

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

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

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

**Option:** Production végétale

**Thème**

**Effet de la fertilisation phosphatée sur le comportement et  
la productivité d'une culture de blé dur (*Triticum durum* L.  
var SIMETO) Conduite en Conditions Sahariennes dans la  
région d'El Goléa (W de Ghardaïa)**

Présenté par:

**M<sup>elle</sup> : ZEKKOUR Mebrouka**

**Composition du jury:**

Président :	<b>Mr. CHELOUFI A.</b>	<b>M.C. Univ. Ouargla.</b>
Encadreur :	<b>Mme. BOUKHALFA N.</b>	<b>M.A. Univ. Ouargla.</b>
Examineur :	<b>Mr. CHAABENA A.</b>	<b>C.C. Univ. Ouargla.</b>
Examineur :	<b>Mr. DJILI B.</b>	<b>C.C. Univ. Ouargla.</b>

**Année universitaire: 2006/2007**

## ***Remerciements***

Eloge à dieu tout puissant à nous avoir donné la bravoure, la volonté et la patience pour effectuer ce modeste travail.

Au terme de ce travail nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Mme DERAOUI N. maître assistante à l'université de Ouargla pour ses orientations et ses conseils.

Mr CHELOUFI H. maître de conférences à l'université de Ouargla, d'avoir accepté de présider ce jury.

Nous tenons à remercier Mr MEKLIICHE A. chargé de cours à l'INA pour ses fameux conseils durant la réalisation de ce travail.

A tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail Mr CHAABENA A. Chargé de cours à l'université de Ouargla et Mr DJILI B. chargé de cours à l'université de Ouargla.

Nous tenons à exprimer nos profonds respects à la famille HADJAJ pour son accueil chaleureux ainsi que la famille AZOUZ durant notre séjour à El- Goléa.

A tous les enseignants du département des sciences agronomiques ainsi qu'au personnel de la bibliothèque et du laboratoire du département d'agronomie Saharienne.

Je remercie chaleureusement tous les collègues en particulier AZIZ et IBrahim.

Et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à notre formation et à la réalisation de ce travail.

***MEBROUKA***

## Résumé

Ce travail a pour but d'étudier l'effet combiné de deux types d'engrais foliaire (Leader Start et Agriphos) avec trois types d'engrais solides (Phosphactyl, triple super phosphate et NPKs) testés à quatre doses différentes (80, 120, 160 et 200 U P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) sur le comportement et la productivité d'une culture de blé dur (variété Siméto) dans la région d'El Goléa.

Les résultats montrent que l'effet de l'engrais phosphaté est positif sur les composantes déterminantes du rendement.

Une variation significative du nombre d'épis/m<sup>2</sup> est obtenue sous l'action de Phosphactyl avec un taux d'accroissement de la dose D4 par rapport à la dose D1 de 32%. Par contre l'engrais foliaire était sans effet.

Le nombre de grains /épi a varié significativement sous l'action de Phosphactyl avec un taux d'accroissement de la dose D4 par rapport à la dose D3 de 68%. Par contre l'effet de l'engrais foliaire est statistiquement non significatif.

Le poids de 1000 grains augmente à mesure qu'augmentent les doses de phosphore au niveau des trois types d'engrais solide TSP, Phosphactyl et NPKs, avec des taux de 13%(D4 par rapport à D2), 09% (D3 par rapport à D2) et 04% (D1 par rapport à D4) respectivement.

La culture du blé a réagi favorablement par l'augmentation de la production de matière sèche sous l'action de l'engrais phosphaté de type (TSP) au stade deux nœuds avec un taux d'accroissement 12% et phosphactyl au stade maturité avec un taux de 28%, par contre les résultats des analyses statistiques faites sur la production de matière sèche au stade floraison montrent une différence non significative entre les différents types d'engrais solides (TSP, phosphactyl et NPKs).

Par ailleurs on observe un effet hautement significatif de l'engrais foliaire avec le TSP sur la production de la matière sèche au stade deux nœuds avec un taux d'accroissement 1% de F2 par rapport F1, la même influence est obtenue avec Phosphactyl avec un taux d'accroissement 21 % de F2 par rapport F1 et NPKs au stade floraison avec un taux d'accroissement 4% de F1 par rapport F2 respectivement.

Le rendement grain varie de façon non significative sous l'action des trois types d'engrais solides (TSP, Phosphactyl et NPKs) par contre L'engrais foliaire a influencé positivement Le rendement grain dans le cas du TSP avec un taux d'accroissement de 9% de F2 par rapport F1.

Pour les différents engrais phosphatés solides, les meilleures combinaisons sont obtenues au niveau du TSP avec F2D4 pour le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, et F1D3 pour le nombre de grains/épi ; pour le Phosphactyl les meilleures combinaisons sont présentées par F1D4 pour le poids de 1000 grains et F2D4 pour le rendement grains.

**Motes clés :** Phosphore, fertilisation, blé dur, rendement grain, Sahara.

## Summary

This work aims to study the combined effect of two types of foliar fertilizer (Leader Start and Agriphos) with three types of solid fertilizers (Phosphactyl, triple super phosphate and NPKs) tested four different doses (80, 120, 160 and 200 U P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) on the behaviour and productivity of a crop of durum wheat (variety Siméto) in the area of El Golea.

The results show that the effect of phosphate fertilizer is positive on the critical components of performance.

A variation in the number of ears / m<sup>2</sup> is produced by the action of Phosphactyl with a growth rate of dose D<sub>4</sub> compared to the D<sub>1</sub> dose by 32%. By contrast, the foliar fertilizer was ineffective.

The number of kernels per ear has varied significantly by the action of Phosphactyl with a growth rate of dose D<sub>4</sub> compared to the D<sub>3</sub> dose by 68%. However the effect of foliar fertilizer is not statistically significant

The weight of 1000 grains increases with increasing doses of phosphorus in the three types of fertilizers solid TSP, Phosphactyl and NPKs, with rates of 13% (D<sub>4</sub> compared to D<sub>2</sub>), 09% (compared D<sub>3</sub> to D<sub>2</sub>) and 04% (D<sub>1</sub> compared to D<sub>4</sub>), respectively.

The wheat crop has responded positively by increasing production of dry matter under the action of the type of fertilizer phosphate (TSP) at two nodes with a growth rate 12% and phosphactyl stage with a maturity rate of 28%, but the results of the statistical analyses done on the production of dry matter flowering stage showed a non-significant difference between the various types of solid fertilizers (TSP, phosphactyl and NPKs).

In addition there is a highly significant effect of foliar fertilizer with the TSP on the production of dry matter at two nodes with a rate of accroissement 1% F<sub>2</sub> compared F<sub>1</sub>, the same effect is achieved with a rate Phosphactyl growth of 21% F<sub>2</sub> compared F<sub>1</sub> et NPKs flowering stage with a growth rate of 4% F<sub>1</sub> compared F<sub>2</sub> respectively.

The yield of grain varies not significantly under the action of three types of solid fertilizers (TSP, Phosphactyl and NPKs) against the foliar fertilizer has positively influenced the grain yield in the case of the TSP with a growth rate 9% F<sub>2</sub> compared F<sub>1</sub>.

For the different phosphate fertilizers solid, the best combinations are obtained at the TSP with F<sub>2</sub>D<sub>4</sub> for the number of ears / m<sup>2</sup>, and F<sub>1</sub>D<sub>3</sub> for the number of kernels per ear; Phosphactyl for the best combinations are presented by the weight for F<sub>1</sub>D<sub>4</sub> from 1000 to F<sub>2</sub>D<sub>4</sub> grains and grain yield.

**Notes Key:** Phosphorus fertilizer, durum wheat, grain, Sahara.

(Agriphos et leader start)

(80' # \$% & & (TSP, phosphactyl et NPKs) ! "  
13 & ) ' 0 1 - & 2 - % . / , \* + )200 (160 (120  
4

( % - % . &2 7 8 8 - & + 56  
32 \* \$ & phosphactyl : . )<sup>2</sup>9, & ' & # 3 ! +&  
% 68 & &\* + & ; - &+ + . % (D4 / & & D3 \$% %  
4D3 /& 1 D4 \$%

(TSP, & \* = & & 8 8 \$% \* \$& &+ 1000 \$ ; \* \$ <  
D2 / & & D3 / %9 (D2 / & & D4 \$% %3' & phosphactyl et NPKs)  
4)D4 / & & D1 / %4

% 12 & & 1 + ; (TSP) 8 8 -+ ; 2 \* > \* \$  
phosphactyl في مرحلة النضج بنسبة 28 %، على العكس في مرحلة الإزهار لم يظهر أي أثر بين  
مختلف أنواع الأسمدة الصلبة.

من جهة أخرى لاحظنا أثر إيجابي للسماد الورقي مع TSP على إنتاج المادة الجافة في مرحلة العقدتين  
بنسبة 1 % لـ F2 مقارنة بـ F1، نفس الملاحظة مع phosphactyl & F2 / % 21 & /& 1  
4F2 /& 1 F1 / % 4 & & \$? + ; NPKs F1

F2 / % 9 \* \$ & TSP + ; @ & . &2 <  
4F1 /& 1

F2 D4 TSP : . %7 + # + ( & - 8 8 2 & &  
& & F1 D4 < % (\* + & ; - &+ & & F1 D3 <sup>2</sup>9 , & & &  
4phosphactyl : . @ & F2 D4 &+ 1000 \$

:

4A + (@ & ( 0 1 ( ( 8 8

## Liste des abréviations

O.N.M : Office national de la météorologie

S.B.G.E.M : Société des boissons gazeuse et des eaux minérales

TSP : Triple super phosphate

UAN : Urée d'ammono- nitrate

CE : conductivité électrique

FAO : Organisation de l'agriculture et de l'alimentation

Pr : Précipitation.

T : Température

u/ha : unité par hectare

v : vent

Insol : Insolation

Evap : Evaporation

CV : Coefficient de variance

HS : Hautement significatif

S: Significatif

NS: non significatif

D: Doses

F: Foliaire

INRA: Institut national de la recherche agronomique d'Algérie.

DDL: Degrés de liberté

ITGC: Institut technique des grandes cultures

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Données climatiques de la région d'El-Goléa (1996-2006)	14
Tableau 2.	Caractéristiques physico-chimiques du sol	19
Tableau 3.	Caractéristique de l'eau d'irrigation	20
Tableau 4.	Doses et date d'apport d'azote	25
Tableau 5.	Date et doses d'eau d'irrigation	27
Tableau 6.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds /m <sup>2</sup> (phosphactyl).	32
Tableau 7.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds/m <sup>2</sup> (TSP).	33
Tableau 8.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la densité de peuplement (NPKs).	34
Tableau 9.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m <sup>2</sup> (phosphactyl).	36
Tableau 10.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m <sup>2</sup> (TSP).	37
Tableau 11.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m <sup>2</sup> (NPK <sub>s</sub> ).	37
Tableau 12.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets total par épi (phosphactyl)	41
Tableau 13.	Effet de la fertilisation phosphatée (triple super phosphate) sur le nombre d'épillets total par épi .:	42
Tableau15.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles par épi (Phosphactyl)	42
Tableau 16.	Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre d'épillets fertiles par épi (triple super phosphate).	45
Tableau 17.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles par épi (NPK <sub>s</sub> ).	46
Tableau 18.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles par épi.	46
Tableau 19.	Effet de la fertilisation phosphatée (sur le nombre d'épillets stériles par épi triple super phosphate).	49
Tableau 20.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles épi(NpK <sub>s</sub> ).	50
Tableau 21.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi (Phosphactyl).	50
Tableau 22.	Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre de grains/épi (triple super phosphate).	53
Tableau 23.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi (NPK <sub>s</sub> ).	54
Tableau 24.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains.	54
Tableau 25.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains(triple super phosphate).	57
Tableau 26.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains(NpK <sub>s</sub> ).	58
Tableau 27.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (q/ha).	58
Tableau 28.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (qx/ha) (triple super phosphate).	62
Tableau 29.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (qx/ha) (NPKs).	63

Tableau 30.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi cm (phosphactyl).	63
Tableau 31.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (triple super phosphate).	68
Tableau 32.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (NpK <sub>s</sub> ).	68
Tableau 33.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (Phosphactyl).	71
Tableau 34.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige(cm) (triple super phosphate).	71
Tableau 35.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (NPKs).	72
Tableau 36.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche(%)(Phosphactyl).	75
Tableau 37.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (triple super phosphate) (%).	76
Tableau 38.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%)(NPKs).	76
Tableau 39.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche(%)(Phosphactyl).	79
Tableau 40.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%)(triple super phosphate).	80
Tableau 41.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%)(NpK <sub>s</sub> ).	80
Tableau 42.	. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche(%)(Phosphactyl).	83
Tableau 43.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%)(triple super phosphate).	84
Tableau 44.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%)(NPKs).	84



## Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1 .	Les formes du phosphore dans le sol (Gervy, 1970)	5
Figure.2	Position géographique d'El-Goléa (encarta « modifier »)	13
Figure 3.	Le diagramme ombrothermique de "Gausсен" de la région d'El-Goléa	15
Figure 4.	Dispositif expérimental	22
Figure 5.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds /m <sup>2</sup> (Phosphactyl).	35
Figure 6.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds/m <sup>2</sup> (TSP)	35
Figure 7.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds /m <sup>2</sup> (NPKs).	35
Figure 8.	Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre d'épis/m <sup>2</sup> (Phosphactyl)	39
Figure 9.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m <sup>2</sup> (TSP)	39
Figure 10.	Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre d'épis/m <sup>2</sup> (NPKs)	39
Figure11.	Effet des doses de P sur épis/m <sup>2</sup> (TSP)	40
Figure 12.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets(Phosphactyl)	44
Figure 13.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets total par (TSP)	44
Figure 14.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets/épi (NPKs).	44
Figure 15.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles par épi (Phosphactyl)	48
Figure 16.	Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre d'épillets fertiles par épi(TSP)	48
Figure 17.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles par épi (NPKs)	48
Figure 18.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles par épi. (Phosphactyl)	52
Figure 19.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles par épi(TSP)	52
Figure 20.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles épi (NPKs)	52
Figure 21.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi (Phosphactyl)	56
Figure 22.	Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre de grains/épi (TSP)	56
Figure 23	. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi. (NPKs)	56
Figure 24.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains (Phosphactyl).	60
Figure 25.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains (TSP)	60
Figure 26.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains (NPKs)	60
Figure27.	Liaison entre RDT et PMG (NPKs)	61
Figure 28.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (qx/ha) (Phosphactyl).	65
Figure 29.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (qx/ha) (TSP).	65
Figure 30.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (qx/ha) (NPKs).	65
Figure 31.	Effet des doses de P sur RDT (TSP).	66

Figure 32.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (Phosphactyl).	70
Figure 33.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (TSP).	70
Figure 34.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (NPKs).	70
Figure 35.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (Phosphactyl).	74
Figure 36.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (TSP).	74
Figure 37.	Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (NPKs).	74
Figure 38.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (Phosphactyl).	78
Figure 39.	Effet de la fertilisation phosphatée (TSP) sur le taux de matière sèche (%).	78
Figure 40.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (NPKs).	78
Figure 41.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (Phosphactyl).	83
Figure 42.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (TSP).	83
Figure 43.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (NPKs).	83
Figure 44.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (Phosphactyl).	86
Figure 45.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (TSP).	86
Figure 46.	Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (NPKs).	86

## Liste de photos

N°	Titre	Page
Photo 1.	Site expérimental	19
Photo 2.	Semis et épandage d'engrais phosphaté	24
Photo 3.	Prélèvement des échantillons du sol	31

## Liste des annexes

Titre	Page
Annexe 1	94
Annexe 2	100

## Liste des annexes

Titre	Page
Annexe 1	
Annexe 2	

# Sommaire

Introduction	1
Première partie Synthèse bibliographique	
<b>Chapitre I Le phosphore dans le sol</b>	
1. Les différents états du phosphore dans le sol	3
1.1. Le phosphore total	3
1.2. Phosphore assimilable	3
2. Les formes du phosphore dans le sol	3
2.1. Phosphore insoluble	3
2.2. Phosphore soluble	4
2.3. Phosphore facilement échangeable	4
3. Les facteurs influençant l'assimilabilité du phosphore dans le sol	6
4. Dynamique du phosphore dans le sol:	7
<b>Chapitre II : Le phosphore et la vie végétale</b>	
1. Importance et rôle du phosphore	8
2. Les besoins en phosphore de la plante	8
3. Nutrition phosphatée de la plante	9
4. Symptômes d'un excès et d'une carence phosphorique.	10
5. Interactions des éléments nutritifs et le phosphore	11
<b>Deuxième partie : Matériels et méthodes d'étude</b>	
<b>Chapitre I : Matériels et méthodes</b>	
1. Présentation de la région d'étude	12
1.1. Coordonnées géographiques	12
1.2. Limites Géographiques	12
2. Facteurs naturels	13
2.1. Relief	13
2.2. Climat	13
2.3. Ressources en eau	16
2.4. SOL	16
3. Présentation du site expérimental	17
4. Matériel végétal	17
5. Sol du site expérimental	18
6. L'eau d'irrigation	20
7. Méthodes expérimental	21
7.1. Protocole expérimental	21
7.1.1. Dispositif expérimental	21
7.1.2. Conditions de déroulement de l'essai	24
7.1.2.1. La fertilisation	24
7.1.2.1.1. Engrais azoté	24
7.1.2.1.2. La fertilisation foliaire	24
7.1.2.2. Précédent cultural	26
7.1.2.3. Désherbage	26
7.1.7. L'irrigation	26
7.1.8. La récolte	27
8. Les paramètres étudiés	27
8.1. Paramètres de rendement	27

8.1.1. Nombre de pieds par m <sup>2</sup>	27
8.1.2. Nombre d'épis au m <sup>2</sup>	27
8.1.3. Nombre d'épillets total par épi	28
8.1.4. Nombre de grains par épi	28
8.1.5. Poids de 1000 grains	28
8.1.6. Rendement en grain	28
8.2. Paramètres morphologique	28
8.2.1. Hauteur de la tige	28
8.2.2. Longueur de l'épi	28
8.2.3. La matière sèche	28
9. Méthodes d'analyse du sol	29
<b>Chapitre II Résultats et discussion</b>	
I. Effet de la fertilisation phosphatée sur les composantes de rendement	32
1. Nombre de pieds /m <sup>2</sup>	32
1.1. Engrais binaire Phosphactyl (20% - 22%)	32
1.2. Engrais triple super phosphate (46%)	33
1.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 15+13,5%)	33
2. Nombre d'épis/ m <sup>2</sup>	36
2.1. Engrais binaire Phosphactyl (20% 22%)	36
2.2. Engrais triple super phosphate (46%)	36
2.3. Engrais NPK <sub>s</sub> (8%, 36%, 15+13.5%)	37
3. Nombre d'épillets total par épi	41
3.1. Engrais (20%, 22%)	41
3.2. Engrais triple super phosphate (46%)	41
3.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 13.5 +15%)	42
4. Nombre d'épillets fertiles/épi	45
4.1. Engrais Phosphactyl (20%, 22%)	45
4.2. Engrais triple super phosphate (46%)	45
4.3. Engrais NPK <sub>s</sub> (8%, 36%, 13.5 +15%)	46
5. Nombre d'épillets stériles par épi	49
5.1. Phosphactyl	49
5.2. Engrais triple super phosphate (46%)	49
5.3. Engrais NpK <sub>s</sub> (8%, 36%, 13.5 +15%)	50
6 . Nombre de grains/épi	53
6.1. Engrais Phosphactyl (20% - 22%)	53
6.2. Engrais triple super phosphate (46%)	53
6.3. Engrais NPK <sub>s</sub> (8%, 36%, 35+13.5%).	54
7. Poids de 1000 grains	57
7.1. Phosphactyl (20% - 22%).	57
7.2. Engrais triple super phosphate (46%).	57
7.3. Engrais NpK <sub>s</sub> (8%, 36%, 13.5 +15%)	58
8. Rendement en grain :	62
8-1- L'engrais binaire Phosphactyl (22% - 22%).	62
8.2. Engrais triple super phosphate (46%)	62
8.3. Engrais NpK <sub>s</sub> (8%, 36% , 13.5 +15%)	63
II- Effet de la fertilisation phosphatée sur les paramètres de croissance	67
1. Longueur de l'épi	67
1.1. Engrais phosphactyle (20%, 22%)	67

1.2. Engrais triple super phosphate (46%)	67
1.3. Engrais NpK <sub>s</sub> (8%,36%,13.5 + 15%)	68
2. Hauteur de la tige	71
2.1. Engrais Phosphactyl (20%, 22%)	71
2.2. Engrais triple super phosphate (46%)	71
2.3. Engrais NPKs (8%,36%,13.5 + 15%)	72
3- Matière sèche	75
3.1. Stade deux nœuds	75
3.1.1. Engrais Phosphactyl (20% - 22%).	75
3.1.2. Engrais triple super phosphate (46%)	76
3.1.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 13.5 +15%)	76
4. Au stade floraison	79
4.1. Engrais Phosphactyl (20%, 22%)	79
4.2. Engrais triple super phosphate (46%)	79
4.3. Engrais NPKs (8%,36%,13.5 + 15%)	80
5.3. Au stade maturité.	83
5.3.1. Engrais Phosphactyl (20%, 22%)	83
5. 3.2. Engrais triple super phosphate (46%)	83
5-3-3 Engrais NPKs (8%,36%,13.5 + 15%)	84
Conclusion générale	87
Références bibliographiques	90
Annexes	94

# Introduction



## **Introduction**

A l'heure actuelle la sécurité alimentaire demeure une préoccupation sérieuse pour tous les pays du monde surtout ceux qui ne possèdent pas de ressources naturelles (surfaces réduites, insuffisance en bonne terre). Leur permettant d'atteindre un bon niveau d'autosuffisance compte tenu de l'essor démographique.

