à talles. Ed .I.N.R.A- Paris.
- 41. MISSAOUI; 1991:** Evolution de la salinité en fonction des doses d'irrigation à l'I.T.D.A.S DE Biskra, Mémoire .Ing.Agro. INFSAS Ouargla 79p.
- 42. MOSSAB; 1991:** Culture à double fin avec la filière blé. OAIC, pp213-220.
- 43. PELLERIN F. PELLERIN S , VIETTE C , et BOIFIN , 2000 :** Evolution du raisonnement de la fertilisation phosphatée du grande culture , Etudes et gestion du sol, pp53-71
- 44. SIMON; 1972: Identification** et classification des variétés d'orge cultivées en France Ed . SEL. Verseille.p200
- 45. SLIM; 1982:** Etude de comportement de l'orge (HORDEUM VULGARE L) en double exploitation fourragère à grain Mémoire .Ing.Agro.I.N.A.Tunis 124p
- 46. SOINS . et VAYSSE P , 1999 :** Fertilisation du vergers . envirenement et qualité Ed CTIFL.pp 47-52.

47. SOLTNER; 1988: Les bases de production végétal, les collections sciences techniques agricole 16^{eme} édition, 464p.

48. TOUTAIN G; 1979: Eléments d'agronomie saharienne de la recherche au développement. Imprimerie Jouve, Paris. I.N.R.A, 138P.

Annexes

Annexe. 1 : Données sur les engrais utilisés

TSP 46%	DO 20%
Engrais synthétique 46% de P ₂ O ₅ total soluble dans l'eau à 36% Assimilable 39.5% pH=3.3 densité est de 1 kg/dm ³	Engrais naturel 20% de P ₂ O ₅ total Éléments essentiels: Carbonate de calcium (Caco3)40% Magnésium (MgO) 6% Éléments utiles (ppm): Soufre (100) Zinc (600) Molybdène (20) Cobalt (10) Cuivre (9) Bore (8)

Annexe .2

Tableau .1 : Evolution du phosphore assimilable (ppm) dans le sol à profondeur (0-30 cm)

Blocs/traitement	Tallage			Montaison			Maturité		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
I	55,78	63,78	79,80	12,66	27,86	61,63	3,27	17,67	10,15
II	54,44	55,78	102,48	9,29	16,04	19,42	1,55	21,33	41,11
III	46,46	59,78	75,79	9,29	14,35	27,82	1,55	17,33	4,99
Moyennes	52,23	59,78	86,02	10,41	19,42	36,29	2,12	18,77	18,75

Source : Laboratoire de l'I.T.D.A.S BISKRA, 2005

Tableau .2 : Evolution du phosphore aux différents stades de développement de la culture (En ppm)

Traitements Blocs	Tallage			Montaison			Epiaison			Maturité (plante:R+T+F)			Maturité (gains)		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
I	1,41	1,86	3,08	1,24	1,37	3,78	1,63	1,04	3,17	3,31	3,15	4,8	4,31	4,88	6,15
II	2,1	2,51	2,93	1,55	1,53	3,01	2,01	1,49	3,46	3,75	3,11	4,3	5,45	5,41	6,18
III	0,88	2,19	3,33	0,67	1,45	3,83	2,41	1,27	3,2	2,58	3,15	5,2	4,58	5,21	5,85
Moyennes	1,46	2,18	3,11	1,15	1,45	3,54	2,02	1,27	3,28	3,21	3,14	4,77	4,78	5,17	6,06