L'estimation de la FAO indique que la croissance de la production alimentaire est liée pour un tiers au développement des surfaces cultivées, et pour deux tiers à l'augmentation des rendements culturaux (**RICHARD, 1990**).

L'Algérie avait connu au cours de la dernière décennie une augmentation de la population avec comme effet direct un accroissement des besoins de consommation, 2/3 des besoins alimentaires sont importés, ce qui représente le 1/3 des importations totales du pays, estimées à plus de 7,5 milliards de dollars (**MADRE in ZENKHRI, 1998**).

D'après le ministère de l'agriculture (2004) la production nationale couvre près du tiers de la consommation des céréales (30%), les (70%) sont couverts par les importations de céréales principalement sous forme de grains et accessoirement sous forme de semoule et de farine.

Pour y faire face, le gouvernement algérien avait décidé de limiter ses importations en ayant recours à l'autosuffisance, option visant les produits de première nécessité que sont les céréales, les produits laitiers...etc.

En Algérie la production céréalière qui enregistre une tendance à la hausse durant cette dernière décennie reste cependant soumise à de notables variations interannuelles (**MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 2004**).

La céréaliculture algérienne occupe une superficie voisine de 3.000.000 ha dont environ la moitié est réservée au blé dur, le rendement moyen demeure faible et irrégulier ne dépasse pas 10 q/ha (**F. MEZIANI, 2002**).

Selon **AIT AMARA (1986)** les conditions défavorables qui induisent le recule de la production céréalière nationale sont:

- + Les conditions du milieu (sécheresse).
- + L'utilisation des variétés à rendement limité (pas ou mauvaise sélection).

+ Sous –utilisation des engrais minéraux (éléments majeurs et oligoélément).

A fin d'atteindre l'autosuffisance en matière de produits céréaliers, il est indispensable d'augmenter le niveau de productivité, ce dernier ne peut être réalisé qu'en mettant en oeuvre un certain nombre de facteurs de production notamment un matériel végétal à haute performance, un bon travail du sol, un bon contrôle phytosanitaire, une irrigation contrôlée et une fertilisation raisonnée.

Depuis longtemps, plusieurs essais ont montré que les engrais étaient l'un des facteurs essentiels de la production agricole, l'azote, le phosphore et le potassium sont les éléments majeurs de la fumure minérale. Ces engrais permettent de doubler et même tripler les rendements, les plantes cultivées se développent mieux si elles reçoivent des doses correctes d'éléments nutritifs, elles sont plus vertes et plus saines elles poussent plus vite et plus haut et produisent d'avantage (**FAO, 1980**).

Le phosphore comme les autres éléments majeurs constituent un moyen très efficace pour accroître les rendements des cultures, cet élément est généralement soumis soit à une assimilation par les plantes en fonction de l'activité racinaire soit à une déperdition par lessivage, transfert de phosphore aux formes non utilisables par la plante.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'efficacité des engrais phosphatés (Solides et foliaires), ainsi que leur interaction sur le comportement d'une culture de blé dur conduite en irrigué dans la région d'El-Goléa (Wilaya de Ghardaïa).

Première partie

Synthèse bibliographique

# Chapitre I

## Le phosphore dans le sol

## 1. Les différents états du phosphore dans le sol

### 1.1. Le phosphore total

C'est la quantité totale du phosphore contenue dans le sol, il existe sous la forme minérale et organique, les teneurs en phosphore total sont fonction essentiellement de la roche mère (AUBOUIN *et al*, 1977 cité par HAMOUD, 1992).

Selon ARVIEU (1970), la connaissance de la quantité du phosphore total 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.

### 1.2. Phosphore assimilable

C'est la quantité de phosphore, capable de participer à l'alimentation des végétaux, qui à fait l'objet de longues et patientes recherches qui sont principalement engagées dans la définition de réactifs chimique.

Par l'intermédiaire de leur racines, les plantes s'alimentent dans la solution du sol, elles ne peuvent prélever, puis assimiler le phosphore que sous sa forme d'ion phosphates c'est-à-dire sous formes  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  ou  $\text{PO}_4^{3-}$  c'est-à-dire des formes présentes en solution dont les proportions relatives dépendent du pH du milieu (FARDEAU *et* FROSSARD, 1991; FARDEN *et* MOREL, 2002).

## 2. Les formes du phosphore dans le sol

### 2.1. Phosphore insoluble

Les précipitations de phosphates de fer et d'alumine que l'on rendait autrefois responsable d'importantes pertes de phosphore dans les sols, n'interviennent en fait qu'à des pH très bas, inférieure à 4,5 (GERVY, 1970).

Pourtant la précipitation des sels de fer et d'alumine reste possible jusqu'à des pH faiblement acide mais elle se fait en partie avec l'anion  $\text{OH}^-$ , à l'état d'hydrate et totalement sous cette forme quand le pH est alcalin (GERVY, 1970).

Les formes dite «insoluble» ne font néanmoins pas partie des réserves inassimilables de phosphore existant dans le sol. Des modifications de pH, l'action de la matière organique, l'activité microbienne, la possibilité d'utilisation directe des phosphates minéraux par plusieurs espèces végétales font que ces formes de phosphore exercent un rôle non négligeable dans la nutrition des plantes (**GERVY, 1970**).

## **2.2. 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 est presque constante du fait des échanges continuels avec le phosphore adsorbé (**DIEHL, 1975**).

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 (**DUTHIL; 1973**). Certains végétaux sont susceptibles, grâce à leurs excréctions racinaires d'utiliser les formes insolubles de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (**DUTHIL, 1973**).

## **2.3. Phosphore facilement échangeable**

Elle est constituée par l'ensemble des ions adsorbés sur les argiles du sol, elle participe aux échanges constants sol ⇔ solution et constitue l'essentiel du pool alimentaire, c'est la forme la plus intéressante elle représente une assez faible part du phosphore total = 15 à 30% (**GACHON, 1969**).

Cette fixation par les argiles peut être fait, soit directement sur la surface des argiles, ou soit par l'intermédiaire d'un cation.

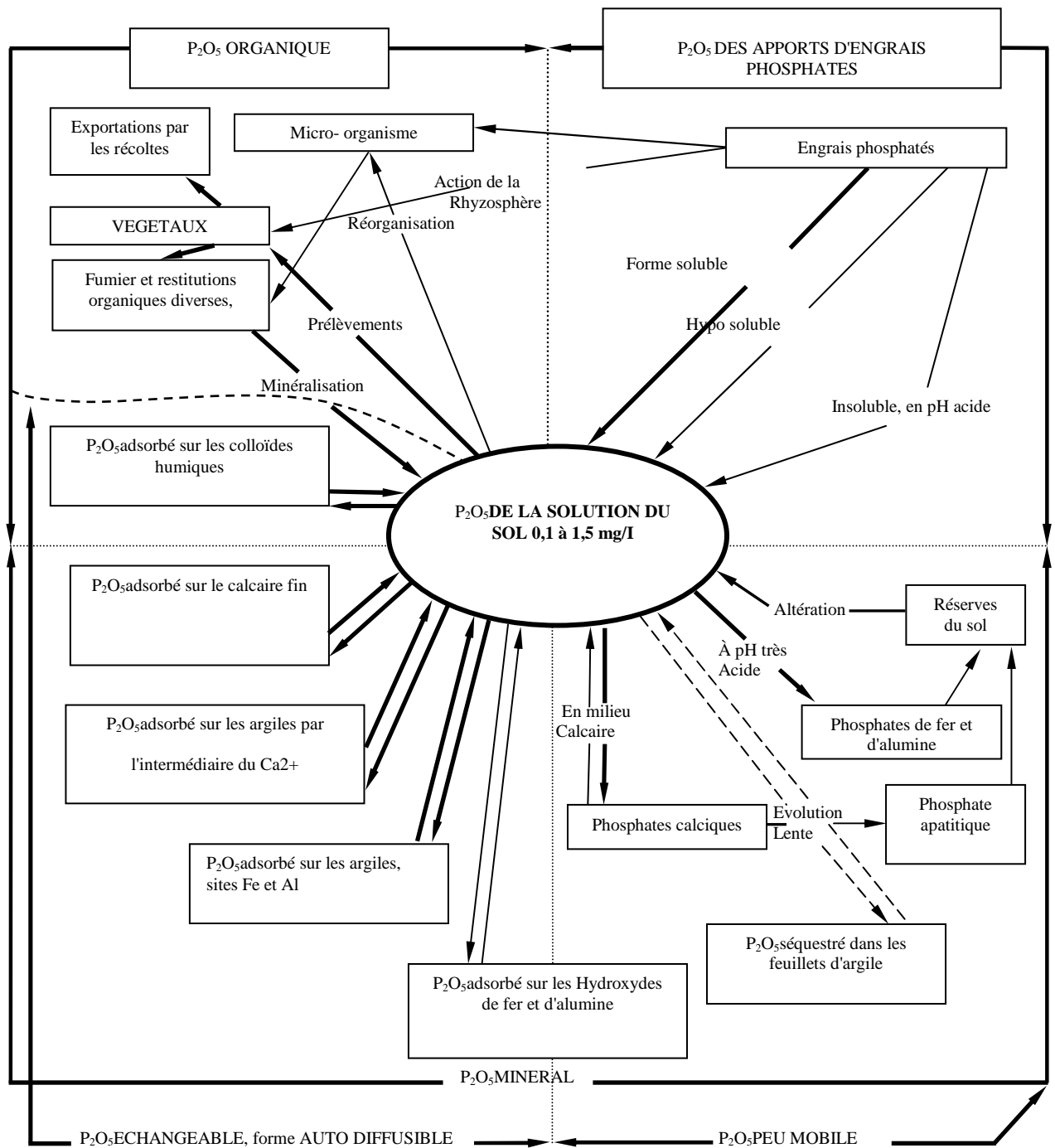


Figure 1. Les formes du phosphore dans le sol (Gervy, 1970).

### 3. Les facteurs influençant l'assimilabilité du phosphore dans le sol

#### 3.1. Le pH

La plante absorbe le phosphore sous forme ionique, cette forme est déterminée par le pH de la solution dans la quelle l'ion est fondu. Selon **GERVY (1970)**, le pH optimum pour l'assimilation du phosphore se situe au voisinage de la neutralité, et Les formes dissoutes dans la solution du sol facilement utilisables par les plantes.

Seraient  $H_2 PO_4^-$  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'autre élément comme le fer, l'aluminium en sol acide et le calcium en sol difficilement accessible aux plantes (**BRAHIMI, 1991**).

#### 3.2. La température

Une basse température réduit la mobilité de l'acide phosphorique échangeable du sol. Ce qui entrave l'alimentation phosphatée des plantes (**GILLES, 1969**).

#### 3.3. Le calcaire

A faible concentration, **DUTHIL (1973)** souligne que le calcaire joue un rôle protecteur vis-à-vis des ions phosphoriques contre leur adsorption énergétique par le fer et l'aluminium libres. A des concentrations élevées, il y a formation de phosphates calciques de moins en moins solubles qui peuvent évoluer vers une forme insoluble ou apatitique.

#### 3.4. Le pouvoir fixateur du sol

Le pouvoir fixateur d'un sol traduit son plus ou moins grande aptitude à fixer le phosphore sur la phase solide au détriment de la phase liquide (**PELLERIN et al, 2000 in DERAOU; 2004**).

Selon **GACHON (1969)** le pouvoir fixateur est l'énergie avec la quelle les constituants du sol fixent les ions phosphoriques, cette énergie est en fonction de la quantité et de la nature des argiles.



Les meilleures du complexe argilo humique sont porteuses de charges négatives qui vont ainsi adsorber des charges positives ou cations  $K^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $H^+$ ...(**LAMBERT, 1979b**), qui à leur tour et par les cations bivalents et trivalents adsorbent les ions phosphoriques.

### **3.5. Influence des sels solubles**

D'après **GACHON (1969)**, en milieu salin un apport phosphaté est susceptible d'augmenter le rendement ; ceci est dû à une interaction positive entre le phosphate et les sels lorsque la concentration est modérée.

### **4. Dynamique du phosphore dans le sol**

Le phosphore est un élément chimique, peu mobile, la dynamique du phosphore est le passage de ses ions d'un état dissous dans la solution du sol à un état fixé réciproquement, ce passage se fait sous l'influence d'un certain nombre de facteurs.

Il existe un équilibre permanent entre les divers états du phosphore dans le sol, ainsi la matière organique à son tour libère du phosphore dans la solution du sol après minéralisation. (**GROS; 1979**).

Selon **DUTHIL (1976)** l'équilibre le plus rapide et le plus important existe entre le phosphore dissout dans la solution du sol et le phosphore échangeable et estime que ces deux dernières formes représentent la réserve alimentaire en phosphore.

# Chapitre II

## Le phosphore et la vie végétale

## **1. Importance et rôle du phosphore**

A l'exception de l'azote aucun autre élément n'est aussi essentiel au développement de la plante que le phosphore.

Le phosphore participe tout d'abord à l'élaboration de l'ensemble des tissus qui constituent un végétal (**GERVY, 1970**) , on le trouve dans tous les tissus de la plante à une concentration plus ou moins élevée suivant la partie de l'appareil végétatif considérée, sa teneur moyenne est généralement de l'ordre de 0,2 à 1% de la matière sèche (**BERTRAND, 1955**) ; cette teneur est variable suivant l'espèce, l'organe et l'âge de la plante.

La concentration en phosphore est plus forte dans les organes les plus jeunes et le vieillissement d'un organe se traduit toujours par une baisse de sa concentration en phosphore.

Le phosphore joue également plusieurs rôles dans la vie des plantes, en particulier lors des stades de multiplication cellulaire et de formation des sucres par exemple au cours de l'élaboration des tissus cellulose chez les céréales, ce que leur permet de mieux résister à la verse physiologique.

- Il intervient dans la rigidité des tissus, les rendants plus résistants aux maladies cryptogamiques (**ANONYME, 1985**).
- Le phosphore joue un rôle déterminant dans le transfert d'énergie aussi il est indispensable à la photosynthèse et aux autres processus chimiques et physiologiques de la plante (**FAO, 1980**).
- En liaison avec l'azote et le potassium, la fumure phosphatée favorise la résistance au froid des végétaux en permettant d'y accroître la concentration du suc cellulaire (**GERVY, 1970**).
- Il influence particulièrement la croissance du système racinaire (**BAEYENS, 1967**), aussi il augmente la surface racinaire et permet donc d'accroître le prélèvement des éléments nutritifs du sol.

## **2. Les besoins en phosphore de la plante**

Les besoins des plantes en phosphore sont estimés entre 0,5 à 0,7 kg par quintal de matière sèche totale produite en fin de cycle (**DUTHIL, 1976**). Les demandes quotidiennes

peuvent atteindre et dépasser les flux de 110gramme de phosphore par hectare au cours de la phase de croissance maximale (**GACHON, 1983 cité par BRAHIMI, 1991**)

Au cours des premiers stades de développement, la plante a besoin de quantités très élevées en phosphore, couvertes le plus souvent par les réserves de la graine, une fois ces réserves épuisées, la jeune plante manifeste rapidement des signes de déficience si elle ne trouve pas le phosphore dans le sol.

Les besoins en phosphore des jeunes plants de céréales sont particulièrement élevés en général au stade trois feuilles, le phosphore est un élément très mobile dans la plante, son mouvement entre les organes diminue avec l'âge (**BATTEN, 1986**).

L'absorption du phosphore par la plante a donc lieu assez tôt et la forte utilisation du phosphore dans les premiers stades ne résulte pas d'une consommation de luxe mais d'une grande exigence de la plante (**ROMIER, 1986; cité par BRAHIMI, 1991**).

### **3. Nutrition phosphatée de la plante**

La nutrition phosphatée des plantes ne peut être assuré que par du phosphore présent sous forme de Phosphates  $H_2PO_4^-$  ;  $HPO_4^{-2}$  ;  $PO_4^{-2}$  (**FARDEAU, 1993**).

La nutrition de la plante en phosphore se fait surtout à partir des formes ioniques dans la solution du sol et le flux de transpiration n'explique que 5% à 10% des quantités relevées par les plantes au cours de leurs cycles ou période de croissance, les 90% à 95% complémentaire sont libérés de la phase solide par désorption ou dissolution des minéraux durant la croissance (**HINSINGER 2001**). Les besoins de la plante évoluent au cours de son développement. Aux stades où ils sont nécessaires, les éléments minéraux doivent être prélevés par la plante dans le sol.

La croissance dépend d'un approvisionnement convenable en chacun des éléments nutritif, et le rendement est limité par les éléments en quantités insuffisantes (**FAO, 1980**).

A cet effet, le recours à la fertilisation permet d'obtenir le meilleur rendement possible compte tenu des autres facteurs qui y concourent comme la qualité du sol.

Si le sol est abondamment pourvu en éléments nutritifs, les plantes poussent bien et donnent des rendements élevés, si le sol est pauvre en l'un des éléments seulement, la croissance des

plantes est limité et les rendements réduits, si nous voulons obtenir de bons rendements nous devons fournir aux cultures les éléments dont le sol manque (**ANDRE, 1986**).

#### **4. Symptômes d'un excès et d'une carence phosphorique**

Le phosphore est un élément mobile qui migre dans la plante en cas d'alimentation carencée des vieilles feuilles vers les feuilles plus jeunes qu'il contribue à édifier (**CHARLES, 1976**).

Les signes généraux du manque de phosphore sont liés à un développement anormalement faible du végétal cette réduction porte à la fois sur les parties aériennes et souterraines, les feuilles se singularisent par leur port érigé et leur forme généralement plus pointue que la normale, elles restent petites et tombent prématurément, un retard dans l'éveil de bourgeons et une floraison réduite sont souvent observés sur les arbres et les arbustes.

Les troubles entraînés par une alimentation phosphorée déficiente apparaissent principalement lors des stades de végétation qui sont les plus exigeants en cet élément : germination période d'installation de la culture, tallage des graminées, croissance floraison, fructification (**GERVY, 1970**).

Sur les céréales, blé, orge et Avoine, il s'agit principalement d'une coloration anormale du feuillage qui se manifeste par une teinte pourpre et un rougissement, cette pigmentation se localise sur des lignes parallèles aux nervures et affecte par fois la tige des céréales, elle peut apparaître précocement sur les jeunes plantes qui, conservent alors en même temps un port dressé.

Selon **SOINS et al (1999)**, une alimentation en phosphore peut induire une mauvaise valorisation de l'azote et du potassium.

Le phosphore entre dans la composition nucléoprotéines et sa carence peut provoquer un phénomène de jaunissement comparable à celui provoqué par la carence en azote (**PRATS et al, 1971**), La plante sans P voit sa végétation diminuée et sa floraison retardée (**GERVY, 1970**).

Une période de temps froid entraîne l'apparition de ces symptômes sur les céréales, sans que l'on sache exactement si les températures basses sont responsables d'un manque de mobilité

de l'acide phosphorique dans le sol ou si elles déclenchent directement un trouble quelconque de l'alimentation phosphatée du végétal.

Les excès de phosphore peuvent causer un effet dépressif sur les rendements, sur les sols légers lors d'année sèche. Cet effet peut être attribué à une plus grande rapidité du processus de maturation et à une réduction à lieu de la croissance végétale **(LAMBERT, 1979a)**.

### **5. Interactions des éléments nutritifs et le phosphore**

Les éléments nutritifs sont susceptibles d'exercer les uns sur les autres des actions qui aboutissent soit à stimuler, soit à inhiber leur absorption par le végétal.

Il ne sert à rien de forcer la dose d'un des trois éléments principaux de la fertilisation si l'un des deux autres vient à manquer, chaque élément ne fait jouer son plein effet qu'en présence d'une quantité suffisante des deux autres.

C'est ainsi qu'il existe des interactions entre phosphore et potasse, entre azote et potasse sont généralement les plus remarquables. En effet, les doses élevées d'azote utilisées en l'absence d'une nutrition potassique correcte des céréales entraînent une sensibilité aux maladies et accidents, la verse en particulier.

On constate que l'apport conjugué d'engrais azotés et phosphatés donne les meilleurs résultats et que l'apport d'azote, s'il permet à lui seul une certaine amélioration, est beaucoup mieux valorisé en présence d'engrais phosphatés, on peut en conclure qu'apporter de l'azote sans avoir un niveau suffisant de phosphore, outre la perte directe due au manque de phosphore, constitue une perte supplémentaire par manque à gagner **(BELAID, 1996)**.

Deuxième partie

Matériels et méthodes d'étude

# Chapitre I

## Matériels et méthodes



## **1. Présentation de la région d'étude**

El-Menia est une oasis rattachée à la wilaya de Ghardaïa se trouvant à mi – chemin sur l'axe routier "Alger- Tamanrasset" elle occupe un couloir entre la falaise (Battent) et les dernières dunes de l'erg occidental, couloir qui correspondrait au prolongement de l'oued - Seggeur provenant de l'Atlas saharien.

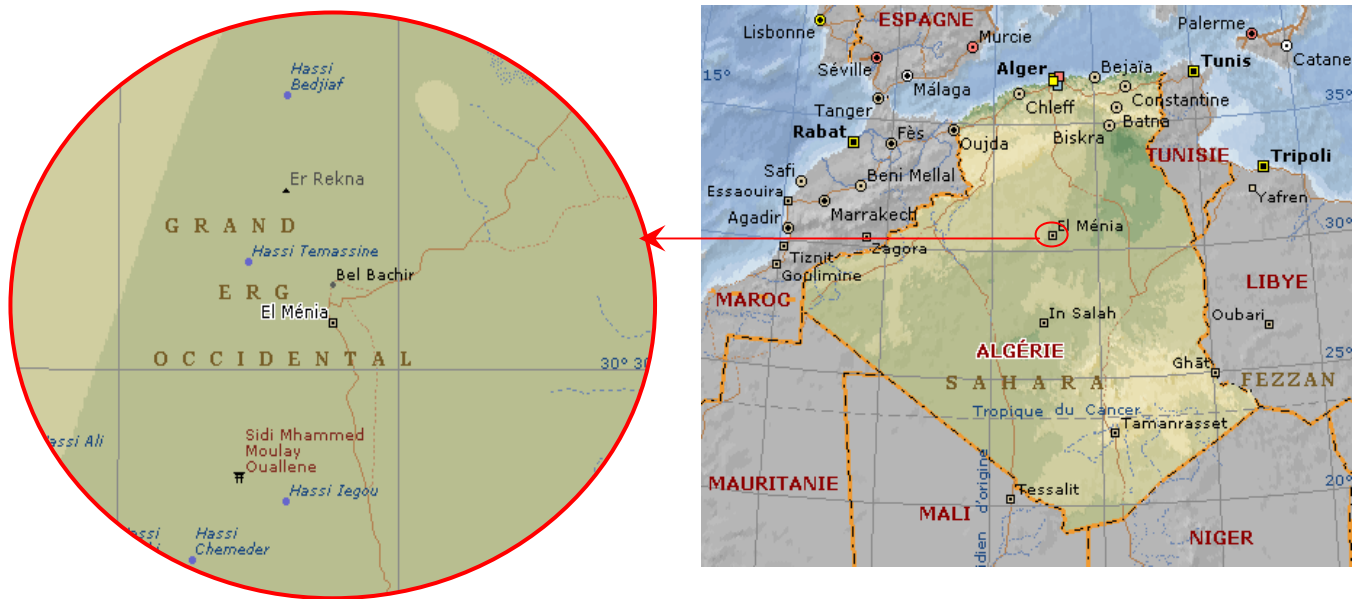
L'oasis est établie sur une mince couche alluviale repassant sur les terrains du crétacé inférieur. Et dispose des ressources hydriques relativement importantes (**BELERAGUEB 1996**).

### **1.1. Coordonnées géographiques**

Il se trouve dans une altitude de 397 m avec une longitude de  $2^{\circ}87''$  Est et une latitude de  $30^{\circ}57''$  Nord (figure2).

### **1.2. Limites Géographiques**

El-Goléa se trouve presque dans le centre d'Algérie au Nord sebkha de m'zab, au Sud plateau de Tademaït, à l'Est Hamada de Ouargla et à l'Ouest l'Erg- occidental (figure 2).



**Figure 2. Position géographique d'El-Goléa  
(encarta « 1996 »)**

## 2. Facteurs naturels

### 2.1. Relief

L'allure générale des terrains est caractérisée par une faible pente du Nord (amont) vers le Sud (aval) (**BELERAGUEB, 1996**).

### 2.2. Climat

La région saharienne se caractérise par un climat de type aride avec de fortes amplitudes entre le jour et la nuit et entre l'été et l'hiver. L'oasis d'El-Goléa est définie comme zone désertique où l'évaporation potentielle excède toujours les précipitations ; elle est caractérisée par son "Hiver" rigoureux et froid et son "été" Sec et chaud (**BELERAGUEB 1996**).

### 2.2.1. Pluviométrie

La même unité englobe toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre sous forme liquide (pluie, rosée etc....).

A El-Menia comme au Sahara, les précipitations sont que la moyenne annuelle ne dépasse pas 5,20 mm (BELERAGUEB, 1996).

### 2.2.2. Température

Les températures sont très élevées pouvant dépasser les 40°C. L'aridité est accentuée par des vents de sable parfois très violents.

L'analyse des données prise à la station météo d'El-Menia nous permet de noter que leur amplitude journalière est de l'ordre de 1°C jusqu'à 6°C.

**Tableau 1. Données climatiques de la région d'El-Goléa) (1996-2006**

Mois	T <sup>0</sup> min (°C)	T <sup>0</sup> max (°C)	T <sup>0</sup> moy (°C)	Precip. (mm)	H (%)	Vitesse de vent (m/s)	Insolation (H)	ETP (mm)
<b>J</b>	4,96	6,74	18,65	8,96	49,6	4,4	208,4	80,8
<b>F</b>	7,73	8,6	21,92	0,74	7,7	3,65	197,9	109,6
<b>M</b>	11	14,5	28,6	12,57	9,7	4,1	262	162,7
<b>A</b>	17,4	23,4	61,8	13,45	6	4,45	222,9	206,2
<b>M</b>	22,3	33	47,34	2,74	3,37	4,73	270,8	250,5
<b>J</b>	21,2	25,8	32,12	0,5	3,55	3,68	277,5	281,5
<b>JL</b>	23	28,9	62,25	0,28	3,18	3,6	262,7	314,6
<b>O</b>	24,22	30,3	34,7	0,96	2,3	3,74	245	326,6
<b>S</b>	18,33	24,9	29,55	2,8	3,2	4,1	234	256,8
<b>O</b>	14,5	19,5	23,7	8,46	3,95	3,34	228,6	179,3
<b>N</b>	6	12,5	15,72	9,76	5	5,13	187	97,1
<b>D</b>	2,18	6,9	11,25	1,55	5,87	2,66	214	111,3
<b>Moyenne annuelle</b>	16,18	17,6	32,3	<b>62, 77*</b>	8,61	3,96	<b>234,25*</b>	<b>2377 ,5*</b>

\* :cumule

ONM d'El-Goléa

### 2.2.3. Les Vents

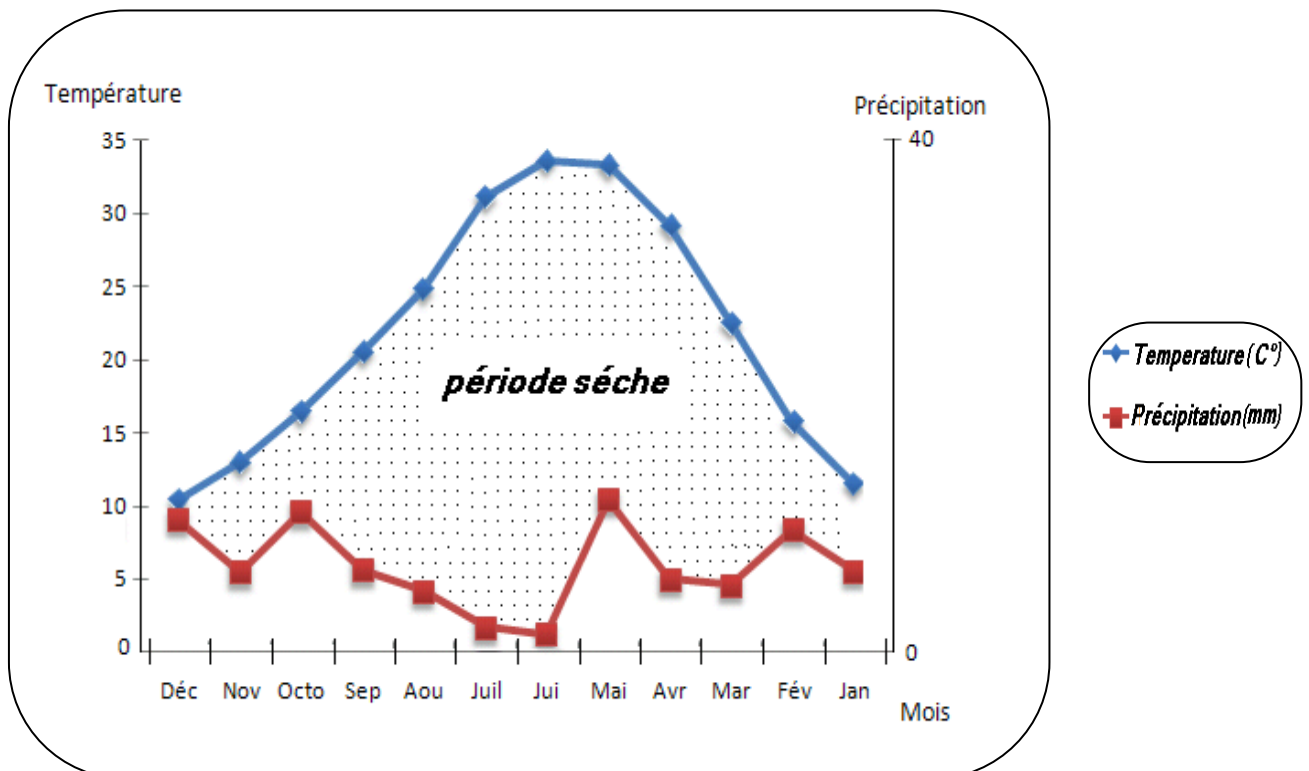
Il est à noter que dans nos régions sahariennes, les vents sont inévitables, le vent Nord-Est est le plus dominant, il intervient habituellement au mois de février et se poursuit jusqu'à la fin Avril. Ainsi le siroco provoqué par le vent Sud-Est survient en été et ces vents Nord – Est et Sud- Ouest posent particulièrement des problèmes.

### 2.2.4. Evapotranspiration

L'évapotranspiration est en fonction d'autres éléments climatiques ( $T^{\circ}$ , insolation, vitesse du vent) et compte tenu de la pluviométrie et l'humidité de l'air très basse. L'évapotranspiration ne peut être que forte .elle est de l'ordre 198 mm/an (**BELERAGUEB, 1996**)

### 2.2.5. Insolation

Il ressort de ce tableau 1 que l'insolation a atteint sa valeur maximale en juin (277,5 h). La durée annuelle est de 2811,6 h. Elle peut varier d'une année à l'autre et d'une période à l'autre (**ELERAGUEB 1996**).



**Figure 3. Le diagramme ombrothermique de "Gausсен" de la région d'El-Goléa (1996-2006)**

### 2.3. Ressources en eau

Les caractéristiques du climat montrent que les précipitations sont très faibles pour provoquer l'écoulement ; l'oasis doit son eau des nappes souterraines à travers des puits et des forages (**BELERAGUEB 1996**).

#### 2.3.1. Nappe Albienne

Elle est très importante et qualifiée de grand appareil hydraulique du Sahara (**SAVORIN 1947**).

Ascendante et jaillissante suivant les points d'eau de l'oasis ; les eaux des forages correspondent à cette nappe profonde (**BAHMANI 1987**).

#### 2.3.2. Nappe phréatique

C'est une nappe superficielle, se trouvant dans les formations du quaternaire, circule dans les sables et alluvions de " l'oued Seggeur" dans la vallée où sont implantées les palmeraies d'El-Menia. La nappe bénéficie surtout des infiltrations provenant de la nappe albienne, soit des eaux de ruissellement (**BELERAGUEB 1996**).

Selon **BAHMANI (1987)** la nappe est à 1.40 m au Nord de l'oasis, elle monte progressivement vers le Sud à des profondeurs inférieures à 1 m.

### 2.4. Sol

#### 2.4.1. Sol de la région saharienne

Les sols peuvent être classés grossièrement en trois groupes :

- \*les sols désertiques (regs) : Sols sablonneux et graveleux.
- \*les sols limono-argileux: terrasses des vallées,...
- \* les sols salées (halomorphe) nappes phréatique salées, sebkha,...

Généralement les sols sahariens ont une texture sablo limoneuse avec une faible teneur en phosphore, azote et oligo-éléments. Les sols sont aussi caractérisés par un PH élevé qui réduit

la disponibilité des oligo-éléments et un taux de calcaire total élevé ayant un effet négatif sur l'assimilation du phosphore, potassium et l'azote par la plante au niveau du sol. On note aussi une faible teneur en matière organique d'où une faible teneur en matière organique d'où une faible capacité d'échange cationique (<5 méq / 100g de terre) (**BELERAGUEB 1996**).

#### 2.4.2. Sol de la région d'El-Goléa

Les sols d'El-Menia ne sont pas des sols au sens agronomique du terme ; mais des sable plus ou moins calcaires imprégnés de matière salantes et pratiquement dépourvus d'humidité, condition faisant obstacle à toute vie normale (**BAHMANI 1987**).

En dehors de la palmerai, sur les plateaux, l'érosion éolienne a décapé les éléments fins, ne laissant en surface que les éléments grossiers (reg). Au niveau de la plaine alluviale (palmeraie), les apports sont assez homogène et caractérisée par une granulométrie assez rassiére: Sables fins, Sables fins légèrement limoneux. En profondeur la variabilité est plus grande, on observe des niveaux granilo-caillouteux et des niveaux argileux. La pédogenèse est dominée par l'action de la nappe phréatique et les sels qu'elle contient, cette action se traduit par : Des phénomènes d'hydromorphie et d'allomorphie (**BELERAGUEB 1996**).

### 3. Présentation du site expérimental

Notre expérimentation a été réalisée au niveau de la ferme « **HADJADJ Mahmoud** » qui se situe à 20 km du Nord de la ville d'El-Goléa. Elle a été créée au 1990 et couvre une superficie de 750 ha.

### 4. Matériel végétal

La variété utilisée est le blé dur *Triticum durum* var. Simeto d'origine Italienne (Sicile) récemment introduite en Algérie.

C'est une variété alternative, résulte d'un croisement entre deux variétés *Capeit* x *Valnova*. Elle a été choisie pour sa résistance à la verse et sa productivité **CRPV (2004)**.

Elle est caractérisée par une bonne faculté germinative (98%) et un poids de 1000 grains de 54,8 g

## 5. Sol du site expérimental

Pour caractériser le sol des parcelles expérimentales, nous avons effectué un profil pédologique avec des sondages pour connaître la morphologie, suivie par des analyses du sol au laboratoire pédagogique du département des sciences agronomiques de l'Université de Ouargla. Les résultats des analyses montrent que notre sol est caractérisé par une texture sableuse, un pH alcalin et pauvre en éléments nutritifs d'où la nécessité d'apport d'engrais.

### Description d'un profil pédologique

\*La région d'El-Goléa : (20km Nord de ville d'El-Goléa)

\*Date de description : 03/02/20

\*Temps : Ensoleillé, peu de nuage.

\*Topographie : Peut nulle

\*Geomorphologi : Plain iter-colline-des terrains de crétaé inférieures.

\*Localisation exacte du profile : Centre pivot, 6 travée (pivot 50ha)

\*Culture : Céréaliculture, blé dur (stade tallage)

### Description de profil :

-AP : frais, jaune rougeâtre, sableux, particulaire, masse d'enracinement très fines, beaucoup de taché noirâtre, limité progressive.

-C2 : frais, jaune rougeâtre, sableux, particulaire peu de racine, peu de tache grise noirâtre, limité progressive, quelque cailleux(1%)

-C1 : frais, cailleuteus,(cailleux angulaire ,de taille 3 à 5 cm-80% )

-R: Bloc de -30 à 40 cm de diametre



Photo 2. Site expérimental

Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques du sol étudié

Analyses	Caractéristiques	Profondeur 0-20 cm	Horizon		
			0-11cm	11-22cm	22-30cm
Physiques	Sable grossier %	55.9	19.5	15.1	17.0
	Sable fin %	37.4	75.0	64.4	66.0
	Argile + Limon %	6.8	5.5	20.5	17.0
Chimiques	pH	7,2	7,2	7,5	7,8
	CE (dS/m) T <sup>0</sup> = (25 <sup>0</sup> C)	3,17	3,29	3,53	3,78
	Calcaire total (%)	5.93	2.8	6.5	9.8
	Calcaire actif (‰)	3.1	8.1	6.75	6.19
	Matière organique (%)	0.06	0.23	0.36	0.43
	Azote assimilable (ppm)	25,4	46,4	45,7	45,9
	Potassium assimilable (ppm)	12,3	20,5	21,6	22,1
	P assimilable (ppm)	6.53	6.113	6.05	4.28
	Phosphore totale	18.06	13.25	14.40	10.75



## 6. L'eau d'irrigation

L'eau d'irrigation est pompée à partir de la nappe Albienne qui se trouve à une profondeur de 200m (BELERAGUEB, 1996). Elle est très importante et qualifiée de grand bassin hydraulique du Sahara (SAVORAIN, 1947), Le système d'irrigation adopté est l'irrigation sous pivot les résultats d'analyses de l'eau irrigation sont présentés dans le tableau (3).

Selon DURAND (1983) : l'eau utilisée appartient à la classée en C<sub>4</sub>.S<sub>2</sub> présente des caractéristiques suivantes : eau utilisable avec un léger lessivage, le danger d'alcalinisation est très fort.