Source : Laboratoire de l'I.T.D.A.S BISKRA,2005

Annexe.3

Tableau enregistrant les observations au champ

Bloc	Traite-ments	Densité de levée	Nbre talles/pied	Nbre d'épis/m ²	Nbre grains/épi	PMG (g)	Rendement en grainsqx/ha		Rdt paille qx/Ha	Hauteur tige(cm)	Longueur épi(cm)
							Théorique	Pratique			
B1	T0	343	3	70	41	20.53	5.89	3.5	10	58.62	5.2
	T1	572	4	220	40	26.73	23.5	20.3	20	80.33	6
	T2	580	4	270	36	16	15.55	10	31	72.9	9
B2	T0	369	3	60	34	18.14	3.7	1.8	09	56.44	5.5
	T1	570	4	176	48	13.92	11.75	7.85	19	71.7	7.5
	T2	560	4	282	44	20.50	25.43	20.22	40	78.3	8.3
B3	T0	500	4	107	35	20.76	7.73	3.17	12	61	6
	T1	460	4	198	44	20.33	17.71	14.07	19.5	56.25	6.6
	T2	537	4	335	57	22	42	31	40	86.5	6.2

I.T.D.A.S : DJAMAA ,2005

Annexe.4

Tableau : Résultats d'analyse de variance des teneurs en P_2O_5 assimilable en (PPM) du sol aux différents stades de l'orge à profondeur (0-30 cm)

Paramètres	Moyenne Générale (PPM)	Ecart-type	C.V %	F. calculée	F. théorique (%)		Signification
					5 %	1 %	
P_2O_5 ass .tallage	66.01	9.21	14	11.13	6.94	18	S
P_2O_5 ass .Montaison	22.04	10.70	48.5	4.52	6.94	18	NS
P_2O_5 ass .Maturité	13.22	10.84	82	2.36	6.94	18	NS

Annexe. 5

Tableau : Résultats d'analyse de variance des teneurs en P_2O_5 du végétal en (PPM) aux différents stades de l'orge

paramètres	Moyenne Générale (ppm)	Ecart-type	C.V %	F. calculée	F. théorique (%)		Signification
					5 %	1 %	
P_2O_5 . Tallage	2.25	0.43	19.1	11.10	6.94	18	S
P_2O_5 .Montaison	2.05	0.45	21.8	25.38	6.94	18	H.S
P_2O_5 . Epiaison	2.19	0.22	10.1	63.12	6.94	18	H.S
P_2O_5 Maturité (R.T.F)	3.70	0.53	14.2	9.16	6.94	18	S
P_2O_5 Maturité (grains)	5.34	0.30	5.7	13.95	6.94	18	S

Annexe.6

Tableau : Résultats d'analyse de variance des composantes du rendement de l'orge

paramètres	Moyenne Générale (PPM)	Ecart-type	C.V %	F. calculée	F. théorique (%)		Signification
					5 %	1 %	
Densité de levée	499	76.32	15.3	3.57	6.94	18	N.S
Nombre tiges/épi	3.78	0.33	8.8	4	6.94	18	N.S
Nombre épis/m ²	190.89	22.50	11.8	69.75	6.94	18	H.S
Nombre Grains/épi	42.11	7.50	17.8	1.22	6.94	18	N.S
Poids de 1000 Grains (g)	19.88	4.49	22.6	0.03	6.94	18	N.S

Annexe.7

Tableau .1 : Résultats d'analyse de variance des rendements (qx/ha) de l'orge

paramètres	Moyenne Générale (PPM)	Ecart-type	C.V %	F. calculée	F. théorique (%)		Signification
					5 %	1 %	
Rdt en grain Pratique (qx/ha)	12.43	7.70	61.9	4.01	6.94	18	N.S
Rendement en paille (qx/ha)	22.28	3.17	14.2	54.92	6.94	18	H.S

Tableau .2 : Résultats d'analyse de variance des caractères morphologiques de

paramètres	Moyenne Générale (PPM)	Ecart-type	C.V %	F. calculée	F. théorique (%)		Signification
					5 %	1 %	
Hauteur de la tige (cm)	69.12	9.88	14.3	3.25	6.94	18	N.S
Longueur de l'épi (cm)	6.70	1.08	16.1	3.30	6.94	18	N.S