**Tableau 3. Caractéristiques de l'eau d'irrigation**

paramètres	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	F mg/l	RS mg/l	pH
Eau d'irrigation	24	7	28	36	20	2,4	traces	0,3	180	7,4

S.B.G.E.M (El-Goléa, 2007)

## **7. Méthodes expérimentale**

### **7.1. Protocole expérimental**

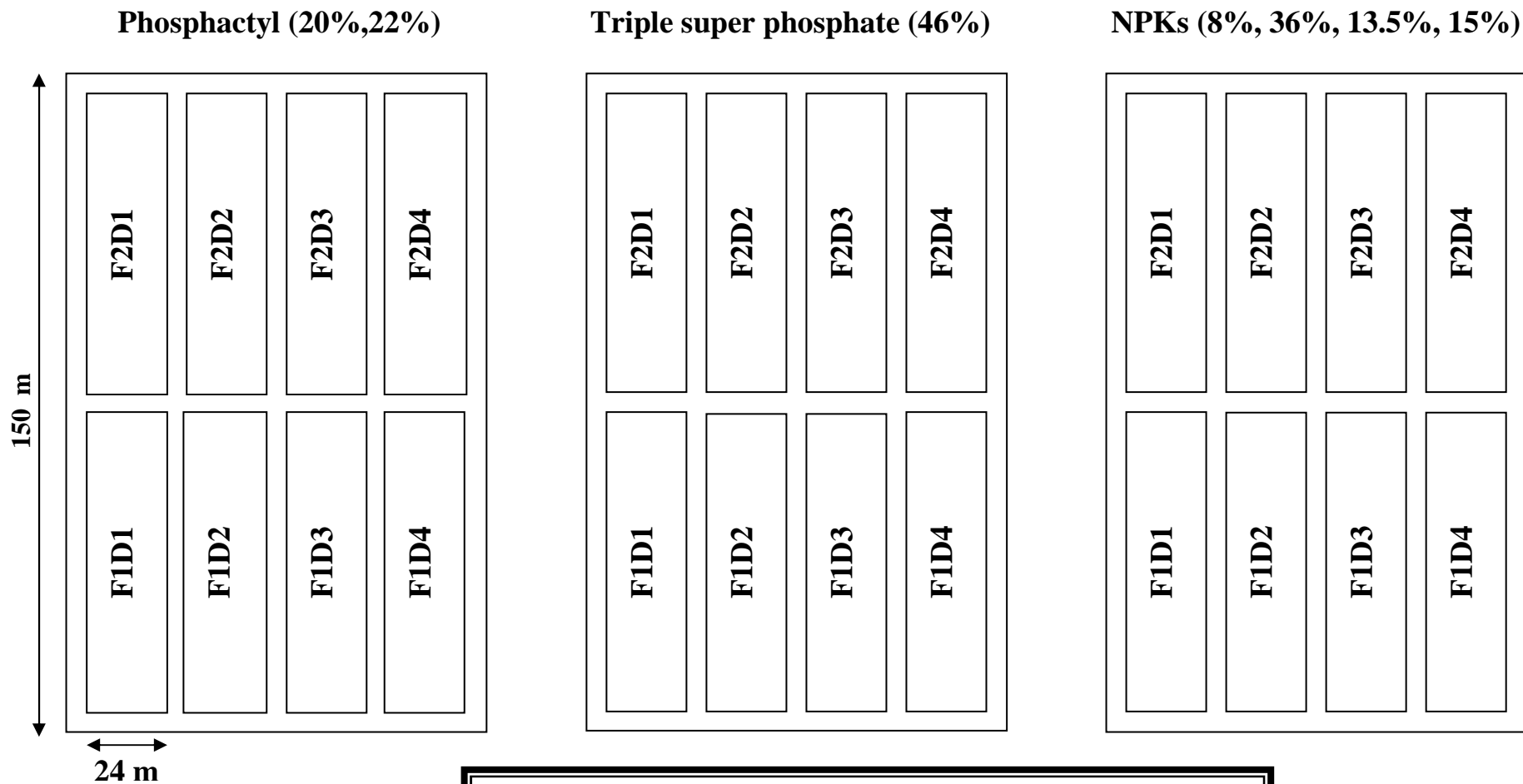
Le phosphore joue un rôle primordial dans la croissance végétale et dans la formation des rendements.

L'étude du comportement de la culture vis-à-vis de différents types d'engrais phosphatés (engrais foliaire, engrais solide et doses) permet de mettre en évidence l'interaction optimale pour obtenir un meilleur rendement.

#### **7.1.1. Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental adopté est le modèle hiérarchisé à deux facteurs fixes, engrais foliaire (F1, F2) subordonné à engrais au sol (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub>).

L'essai présente au total 24 parcelles élémentaires espacées de 1 m, chaque parcelle mesure 75 m de long sur 24 m de large soit une superficie de 1800 m<sup>2</sup>.



**Figure4. Dispositif expérimental**

**D : dose      F : foliaire**

### **Engrais solides**

- Triple superphosphate (TSP) dosant 46 % de  $P_2O_5$ , c'est une forme d'engrais entièrement soluble dans l'eau.
- NPK<sub>S</sub> (8%,**36%**,15+13.5%), à un pH acide (égal à 4). L'azote se présente sous la forme ammoniacale.
- Phosphactyl, dose 20% de N et 22% de P.

L'application des engrais est réalisée au semis. Pour les trois types, nous avons testé quatre (04) doses différentes qui sont les suivantes :

$D_1 = 80 \text{ U/ha}$  ;                       $D_2 = 120 \text{ U/ha}$  ;                       $D_3 = 160 \text{ U/ha}$  ;                       $D_4 = 200 \text{ U/ha}$ .

### **Engrais foliaires :**

Les deux engrais foliaires sont fractionnés en deux apports ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$ ), 2,5 litres au stade trois feuilles et 2,5 litres au stade tallage de la culture.

- Agriphos

Engrais phosphaté liquide + oligo-éléments qui contient 15 g / L Cu, 20 g/L Mn, 5 g/L Fe, 15 g/L Zn, 430 g/L anhydride phosphorique.

- Leader Start

Solution d'engrais NP contenant du Magnésium pour pulvérisation foliaire, 3,2 % Azote nitrique 47 g/L ; 30 % anhydride phosphorique ( $P_2O_5$ ) soluble dans l'eau (447 g/L) ; 4,3 % oxyde de Mg (MgO) soluble dans l'eau (63 g/L).



**Photo 3. Semis et épandage d'engrais phosphaté**

### **7.1.2. Conditions de déroulement de l'essai**

Le semis a été réalisé le 03/12/2006 avec un semoir direct sur les chaumes de culture précédente, à une dose 2 q/ ha et une profondeur variant entre 4-5 cm.

#### **7.1.2.1. La fertilisation**

La fertilisation consiste à apporter les fertilisants aux plantes sous formes d'engrais simples ou composés ces engrais doivent satisfaire les besoins de blé en complétant les fournitures du sol (tableau 4).

##### **7.1.2.1.1. Engrais azoté : UAN 32 %**

Engrais liquide constitué d'un mélange de nitrate d'ammoniac ( $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ ), l'Urée ( $\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$ ) et l'eau. Ce dernier a été apporté sur plusieurs fractions au cours des stades de développement de blé, avec une dose de 219 Kg/ha N (tableau 4).

##### **7.1.2.1.2. La fertilisation foliaire**

###### **- Safe-N**

Engrais azoté foliaire qui dose 28 % N, pulvérisée avec l'eau d'irrigation sur deux fractions de 2,5 l/ha (tableau 4).

**- Fertileader 469**

Solution qui contient le phosphore, l'azote, potasse et les oligo-éléments [4 % N, 6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9 % K<sub>2</sub>O, 0,05 % B, 0,02 % Cu, 0,02 % Fe, 0,1 % Mn, 0,01 % Mo et 0,05 % Zn], ramené à une concentration de 2,5 l/ha (tableau4).

**- Compound-Pholate**

Engrais de correction de carence représente un mélange d'oligo-éléments [2,4 % Cu, 1,6 % Fe, 6 % Mn et 3 % Zn], la dose appliquée est de 4,5 Kg/ha sur deux fractions (tableau 4).

**Tableau 4. Doses et date d'apport d'azote**

Stades repères	Date d'apport	Dose apportée	
		UAN	Saf N
Semi – levée (1 feuille)	29/12/06	31 kg/ha N	
	08/01/2007	31 kg/ha N	
Levée – début tallage	14/01/2007	31 kg/ha N	2.5 l/ha
	26/01/2007		
début tallage – épi 1 cm	14/02/2007	2.4 kg/ha N	2.5 l/ha
	16/02/2007	21kg /ha N	
	24/02/2007		
Floraison- maturité	28/02/2007	26 kg/ha N	
	07/03/2007	21 kg/ha N	
	20/03/2007	21 kg/ha N	
	29/03/2007	17 kg/ha N	
	14/04/2007	17 kg/ha N	
Somme		218.5 kg/ha N	5l/ha

### 7.1.2.2. Précédent cultural

Notre parcelle expérimentale a eu comme précédent cultural " sorgho fourrager " durant la campagne (2005/2006).

### 7.1.2.3. Désherbage

Plusieurs études ont été faites sur la sensibilité du blé aux mauvaises herbes et la forte nuisibilité des adventices. Le recours au désherbage chimique devient une nécessité.

#### 7.1.2.3.1. Round up

Herbicide foliaire, total, ayant une action systémique. Il a été appliqué sur la parcelle expérimentale avant semis (03/12/2006) à une dose de 2L/ha.

#### 7.1.2.3.2. HUSSAR OF:

Est un herbicide sélectif à double action des blés durs et blés tendres, grâce à sa composition ce dernier permet de lutter contre les mauvaises herbes dicotylédones et monocotylédones et les graminées.

Il a été appliqué précocement aux stades jeunes des mauvaises herbes ce qui correspond au stade 3feuilles de la culture, et peut être appliqué jusqu'au stade 2 nœuds de la céréale à une dose de 1 L/ha.

### 7.1.7. L'irrigation

L'étude climatique de la région d'El-Goléa, montre la nécessité d'apporter l'eau aux cultures par voix artificielle (centre pivot) à cause de manque de précipitation (tableau 5).

**Tableau 5. Date et doses d'eau d'irrigation**

Stade repères	Date d'apport	Quantité (mm)
Semis-levée (1feuille)	26/12/06-04/01/07	58
Levée- début tallage (4feuilles)	04/01/07-26/01/07	75
Début Tallage -épi 1cm	26/01/07-21/02/07	110
Epi 1cm-floraison	21/02/07-14/04/07	320
Floraison-maturité	14/04/07-08/05/07	205
<b>Total</b>		<b>765</b>

### 7.1.8. La récolte

La récolte manuelle de la plante entière (tige+épi) sur 10 mètres linéaires, est réalisée le 22/05/2007, nous avons coupé les plantes pour chaque parcelle élémentaire, et pour les 5 répétitions.

## 8. Les paramètres étudiés

### 8.1. Paramètres de rendement

#### 8.1.1. Nombre de pieds par m<sup>2</sup>

Le nombre de pieds par mètre carré est déterminé au stade trois feuilles sur l'ensemble des traitements.

#### 8.1.2. Nombre d'épis au m<sup>2</sup>

Le comptage du nombre d'épi au m<sup>2</sup> est réalisé au stade remplissage du grain.

#### 8.1.3. Nombre d'épillets total par épi

Sur les mêmes échantillons d'épi nous avons déterminé le nombre d'épillets total puis les épillets fertiles et stériles.



#### **8.1.4. Nombre de grains par épi**

Après égrenage manuel de 20 épis prélevés nous avons évalué le nombre moyen de grains par épi au stade maturité.

#### **8.1.5. Poids de 1000 grains**

A l'aide d'un compteur automatique, 1000 grains sont comptés et pesés avec une balance de précision sur dix mètres linéaires pour chaque parcelle élémentaire.

#### **8.1.6. Rendement en grain**

La récolte manuelle, est faite sur la plante entière (tige + épi) sur dix mètres linéaires pour chaque parcelle élémentaire, puis les épis sont battus par une batteuse expérimentale.

### **8.2. Paramètres morphologiques**

#### **8.2.1. Hauteur de la tige**

Au stade maturité, vingt pieds sont pris aléatoirement de chaque répétition et pour chaque parcelle élémentaire pour mesurer la hauteur de la tige.

#### **8.2.2. Longueur de l'épi**

Sur les mêmes échantillons (paragraphe 2.1), la longueur de l'épi est considérée de puis sa base jusqu'à l'extrémité, cette mesure à été faite sur les 20 échantillons choisis de chaque traitement.

#### **8.2.3. La matière sèche**

Pour chaque parcelle élémentaire, nous avons procédé au prélèvement de cinq (5) échantillons de deux mètres linéaires chacun à différents stades, deux nœuds, floraison et maturité.

Les échantillons du blé prélevés sont pesés avant et après leur passage à l'étuve à 80C° pendant 48 h pour déterminer l'évolution de la matière sèche au cours du cycle.

## **9. Méthodes d'analyse**

### **9.1. Le sol**

#### **9.1.1. La granulométrie**

La granulométrie est déterminée par la méthode de tamisage pour déterminer les proportions physiques des trois particules, sable (grossier et fin), le limon et l'argile.

#### **9.1.2. Le pH**

C'est l'un des facteurs qui affecte directement l'absorption des éléments nutritifs. Le pH est déterminé à l'aide d'un pH mètre d'une suspension d'un rapport : sol/eau de 1/5.

#### **9.1.3. La conductivité électrique**

C'est un moyen d'apprécier la teneur globale en sels dans la solution du sol. La C.E. (25°C) du sol est mesurée par un conductimètre d'une suspension d'un rapport : sol/eau de 1/5.

#### **9.1.4. Calcaire total**

Le calcaire total du sol est déterminé par l'attaque avec un acide chlorhydrique concentré (6N), en utilisant le calcimètre de BERNARD.

#### **9.1.5. La matière organique**

Le dosage des matières organiques, se fait par la méthode ANNE, elle consiste à prendre l'échantillon du sol 1g de terre fine et ajoute 10ml de solution aqueuse de bichromate de potassium ( $KCr_2O_7$ ) à 8% et 15ml de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) concentré après 30mn, ensuite on ajoute 150ml d'eau distillée et quelque goutte de diphénylamine et titré par une solution de sulfate de fer ( $FeSO_4$ ) et comparer la couleur (passe de bleu foncé au bleu vert) de solution avec le témoin (sans sol).

#### **9.1.6. Calcaire actif**

Pour le dosage de calcaire actif, on utilise la propriété du calcaire de se combiner aux oxalates pour donner de l'oxalate de calcium insoluble. L'excès de solution d'oxalate est

ensuite dosé (oxalate d'ammonium) par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique.

#### 9.1.7. L'azote assimilable

Le dosage de l'azote assimilable se fait par la méthode de KJELDAHL. pour le deux forme d'azote ( $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_3^-$ ), l'extraction a été faite par l'utilisation d'une solution de 5g du sol + 50ml de KCl (2molaires), après une extraction on ajoute au filtrat 0,2g d'alliage de **DEWARDA** et 0,2 g de l'oxyde de magnésium (MgO), puis une titrage avec le  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (N/20), et le principe de ce dosage, les ions  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  sont extrait au sol par KCl. Le  $\text{NO}_3^-$  et  $\text{NO}_2^-$  se transforment en  $\text{NH}_4^+$  par réduction avec l'alliage de **DEWARDA** et les deux formes de  $\text{NH}_4^+$  alors dosées par distillation au Buchi, en présence de MgO calciné.

#### 9.1.8. Le potassium assimilable

Le potassium est dosé par le spectrophotomètre à flamme, d'une suspension d'un rapport : sol/eau de 1/5.

#### 9.1.9. Phosphore assimilable

Il est déterminé par la méthode Olsen recommandée pour les sols calcaires neutres au basique, le bicarbonate de sodium est utilisé pour extraire le phosphore disponible dans le sol, ce dernier est mis en réaction avec le molybdate d'ammonium dans un milieu acide pour former de l'acide molybdo phosphorique.

La réaction de l'acide ascorbique avec l'acide molybdophosphorique réduit ce dernier en un complexe de couleur bleu, le spectrophotomètre mesure l'absorbance est proportionnelle à la concentration du phosphore.

#### 9.1.10. Phosphore total

La méthode repose sur une minéralisation à l'aide d'un mélange d'acide sulfurique - sélénieux. Un traitement à une température de 375°C suivi d'une analyse spectrophotométrie.



**Photo 4. Prélèvement des échantillons du sol**

# Chapitre II

## Résultats et discussion

### I. Effet de la fertilisation phosphatée sur les composantes de rendement

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; le rendement augmente (soit l'équilibre entre les facteurs est maintenu) (PREVOST, 1999).

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 alimentation. (MEYNARD, 1994).

#### 1. Nombre de pieds /m<sup>2</sup>

Le nombre de plantes/m<sup>2</sup> constitue la première composante du rendement d'une manière générale, le contexte climatique, l'époque de semis et le type de sol sont les trois facteurs déterminants du nombre optimum de plantes à rechercher au m<sup>2</sup>. La densité optimale se définit par le niveau de peuplement permettant d'accéder au meilleur rendement avec le plus de régularité entre les années (GATE, 1995).

##### 1.1. Engrais binaire Phosphactyl (20% - 22%)

Les résultats de la densité de peuplement sont présentés dans le tableau (6) et illustrés par la figure (5)

**Tableau 6. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds /m<sup>2</sup> (Phosphactyl).**

Doses Foliaire	D1	D2	D3	D4	Moyenne	Signification statistique
F1	229	204	209	228	217,5	Effet D: HS
F2	231	206	205	230	218	Effet F: NS
Moyenne	230	205	207	229	217,75	

D'après le tableau (6) on observe une différence hautement significative entre les différentes doses de Phosphactyl appliquées avec une moyenne générale de 217,75 pieds/m<sup>2</sup>.

Le nombre de pieds/m<sup>2</sup> passe de 205 obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 230 obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

L'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur la densité de peuplement est non significatif, la valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> avec 231 pieds/m<sup>2</sup>.

**1.2. Engrais triple super phosphate (46%)**

Les résultats de la densité de peuplement sont présentés dans le tableau (7) et illustrés par la figure (6).

**Tableau 7. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds/m<sup>2</sup> (TSP)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	298	294	289	366	311,75	Effet D: HS
F2	296	298	287	364	311,25	Effet F: NS
Moyenne	297	296	288	365	311,5	

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif entre les différentes doses de l'engrais triple super phosphate sur la densité de peuplement. La moyenne générale de l'essai est de 311,5 pieds/m<sup>2</sup>.

Le nombre de pieds/m<sup>2</sup> passe de 288 pieds/m<sup>2</sup> obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 365 pieds/m<sup>2</sup> obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha).

Par ailleurs, l'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur la densité de peuplement est non significatif.

La meilleure combinaison est obtenue au niveau de la F<sub>1</sub> D<sub>4</sub>.

**1.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 15+13,5%)**

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (3) et illustrés par la figure (7).

**Tableau 8. Effet de la fertilisation phosphatée sur la densité de peuplement (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	308	320	303	300	307,75	Effet D: HS
F2	313	318	306	302	309,75	Effet F: NS
Moyenne	310,5	319	304,5	301	308,75	

L'analyse de la variance révèle un effet hautement significatif entre les différentes doses de NPKs sur la densité de peuplement avec une moyenne générale de 308,7 pieds/m<sup>2</sup>.

Le nombre de pieds/m<sup>2</sup> passe de 301 obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 319 pieds/m<sup>2</sup> obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha).

En ce qui concerne l'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur la densité de peuplement est non significative avec une meilleure valeur obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>2</sub> avec 320 pieds/m<sup>2</sup>.

La moyenne générale la plus élevée des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais phosphatée TSP.

La variation du nombre de pieds/m<sup>2</sup> peut être expliquée par la profondeur irrégulière de semis qui dépasse les 5 cm dans certains endroits.

Plusieurs travaux (**BUKMAN, 1990 ; BELAID, 1996**), ont montré que la densité de la culture est fonction de nombre de grains semés et de la survie des plants. **BELAID (1996)**, ajoute que le poids de 1000 grains, la qualité de la semence, les caractéristiques de lit de semence et les conditions climatiques avant et après le semis, sont tous des facteurs qui influent le peuplement d'une culture.

D'autre part, **HAZMOUNE et BENLARIBI (2001)**, montrent qu'un semis profond retarde l'émergence des plants et réduit le nombre de pieds/m<sup>2</sup>, ce qui confirme les résultats de notre expérimentation.



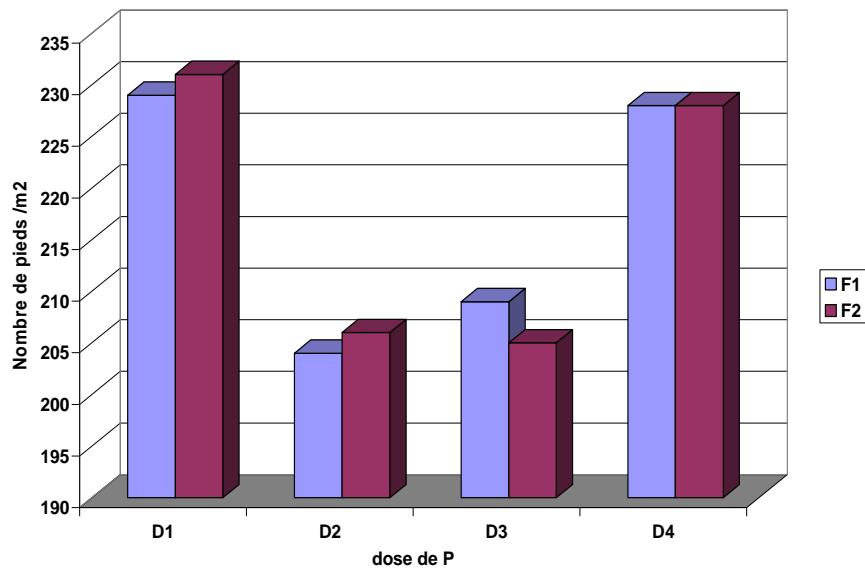


Figure 5. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds /m<sup>2</sup> (Phosphactyl).

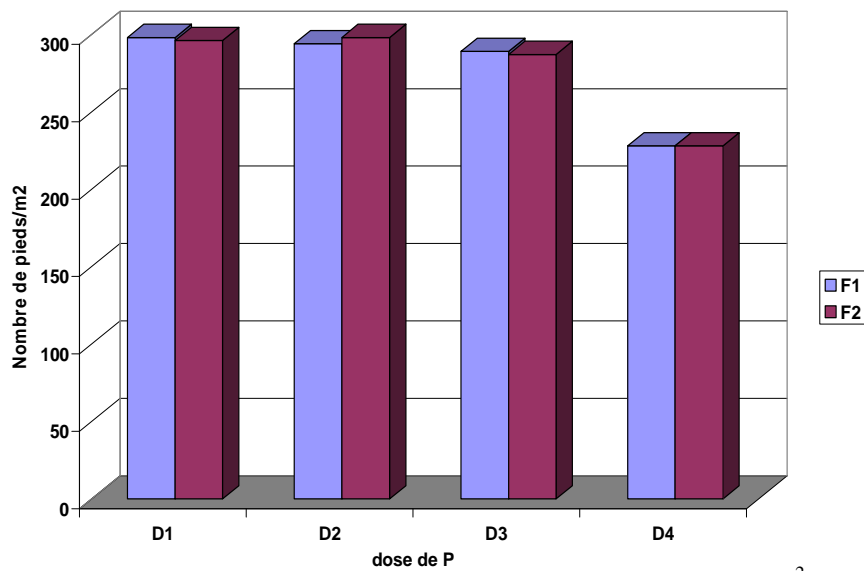


Figure 6. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds/m<sup>2</sup> (TSP)

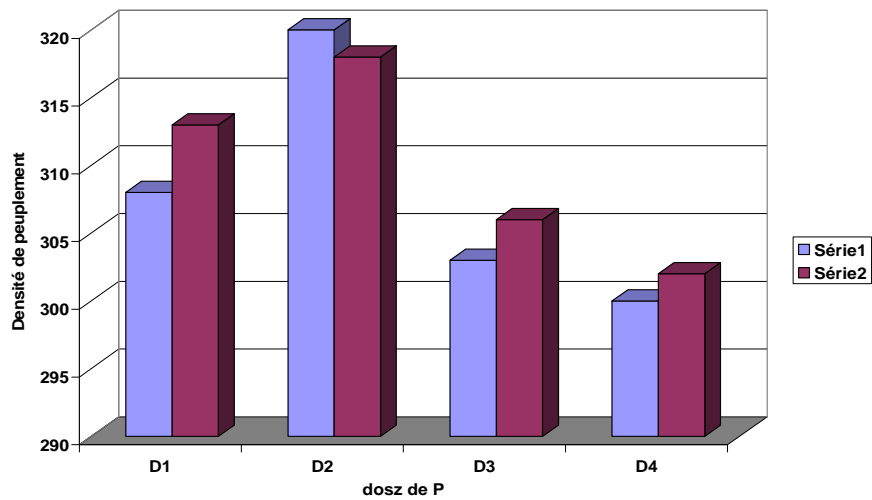


Figure 7. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de pieds /m<sup>2</sup>(NPKs).

## 2. Nombre d'épis/ m<sup>2</sup>

Le nombre d'épis au m<sup>2</sup> est un paramètre déterminant de rendement des céréales à grains.

### 2.1. Engrais binaire Phosphactyl (20% 22%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (9) et illustrés par la figure (8)

**Tableau 9. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup> (Phosphactyl)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	319,8	375,2	381	384,4	365,1	Effet D: HS
F2	291,6	423,2	369,2	499,2	395,8	Effet F: NS
Moyenne	305,7	399,2	375,1	441,8	380,4	

Les doses de Phosphactyl exercent un effet hautement significatif sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup> avec une moyenne générale de 380,4 épis/m<sup>2</sup>.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha) avec 441,8 épis/m<sup>2</sup>, par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 305,7 épis/m<sup>2</sup>.

L'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur le nombre d'épis au m<sup>2</sup> est non significatif. La meilleure interaction est obtenue au niveau F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> (499 épis/m<sup>2</sup>) par contre la valeur la plus faible est obtenue au niveau la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> (291,6 épis/m<sup>2</sup>).

### 2.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (10) et illustrés par la figure (9)

**Tableau 10. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup> (TSP)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	312	375,4	378,4	340	351,4	Effet F: NS
F2	374,6	353,2	378,4	540,6	389,2	Effet F: NS
Moyenne	343,3	364,3	378,4	395,3	370,3	

L'analyse de la variance appuie les résultats trouvés par des différences non significatives des engrais phosphatés (solides et foliaires) sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup> avec une moyenne générale de 370,3 d'épis/m<sup>2</sup>.

On note que la valeur la plus élevée du nombre d'épis/m<sup>2</sup> est enregistrée au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 395,3 épis/m<sup>2</sup> et la plus faible valeur obtenue au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 343,3 épis/m<sup>2</sup>.

Le nombre d'épis/m<sup>2</sup> passe de 351.4 épis/m<sup>2</sup> obtenu au niveau F<sub>1</sub> (Leader start) à 389 épis/m<sup>2</sup> obtenu au niveau F<sub>2</sub> (Agriphos).

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> (540,6 épis/m<sup>2</sup>).

### 2.3. Engrais NPK<sub>s</sub> (8%, 36%, 15+13.5%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (11) et illustrés par la figure (10)

**Tableau 11. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup> (NPK<sub>s</sub>)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	307,6	300,6	280,2	332,2	305,1	Effet F: NS
F2	376,8	356,2	416,2	341,8	372,7	Effet F: NS
Moyenne	342,2	328,4	348,2	348,2	338,9	

D'après les résultats de l'analyse de la variance du paramètre étudié, l'effet du phosphore est non significatif (solides et foliaires) avec une moyenne générale de 338,9 d'épis/m<sup>2</sup>.

Le nombre d'épis/m<sup>2</sup> passe de 328,4 épis/m<sup>2</sup> obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120μ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 348.2 épis/m<sup>2</sup> obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160μ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) et D<sub>4</sub> (120μ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La meilleure valeur est obtenue au niveau la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> (416,2 épis/m<sup>2</sup>) par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>3</sub> avec (280,2 épis/m<sup>2</sup>).

La moyenne générale la plus élevée du nombre d'épis/m<sup>2</sup> des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais phosphaté (Phosphactyl) avec 380,4 épis/m<sup>2</sup>

Le phosphore favorise la fécondité des plants en permettant une meilleure épiaison (**GERVY, 1970**).

**FARDEAU (1985)** indique que les besoins du blé en phosphore sont plus importants à partir de la mi-montaison, est toute carence en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en cette période se traduit par un défaut de monter des talles en épis.

Des corrélations hautement significatives sont enregistrées entre les doses de phosphore (TSP) et le nombre d'épis/m<sup>2</sup> (r=0,99\*\*) (Figure11). Ceci confirme les résultats obtenus par (**DEHBI F., 1997**)

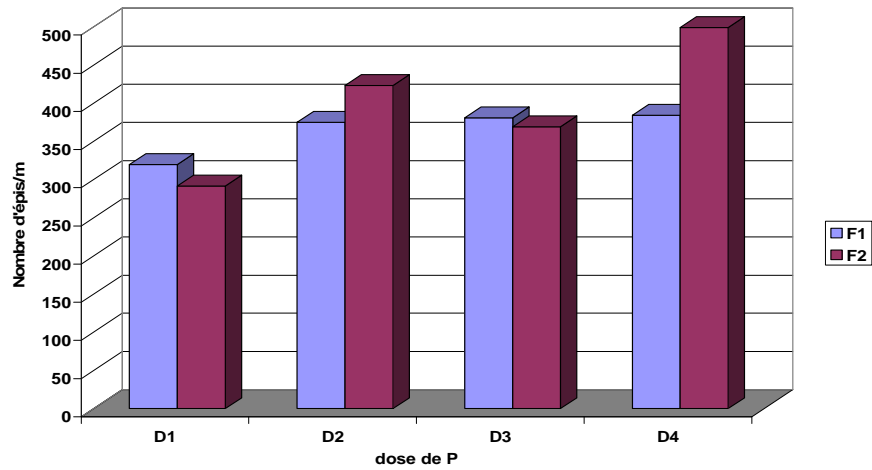


Figure 8 : Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup> (Phosphactyl)

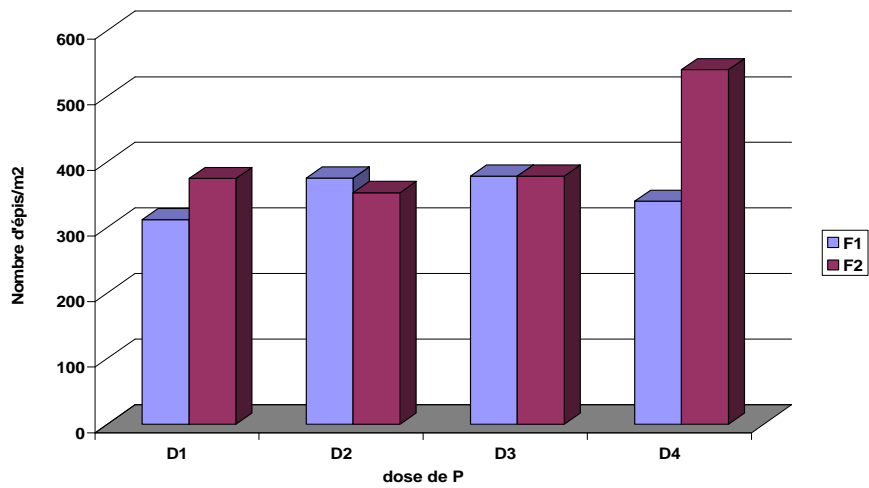


Figure 9 : Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épis/m<sup>2</sup>(TSP)

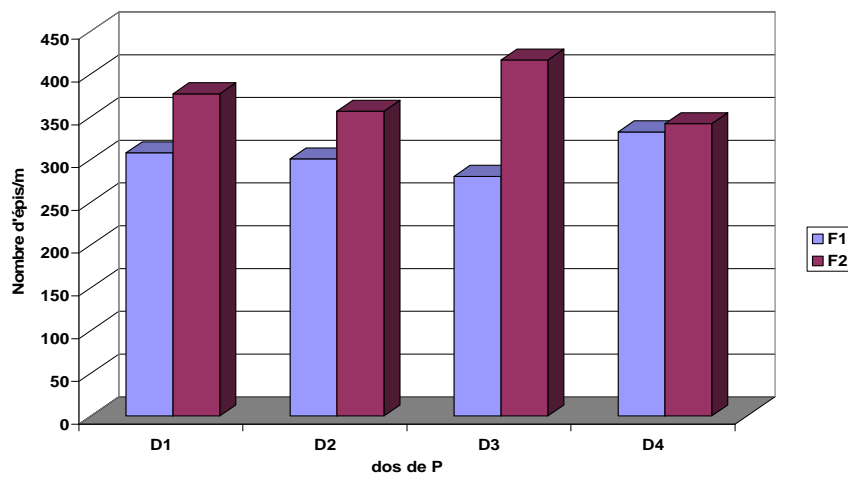
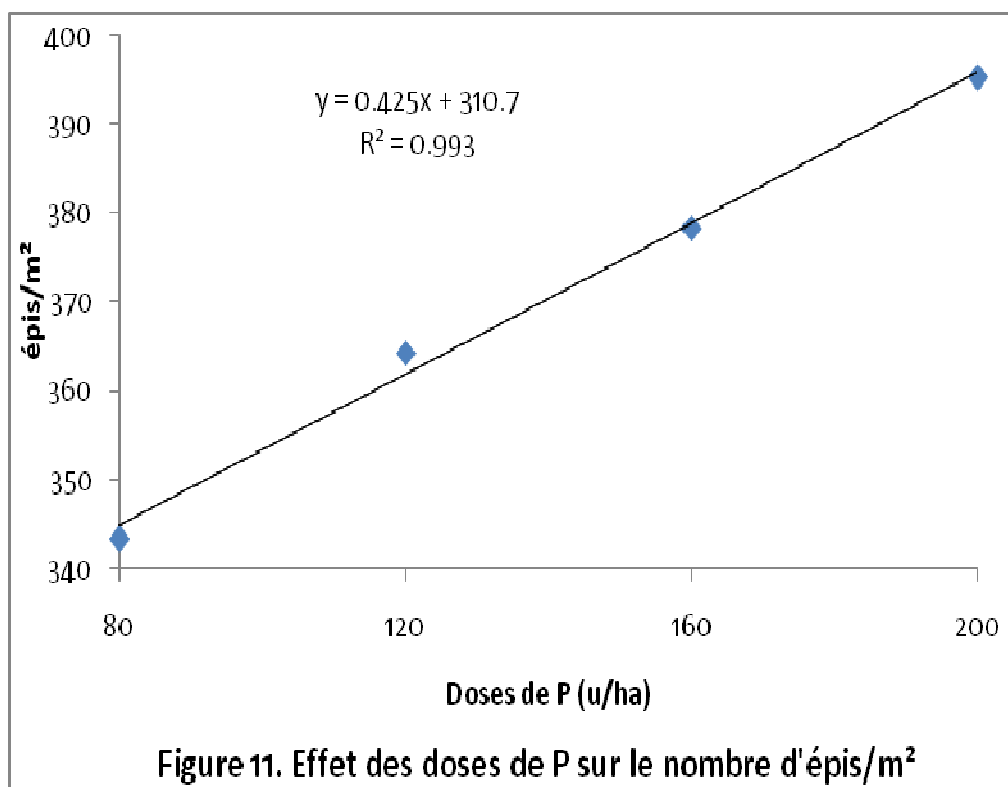


Figure 10 : Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre d'épis/m<sup>2</sup>(NPKs)



### 3. Nombre d'épillets total par épi

#### 3.1. Engrais (20%, 22%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (12) et illustrés par la figure (12)

**Tableau 12. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets total par épi (Phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	11,8	12,4	13,6	14	13	Effet D : NS
F2	12,8	13,2	13,4	13,2	13,15	Effet F : NS
Moyenne	12,6	12,8	13,6	13,6	13,07	

L'analyse de la variance montre que les doses de l'engrais Phosphactyl et l'engrais foliaire n'exercent aucun effet significatif sur le nombre d'épillets total par épi.

Ce nombre augmente avec les doses croissantes de l'engrais Phosphactyl (Figure 12), il passe de 12,6 épillets total/épi obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 13,6 obtenu au niveau (D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub>).

La meilleure valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> avec 14 par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>1</sub> avec 11,8.

#### 3.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats du nombre d'épillets total/épi sont présentés dans le tableau (13) et illustrés par la figure (13)

**Tableau 13. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets total par épi (triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	12,8	12,8	14,2	13	13,2	Effet D: NS
F2	12,4	11,4	13,6	12,6	12,5	Effet F: NS
Moyenne	12,6	12,1	13,9	12,8	12,8	

Les résultats obtenus montrent un effet non significative des engrais phosphatés (triple super phosphate et foliaires) sur le nombre d'épillets total par épi avec une moyenne générale de 12,8.

Le nombre d'épillets total/épi passe de 12.1 obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 13,9 obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La meilleure valeur est enregistrée au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>3</sub> avec 14,2.

### 3.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 13.5 +15%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (14) et illustrés par la figure (14)

**Tableau 14. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets total/épi (NPK<sub>s</sub>).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	13	13,8	13	12,6	13,1	Effet D: NS
F2	13,2	13,2	12,2	13	12,9	Effet F: NS
Moyenne	13,1	13,5	12,6	12,8	13	

L'analyse de variance nous révèle des différences non significatives des différentes doses de (NPK<sub>s</sub> et l'engrais foliaire) appliqués sur le nombre d'épillets total/épi avec une moyenne générale de 13.



Le nombre d'épillets total/épi passe de 12.6 obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 13.5 obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La meilleure valeur est obtenue au niveau de la F<sub>1</sub> D<sub>2</sub> avec 13,8, par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> avec 12,2.

La moyenne générale la plus élevée du nombre d'épillets total/épi des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais Phosphactyl avec 13,07 épillets total/épi.

Selon **GATE (1995)** le nombre potentiel d'épillets totaux déterminé essentiellement par des facteurs climatiques (température et durée du jour) est dans une région et pour une variété donnée, directement fonction de la date de semis.

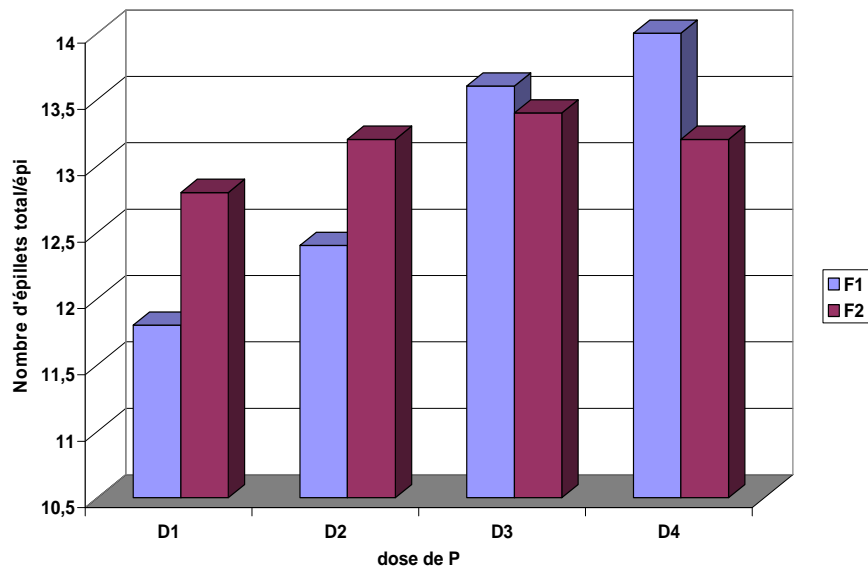


Figure 12. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets total /épi (Phosphactyl)

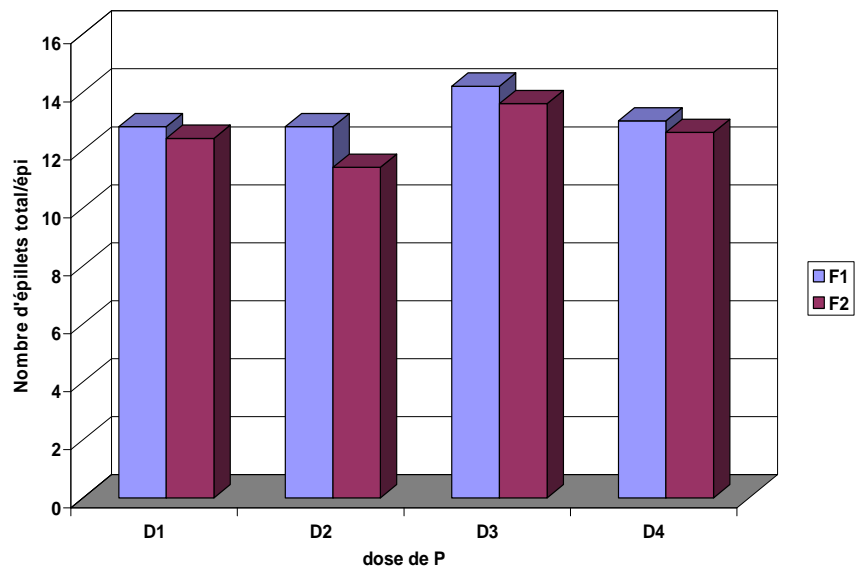


Figure 13. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets/épi (TSP)

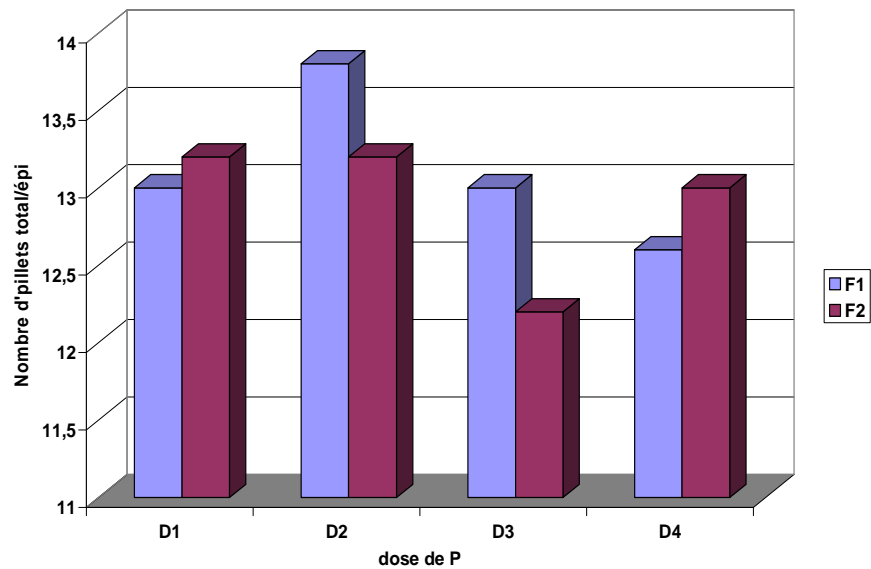


Figure 14. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets/épi (NPKs)

#### 4. Nombre d'épillets fertiles/épi

##### 4.1. Engeais Phosphactyl (20%, 22%)

Les résultats de nombre d'épillets fertiles par épi sont présentés dans le tableau (15) et illustrés par la figure (15)

**Tableau15. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles par épi (Phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	11	11,6	12,6	12	11,8	Effet D: NS
F2	12	11,6	12,2	12,2	11,9	Effet F: NS
Moyenne	11,5	11,6	12,4	12,1	11,85	

L'analyse de la variance révèle des différences non significatives des différentes doses du Phosphactyl et de l'engrais foliaire sur le nombre d'épillets fertiles par épi avec une moyenne générale de 11,85.

Le nombre de d'épillets fertiles par épi passe de 11.5 obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 12.4 obtenu au niveau de la dose, D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec un taux d'accroissement du nombre d'épillets fertiles par épi obtenu au niveau de D<sub>3</sub> par rapport D<sub>1</sub> de 7,3%.

La meilleure combinaison est obtenue avec F<sub>1</sub> D<sub>3</sub> (12,6 d'épillets fertiles/épi).

##### 4.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (16) et illustrés par la figure (16)

**Tableau 16. Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre d'épillets fertiles par épi (Triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	11,6	11,8	12	12	11,8	Effet D: NS
F2	11,8	10,2	12	11,2	11,3	Effet F: NS
Moyenne	11,7	11	12	11,6	11,5	

Des différences non significatives sont enregistrées des doses de (triple super phosphate et de l'engrais foliaire) sur le nombre d'épillets fertiles par épi avec une moyenne générale de 11.5.

Le nombre d'épillets fertiles par épi passe de 11 obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 12 obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec un taux d'accroissement du nombre d'épillets fertiles par épi obtenu au niveau de D<sub>3</sub> par rapport D<sub>2</sub> de 8,4%.

La meilleure valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>3</sub>, F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> et F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> avec nombre de 12 épillets fertiles/épi.

### 4.3. Engeais NPKs (8%, 36%, 13.5 +15%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (17) et illustrés par la figure (17)

**Tableau 17. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles par épi (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	12	12,6	12,6	12	12,3	Effet D: NS
F2	12,2	11,2	11	12,4	11,7	Effet F: NS
Moyenne	12,1	11,9	11,8	12,2	12	

L'analyse de la variance montre des effets non significatifs des doses de (NPKs et de l'engrais foliaire) sur le nombre d'épillets fertiles par épi avec une moyenne générale de 12 épillets fertiles/épi.

Le nombre d'épillets fertiles par épi passe de 11.8 obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 12.2 obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec un taux d'accroissement du nombre d'épillets fertiles par épi obtenu au niveau de D<sub>4</sub> par rapport D<sub>3</sub> de 3,3%.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>2</sub> et F<sub>1</sub> D<sub>3</sub> avec 12,6 épillets fertiles/épi.

La moyenne générale la plus élevée des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais NPKs avec 12 épillets fertiles/épi.

L'apport du phosphore agit d'une façon significative sur le nombre d'épillets fertiles par épi (DERAOUI, 2004), par contre les résultats obtenus dans l'intervalle expérimental sont non significatifs, ceci est peut être expliqué par l'engrais foliaire qui a masqué l'effet doses des différents engrais solides.

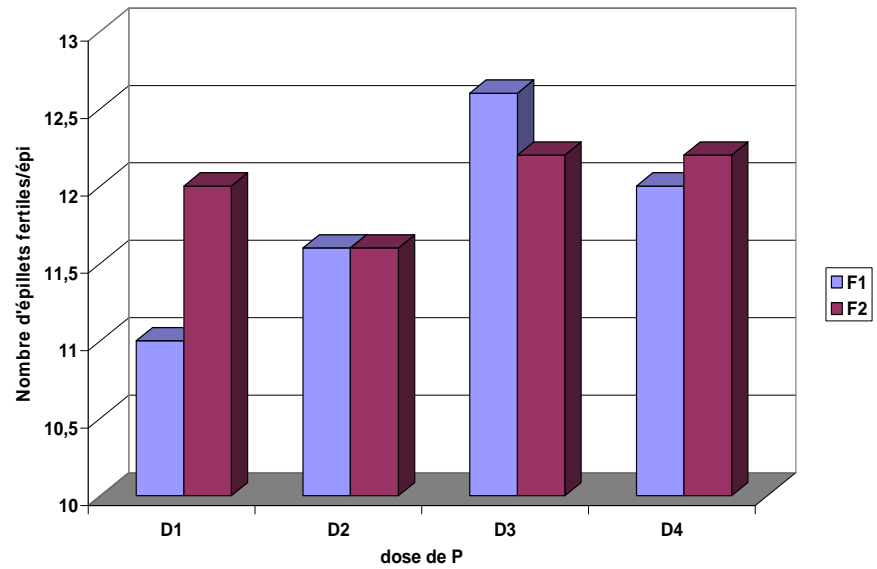


Figure 15. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles/épi (Phosphactyl)

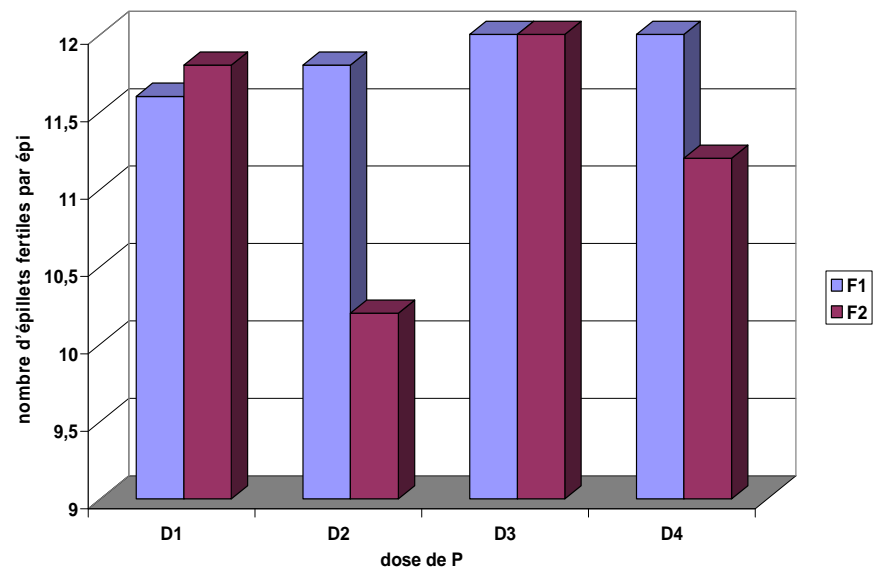


Figure 16. Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre d'épillets fertiles par épi (TSP)

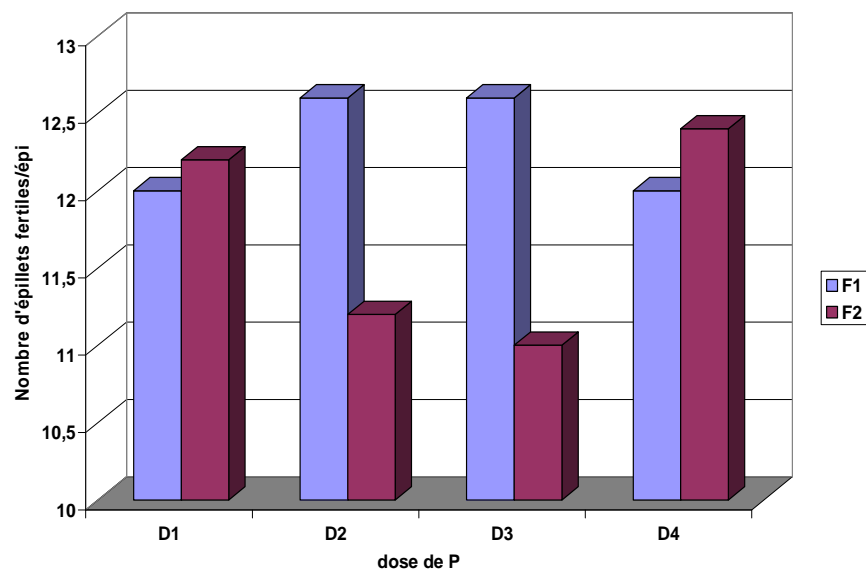


Figure 17. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets fertiles/épi (NPKs)

## 5. Nombre d'épillets stériles par épi

### 5.1. Phosphactyl

Les résultats de nombre d'épillets stériles par épi sont présentés dans le tableau (18) et illustrés par la figure (18)

**Tableau 18. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles par épi (Phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	0,8	0,8	1,2	2	1,2	Effet D: NS
F2	0,8	1,8	1,2	1	1,2	Effet F: NS
Moyenne	0,8	1,3	1,2	1,5	1,2	

Les résultats obtenus montrent des effets non significatifs des différentes doses de (Phosphactyl et de l'engrais foliaire) sur le nombre d'épillets stériles avec une moyenne générale de 1,2.

Le nombre d'épillets stériles par épi passe de 0.8 obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 1.5 obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200 uP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec un taux de diminution du nombre d'épillets stériles par épi obtenu au niveau de D<sub>4</sub> par rapport D<sub>1</sub> de 46,6%.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> avec 2, par contre la valeur la plus faible est obtenue au niveau la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>1</sub>, F<sub>1</sub> D<sub>2</sub> et F<sub>2</sub> D<sub>1</sub>.

### 5.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats de nombre d'épillets stériles par épi sont présentés dans le tableau (19) et illustrés par la figure (19)

**Tableau 19. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles/épi (TSP)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	1,2	1	3	1	1,5	Effet D: NS
F2	0,6	1,2	1,6	1,4	1,2	Effet F: NS
Moyenne	0,9	1,1	2,3	1,2	1,3	

L'analyse de la variance révèle des différences non significatives des doses de (Triple super phosphate et de l'engrais foliaire) sur le nombre d'épillets fertiles par épi avec une moyenne générale de 1,3.

Le nombre de d'épillets stériles par épi passe de 0,9 obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 2.3 obtenu au niveau de la doses D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec un taux de diminution du nombre d'épillets stériles par épi obtenu au niveau de D<sub>3</sub> par rapport D<sub>1</sub> de 60,8%.

La meilleure valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>3</sub> avec 3, par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> avec 0,6 épillets stériles par épi.

**5.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 13.5 +15%)**

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (20) et illustrés par la figure (20)

**Tableau 20. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épillets stériles épi (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	1	1,2	0,4	0,6	0,8	Effet D: NS
F2	1	2	1,2	0,6	1,2	Effet F: NS
Moyenne	1	1.6	0,8	0,06	1	



L'analyse de la variance montre un effet non significatif des différentes doses (NPKs et de l'engrais foliaire) sur le nombre d'épillets stériles par épi avec une moyenne générale de 1.

Le nombre d'épillets stériles par épi passe de 0.06 obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 1.6 obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec un taux de diminution du nombre d'épillets stériles par épi obtenu au niveau de D<sub>4</sub> par rapport D<sub>2</sub> de 62,5%.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>2</sub> avec 2 épillets stériles par épi.

La meilleure moyenne générale est enregistrée au niveau de l'engrais TSP avec 1,3.

Le phosphore a un effet hautement significatif sur le nombre d'épillets stériles par épi (DERAOUI, 2004).

**Champ et al (1983) cité par BRAHIMI (1991)** observent une diminution du nombre d'épillets stériles en présence d'une fertilisation phosphatée celle-ci est due du faite le phosphore aura favorisé l'initiation floral au cours de la floraison.

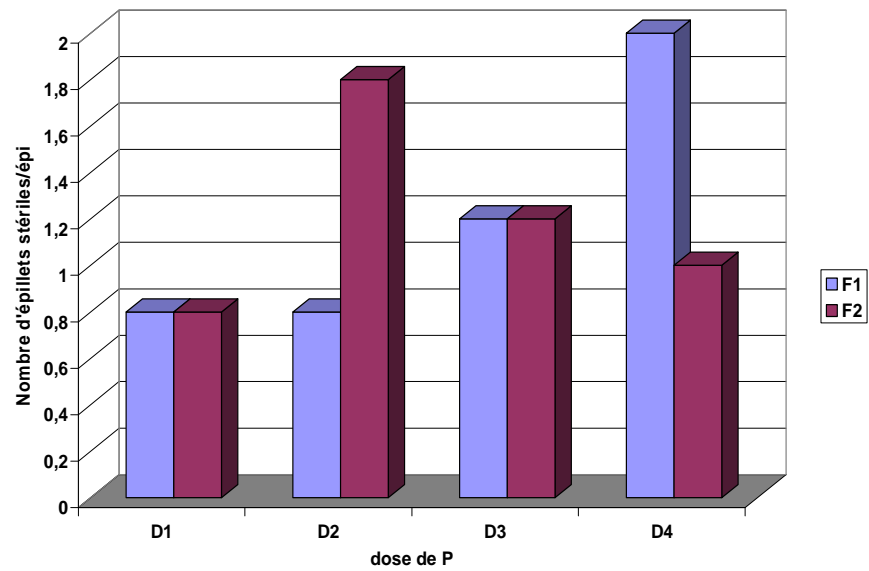


Figure 18. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épilletés stériles/épi (Phosphactyl)

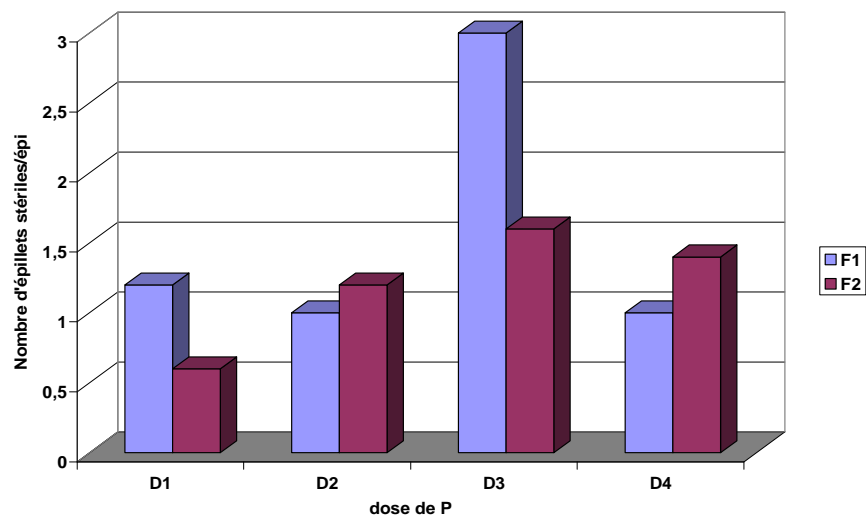


Figure 19. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épilletés stériles par épi (TSP)

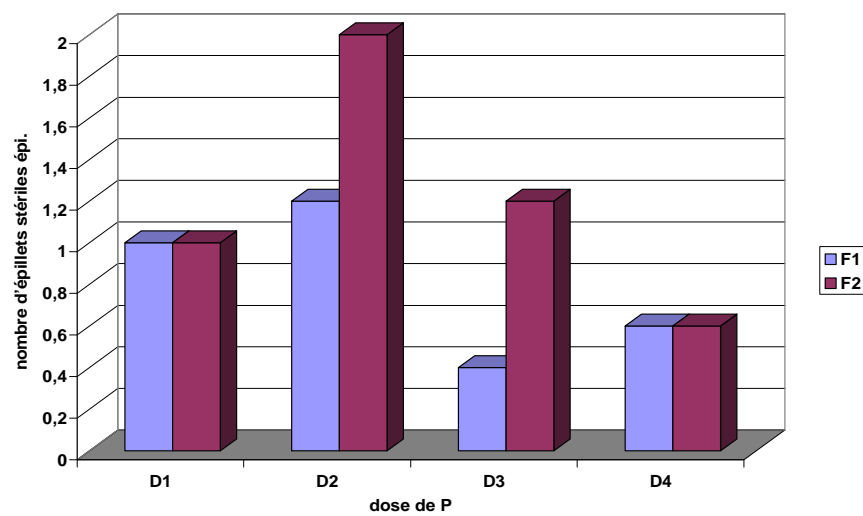


Figure 20. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre d'épilletés stériles épi (NPKs)

## 6. Nombre de grains/épi

Le nombre de grains/épi est une caractéristique variétale très influencée par le nombre d'épi au m<sup>2</sup> (COUVREUR, 1981).

### 6.1. Engrais Phosphactyl (20% - 22%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (21) et illustrés par la figure (21)

**Tableau 21. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi (Phosphactyl)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	31,4	35,2	12,6	36,4	28,9	Effet D: S
F2	35,8	37	12,2	39	31	Effet F: NS
Moyenne	33,6	36,1	12,4	37,7	29,9	

Les résultats de la variance révèlent une différence significative du nombre de grains/épi entre les différentes doses de phosphore (Phosphactyl) et non significative de l'engrais foliaire. La moyenne générale est de 29,9 grains/épi.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 37,7 grains/épi, et la plus faible valeur est enregistrée au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 12,4 grains/épi.

La meilleure valeur est obtenue au niveau la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> avec 39 grains/épi.

### 6.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (22) et illustrés par la figure (22)

**Tableau 22. Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre de grains/épi (TSP)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	34.2	35.4	40.8	35.8	36,5	Effet D: NS
F2	32.6	29.4	38.8	34.8	33,9	Effet F: NS
Moyenne	33.4	32.4	39.8	35.3	35.2	

L'analyse de la variance révèle une différence non significative des différentes doses du phosphore (TSP) sur le nombre de grains/épi. Par contre l'engrais foliaire est resté sans effet, la moyenne générale de l'essai est de 35,2 grains/épi.

Le nombre de grains/épi passe de 32,4 grains/épi obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 39.8 grains/épi obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Aussi concerne l'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur le nombre de grains/épi est non significative.

On constate que le nombre de grains/épi le plus élevé est obtenu au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>3</sub> avec 40,8 grains/épi.

**6.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 35+13.5%)**

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (23) et illustrés par la figure (23)

**Tableau 23. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	38,6	36,8	36,2	33	36,15	Effet D: NS
F2	36,4	34,8	31,4	33,2	33,9	Effet F: NS
Moyenne	37,5	35,8	33,8	33,1	35,02	

Des différences non significatives sont enregistrées des deux facteurs engrais (NPKs et foliaires) sur le nombre de grains/épi, avec une moyenne générale de 35,02 grains/épi.

Le nombre de grains/épi passe de 33.1 grains/épi obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 37.5 grains/épi obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>1</sub> avec 38,6 grains/épi, et la plus faible valeur au obtenue de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> avec 31,4 grains/épi.

La meilleure moyenne générale de trois essais est obtenue au niveau de l'engrais phosphaté TSP avec 35,2 grains/épi.

Selon **CHAPMAN (1969)** cité par **HAFSI (1990)** le phosphore favorise l'initiation florale au cours de la montaison et par conséquent la fertilité de l'épi. Puis il s'accumule dans les grains qui à maturité, contiennent en moyenne de 1 pour cent de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dont les trois – quarts environs sous forme Phytique. (**GERVY, 1970**)

Le nombre de grains/épi est influencé par le nombre d'épis par m<sup>2</sup>, par les caractéristiques variétales, par la disponibilité en eau et par la nutrition azotée et phospho-potassique (**BELAID, 1996**).

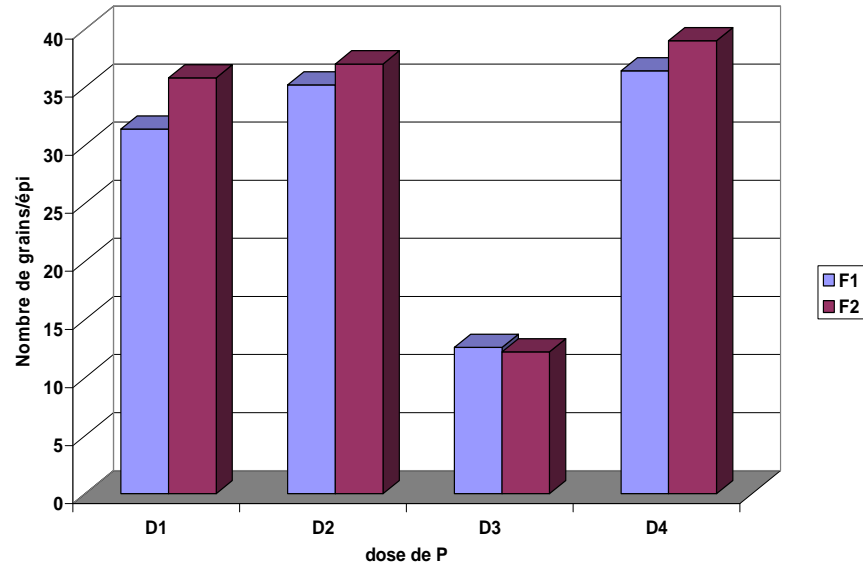


Figure 21. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi (Phosphactyl)

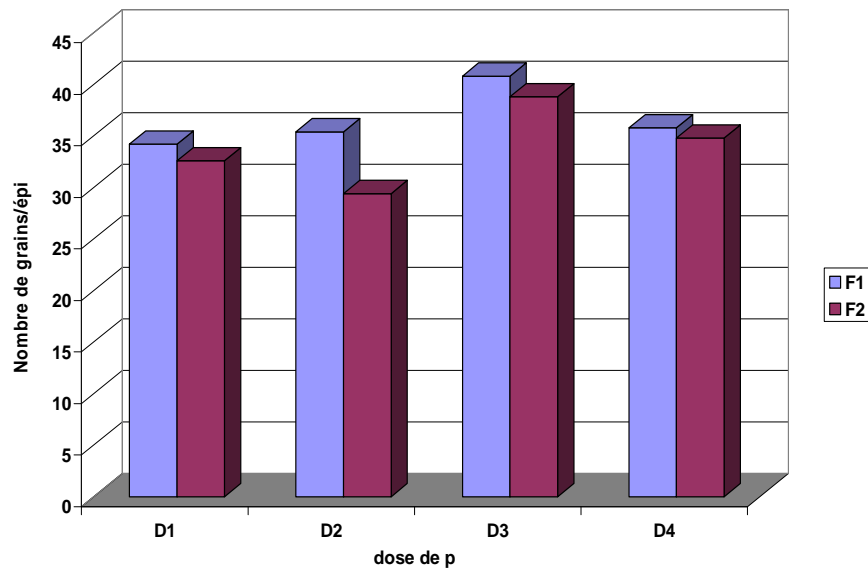


Figure 22. Effet de la fertilisation phosphatée sur nombre de grains/épi(TSP).

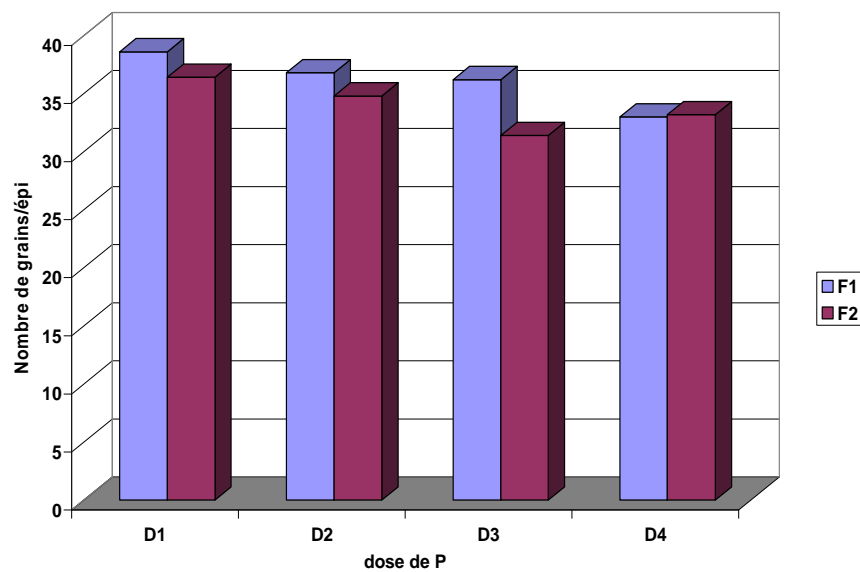


Figure 23. Effet de la fertilisation phosphatée sur le nombre de grains/épi(NPKs).

### 7. Poids de 1000 grains

Le poids de 1000 grains est un paramètre influencé par les conditions de nutrition minérale (LOUE, 1984 et BATTEN, 1992), et la profondeur de semis et les conditions d'humidité dans le sol durant le période de remplissage (mis en réserve) des grains (BLANCHET *et al.* 1978 et BELAID; 1996).

#### 7.1. Engrais Phosphactyl (20% - 22%).

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (24) et illustrés par la figure (24)

**Tableau 24. Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains (Phosphactyl).**

D \ F	D1	D2	D3	D4	Moyenne	Signification statistique
F1	69,1	69,3	65,3	70,2	68,5	Effet D: NS
F2	68,8	69,9	62,2	68,5	67,38	Effet F: NS
Moyenne	68,9	69,6	63,7	69,3	67,9	

L'analyse de la variance montre un effet non significatif des différentes doses de (Phosphactyl et de l'engrais foliaire) sur le poids de 1000 grains, avec une moyenne générale de 67,94g.

Le poids de 1000 grains passe de 63,7g obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 69,6g obtenu au niveau D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)

Le meilleur poids de 1000 grains est obtenu au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> avec 70,2g.

#### 7.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (25) et illustrés par la figure (25)

**Tableau 25. Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains(triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	69,5	68,1	69,1	71,1	69,47	Effet D: NS
F2	68,2	69,3	69,4	70,8	69,3	Effet F: NS
Moyenne	68,8	68,7	69,2	70,6	69,4	

L'analyse de la variance des facteurs engrais TSP et engrais foliaire sont non significative sur le poids de 1000 grains, avec une moyenne générale de 69,4g.

Le poids de 1000 grains passe de 68,7g obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 70,6g obtenu au niveau D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> avec 71,1 g.

### 7.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 13.5 +15%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (26) et illustrés par la figure (26)

**Tableau 26. Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	71	69,3	70,02	68,9	69,80	Effet D: NS
F2	71	69,1	70	68,7	69,7	Effet F: NS
Moyenne	71	69,2	70,1	68,8	69,7	

L'analyse de la variance montre un effet non significatif des différentes doses de (NPKs et des engrais foliaires) sur le poids de 1000 grains avec une moyenne générale de 69,7g.

Le poids de 1000 grains passe de 68.8g obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 71,1g obtenu au niveau D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).



La meilleure valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> avec 71g.

D'après les résultats du PMG des trois engrais étudiés, La moyenne générale la plus élevée est obtenue au niveau de l'engrais NPKs avec 69,7g.

**BELAID (1987)** et **SHARMA et al. (1977)** affirment que le poids de 1000 grains est la composante la plus influencée par l'apport du phosphore.

L'utilisation du phosphore limite la chute du poids de 1000 grains due aux apports d'azote **BELAID (1987)** et **HAFSI (1990)**. L'azote en revanche a un effet dépressif sur le poids de 1000 grains (**MEKLIICHE, 1983 ; HALILAT, 1993**).

Une liaison significative est enregistrée entre les deux composantes PMG de (NPKs) et le rendement ( $r = 0,80^*$ ) (Figure 27), ce ci confirme les résultats obtenus par **Blanchet (1964)** et **Couvreur (1981)**.

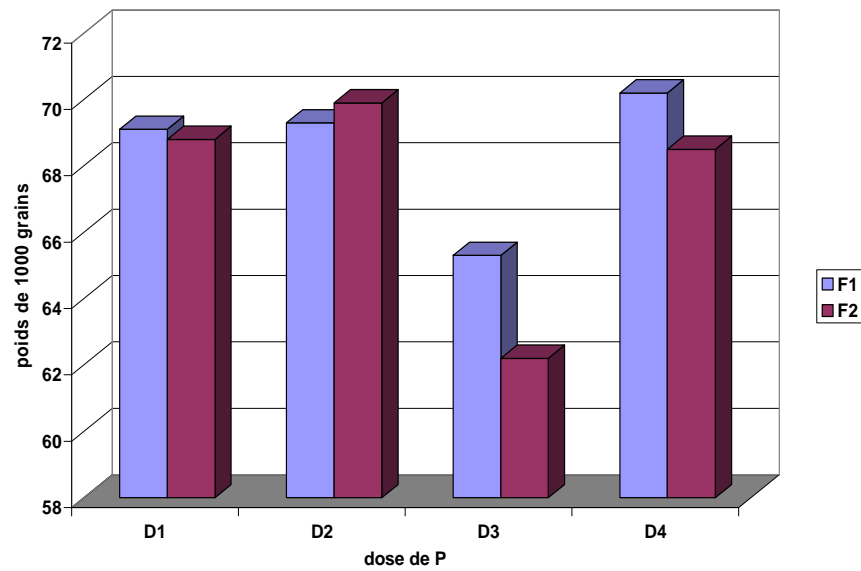


Figure 24. Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains (Phosphactyl).

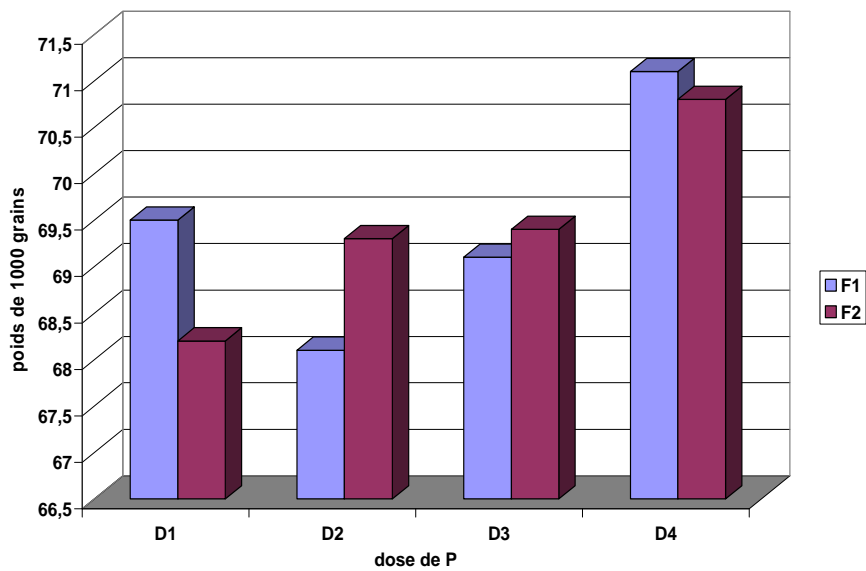


Figure 25. Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains(TSP)

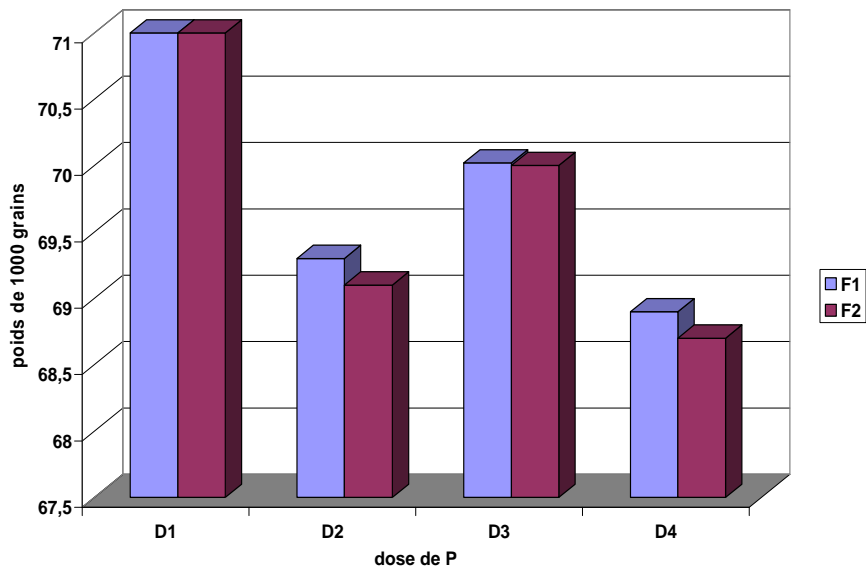
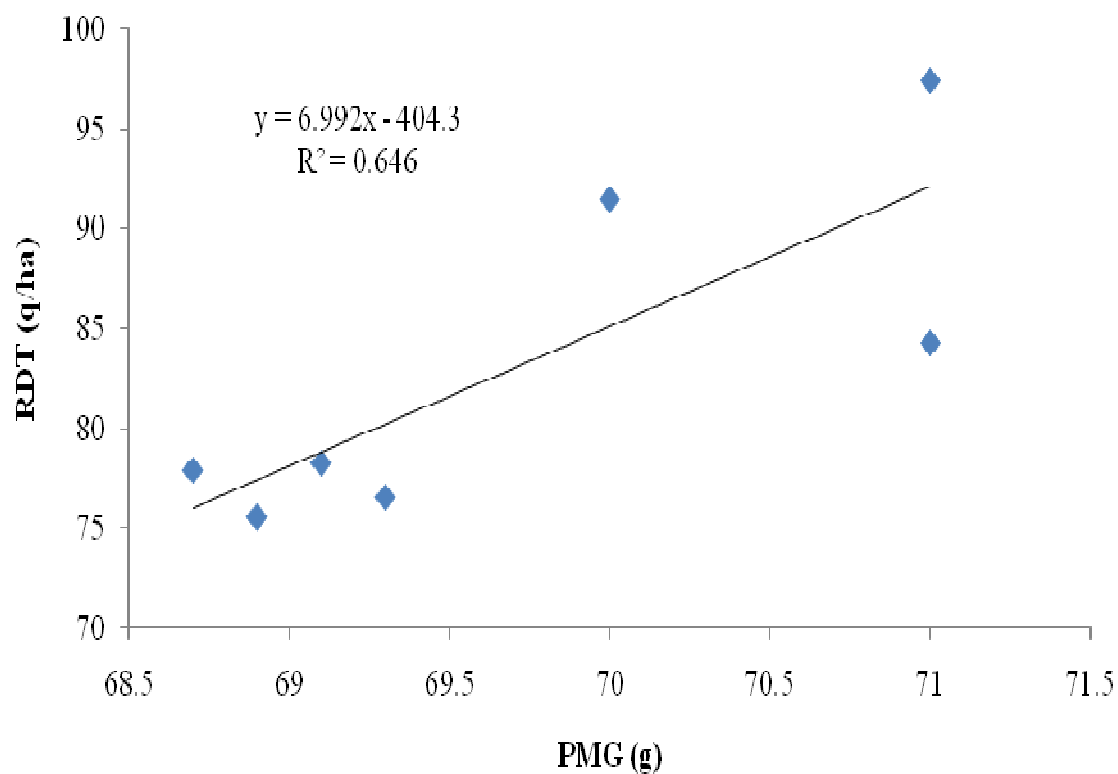


Figure 26. Effet de la fertilisation phosphatée sur le poids de 1000 grains(NPKs)



**Figure 27. Liaison entre RDT grain et PMG (NPKs)**

### 8. Rendement en grain

Le rendement grain est toujours considéré comme la variable dépendante tandis que les paramètres morpho–physiologiques sont les variables indépendantes (ACEVEDO et ACCARELLI 1990 cité par BENBELKACEM A. 2001).

#### 8.1. Engrais binaire Phosphactyl (22% - 22%).

Les résultats du rendement en grain sont présentés dans le tableau (27) et illustrés par la figure (28)

**Tableau 27. Effet de la fertilisation phosphatée(engrais binaire phsphactyl) sur le rendement en grain (q/ha).**

D \ F	D1	D2	D3	D4	Moyenne	Signification statistique
F1	69,38	91,5	31,34	98,22	72,6	Effet D: NS
F2	71,82	109,4	28	133,3	85,6	Effet F: NS
Moyenne	70,6	100,4	29,65	99,2	79,1	

Le rendement en grains n'est pas influencé significativement par la fertilisation phosphatée solide et foliaire, avec une moyenne générale de 79,1 q/ha.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 100,4qx/ha, et la valeur la plus faible est obtenue au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 29,65qx/ha.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> avec 133,3qx/ha.

#### 8.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (28) et illustrés par la figure (29)

**Tableau 28. Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (q/ha) (triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	74,15	90,5	106,68	86,54	89,4	Effet D: NS
F2	83,28	71,96	101,9	133,2	97,65	Effet F: HS
Moyenne	78,6	81,2	104,6	109,8	93,4	

L'analyse de la variance montre des différences non significatives entre les différentes doses de TPS sur le rendement en grain avec une moyenne générale de 93,4q/ha.

Le rendement en grain passe de 78,6qx/ha obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 109,8qx/ha obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Par contre des différences hautement significative pour l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur le rendement en grains.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> avec 133,2qx/ha, par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>2</sub> avec 71,96qx/ha.

### 8.3. Engrais NPKs (8% , 36% , 13.5 +15%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (29) et illustrés par la figure (30)

**Tableau 29. Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (qx/ha) (NPKs)**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	84,3	76,6	71	75,5	76,8	Effet D: NS
F2	97,3	85,6	91,4	77,9	80	Effet F: NS
Moyenne	90,8	81,1	81,2	76,7	78,4	

Les engrais phosphatés (NPKs et foliaire) exercent un effet non significative sur le rendement en grains avec une moyenne générale de 78,4qx/ha.

Le rendement en grain le plus élevé est obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 90,8qx/ha, par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) avec 76,7qx/ha.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> avec 97,3g.

La moyenne générale la plus élevée des trois essais est enregistrée au niveau de l’engrais TSP avec 93,4g.

Plusieurs travaux (**BELAID (1987), HAFSI (1990), HALILAT (1993) et AISSA (2001)**) ont montré qu’il existe une synergie entre les différents éléments nutritifs NPK, d’après **BLAN et SHANKER cité par HAFSI (1990)**, il existe des interactions entre les engrais azotés et phosphatés qui font augmenter le rendement et améliorer la solubilité et l’absorption du phosphore.

**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 et par conséquent, assure un rendement plus élevée et une nette amélioration de la composition minérale des grains et de la paille.

Selon **DEHBI (1997)** l’apport du phosphore a augmenté significativement le rendement en grain. Des résultats positifs ont été également trouvés par **SHARMA (1971) et BHENDIA (1972) in SHARMA et al (1977)**.

Les droites de régression (Figure 31) montrent des liaisons significatives entre le rendement grains et les engrais Phosphactyl ( $r = 0,95^*$ )

Des résultats similaires sont obtenus par **ZIANE (1997) et DERAOUI (2004)**.

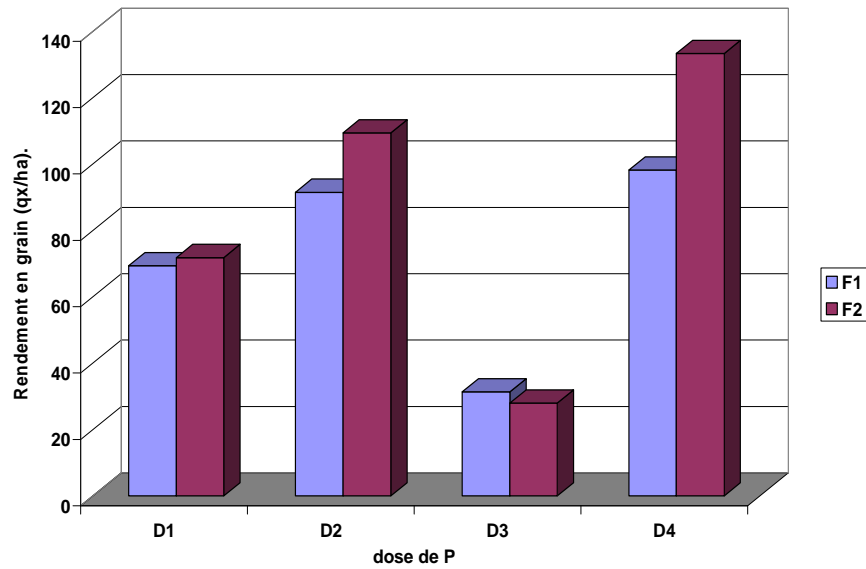


Figure 28. Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (q/ha) (Phosphactyl)

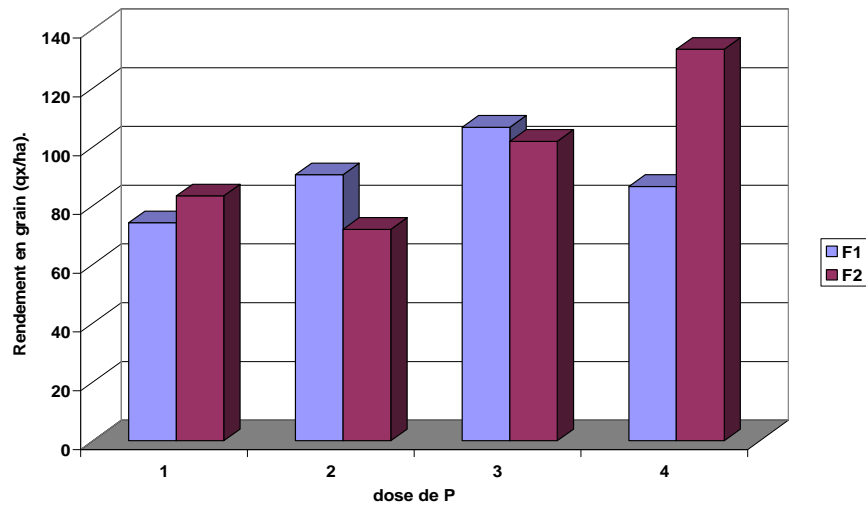


Figure 29. Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (q/ha) (TSP)

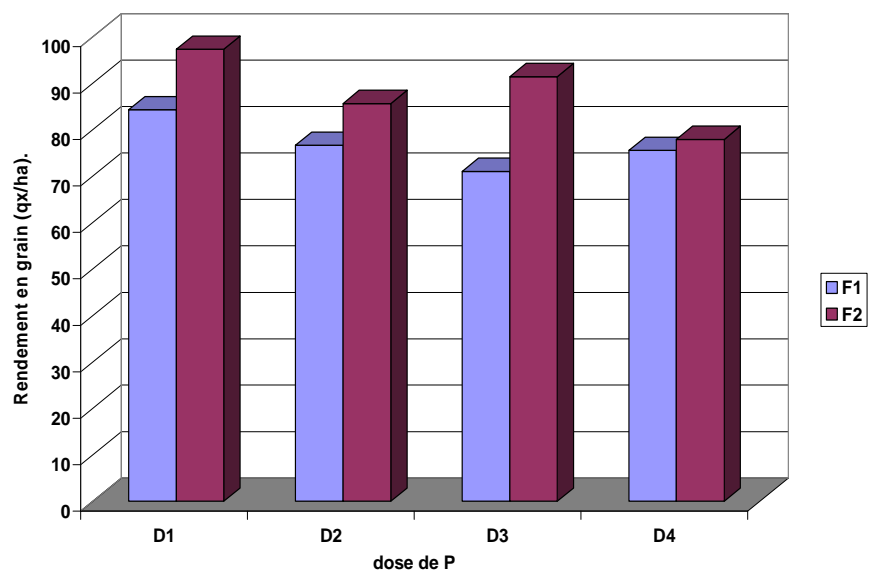


Figure 30. Effet de la fertilisation phosphatée sur le rendement en grain (q/ha) (NPKs).

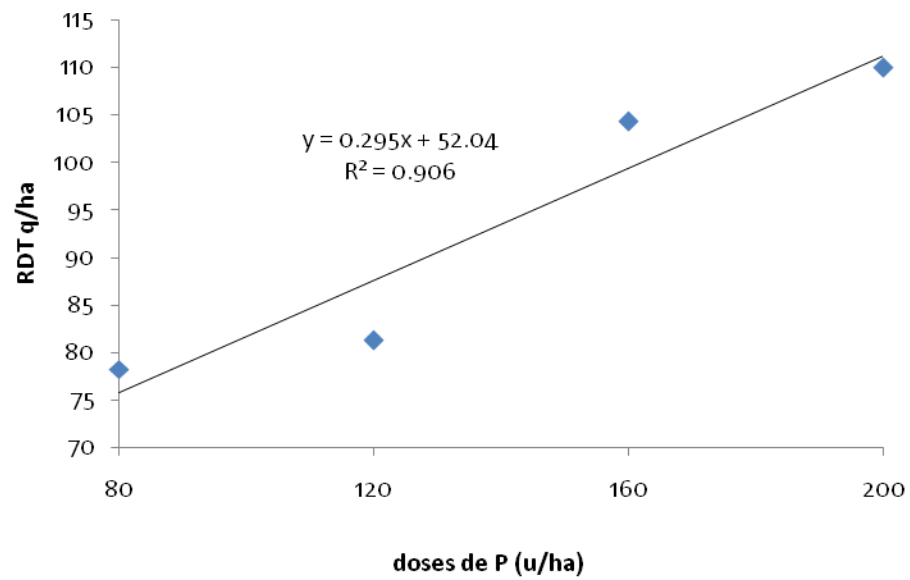


Figure 31. Effet des doses de P sur le rendement grains (TSP)



**II- Effet de la fertilisation phosphatée sur les paramètres de croissance :**

**1. Longueur de l'épi :**

**1.1. Engrais phosphactyl (20%, 22%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (30) et illustrés par la figure (32)

**Tableau 30. Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	5,5	6,4	6	6,8	6,17	Effet D: NS
F2	5,8	6,4	5,9	6	6,02	Effet F: NS
Moyenne	5,6	6,4	5,9	6,4	6,09	

L'analyse de la variance à révèlè une différence non significative entre les différentes doses des engrais phosphatés (Phosphactyl et foliaires) sur la longueur de l'épi avec une moyenne générale de 6,09cm.

La longueur de l'épi passe de 5,6cm obtenue au niveau de la dose D<sub>1</sub>(80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 6,4 obtenue au niveau de la dose D<sub>2</sub>(120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) et D<sub>4</sub>(200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La meilleure valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> avec 6,8cm.

**1.2. Engrais triple super phosphate (46%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (31) et illustrés par la figure (33)

**Tableau 31. Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	6	6.2	6,8	6,5	6,3	Effet D: NS
F2	5,5	5,8	6,6	6,4	6,07	Effet F: HS
Moyenne	5,7	6	6,.7	6,4	6,2	

L'analyse de la variance montre une différence non significative entre les différentes doses de (TPS) sur la longueur de l'épi avec une moyenne générale de 6,22%.

La longueur de l'épi passe de 5,75cm obtenue au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 6,7 obtenue au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Par ailleurs l'effet d l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur la longueur de l'épi est hautement significatif.

La valeur la plus élevée obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>3</sub> avec 6,8cm.

### 1.3. Engrais NPKs (8%,36%,13.5 + 15%)

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (32) et illustrés par la figure (34)

**Tableau 32. Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	5.2	5	6.4	6	5,8	Effet D: NS
F2	6.8	6.6	6.2	5,7	6,3	Effet F: S
Moyenne	6.3	5.8	6.3	5.8	6,05	

L'analyse des résultats montre des différences non significatives des différentes doses de (NPKs) sur la longueur de l'épi avec une moyenne générale de 6,05 cm.

La longueur de l'épi passe de 5,8cm obtenue au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha et D<sub>4</sub> 200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 6,3cm obtenue au niveau de les doses D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) et D<sub>3</sub> (160 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

En ce qui concerne l'effet d l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) sur la longueur de l'épi est significatif, avec une meilleure valeur obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> avec 6,8cm, et la plus faible valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>2</sub> avec 5cm.

La meilleure moyenne générale des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais TSP avec 6,2cm.

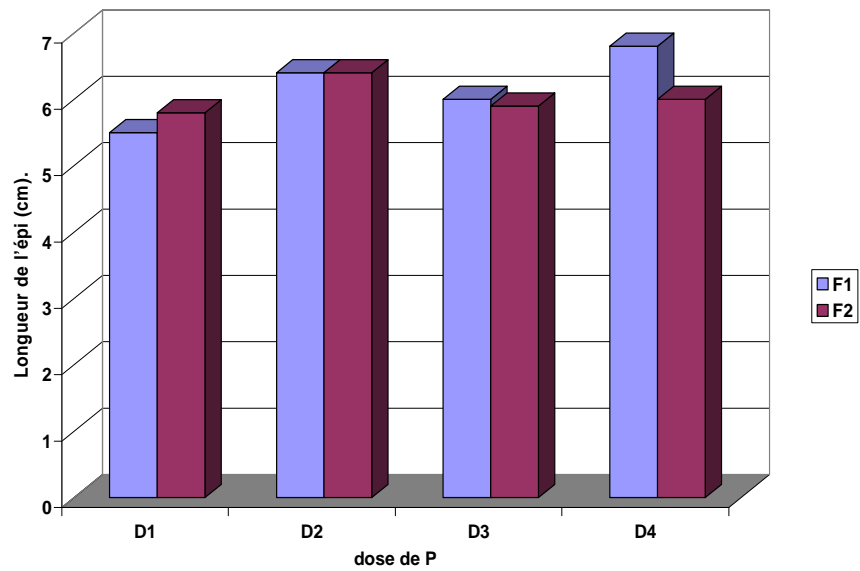


Figure 32. Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (Phosphactyl)

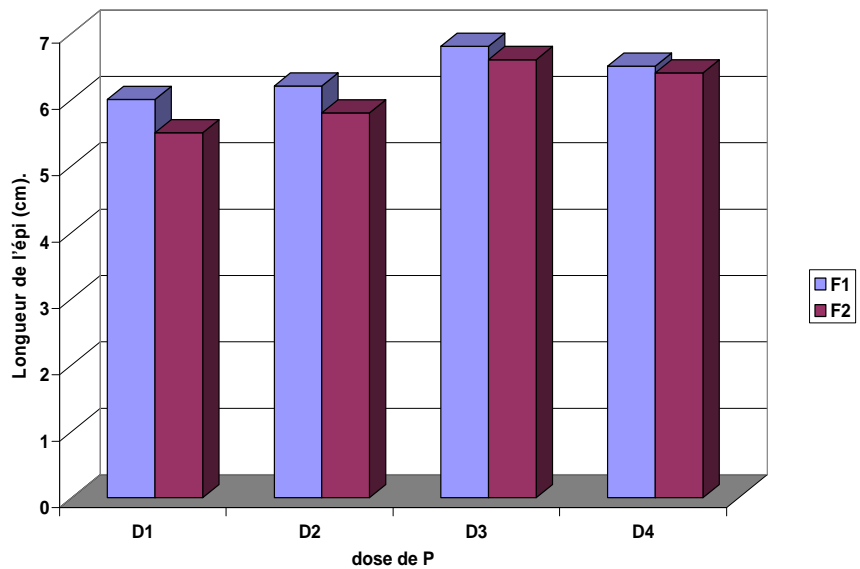


Figure 33. Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (TSP).

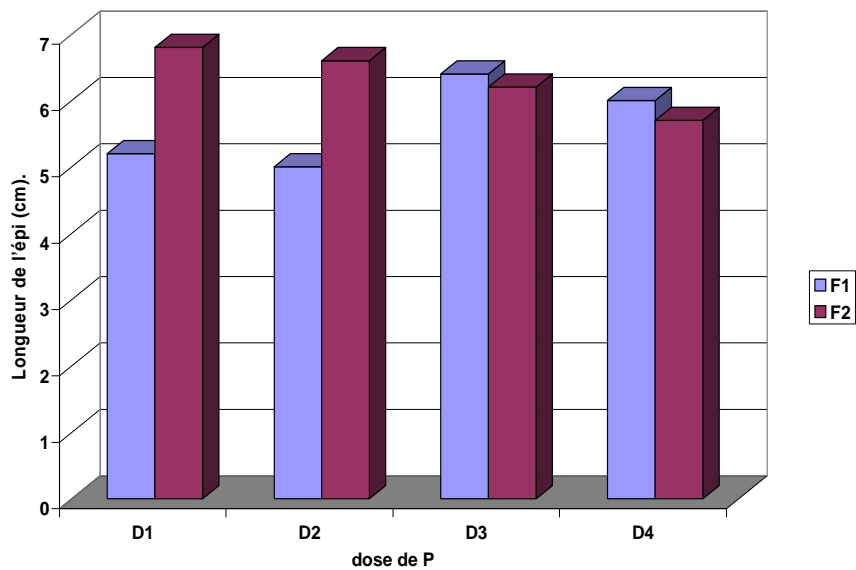


Figure 34. Effet de la fertilisation phosphatée sur la longueur de l'épi (cm) (NPKs)

**2. Hauteur de la tige**

**2.1. Engrais Phosphactyl (20%, 22%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (33) et illustrés par la figure (35)

**Tableau 33. Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (Phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	69	67,6	62,6	69,8	67,2	Effet D: NS
F2	71 ,6	66,2	71,4	72,4	70,4	Effet F: NS
Moyenne	70,3	66,9	67	71,1	68,8	

L'analyse de la variance montre un effet non significatif des engrais phosphatés (Phosphactyl, et foliaires) sur la hauteur de la tige avec une moyenne générale de 68,8cm.

La hauteur de la tige passe de 66,9cm obtenue au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 71,1cm obtenue au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La meilleure valeur est 72,4cm obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>4</sub>.

**2.2. Engrais triple super phosphate (46%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (34) et illustrés par la figure (36)

**Tableau 34. Effet de la fertilisation phosphatée (triple super phosphate) sur la hauteur de la tige (cm).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	68,2	67,6	66,8	69	67,9	Effet D: NS
F2	67	65,4	68,2	69,4	67,5	Effet F: HS
Moyenne	67,6	66,5	67,5	69,2	67,7	

L'analyse de la variance montre des différences non significatives sur la hauteur de la tige des différentes doses de (TPS) avec moyenne générale de 67,7cm.

La hauteur de la tige passe de 66,5cm obtenue au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120 u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 69,2cm obtenue au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) .

Par ailleurs l'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) est hautement significatif sur la hauteur de la tige.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> avec 69,4cm.

### 2.3. Engrais NPKs (8%,36%,13.5 + 15%)

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (35) et illustrés par la figure (37)

**Tableau 35. Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	67,8	66,4	70,2	66,6	67,7	Effet D: NS
F2	67,8	81,8	71,8	67,4	72,2	Effet F: NS
Moyenne	67,8	74,1	71	67	69,95	

L'analyse de variance montre une différence non significative des engrais phosphatés (NPKs et foliaires) sur la hauteur de la tige avec une moyenne générale de 69,95cm.

La hauteur de la tige passe de 67cm obtenue au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 74,1cm obtenue au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>2</sub> avec 81,8 cm, par contre la plus faible valeur est obtenue au niveau la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>2</sub> avec 66,4cm.

La croissance des tiges en hauteur fait ressortir également une différence relativement importante de celle – ci entre les périodes définies, en effet au niveau de la deuxième période (mars- mai), la croissance est maximale en comparaison aux deux autres périodes (première et troisième période) (**REGUEG et al, 2001**)

**LAMBERT et TOUSSAINT (1977)** l'effet de l'apport du phosphore est hautement significatif sur la croissance du blé (variété Waha), ce ci s'explique par le rôle que joue le phosphore par sa participation au métabolisme des constituants fondamentaux de la cellule.

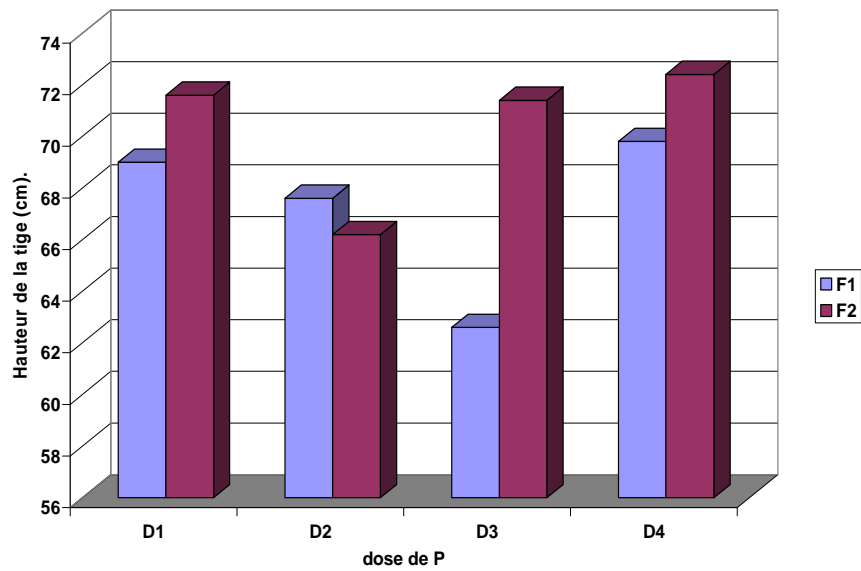


Figure 35. Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (Phosphactyl)

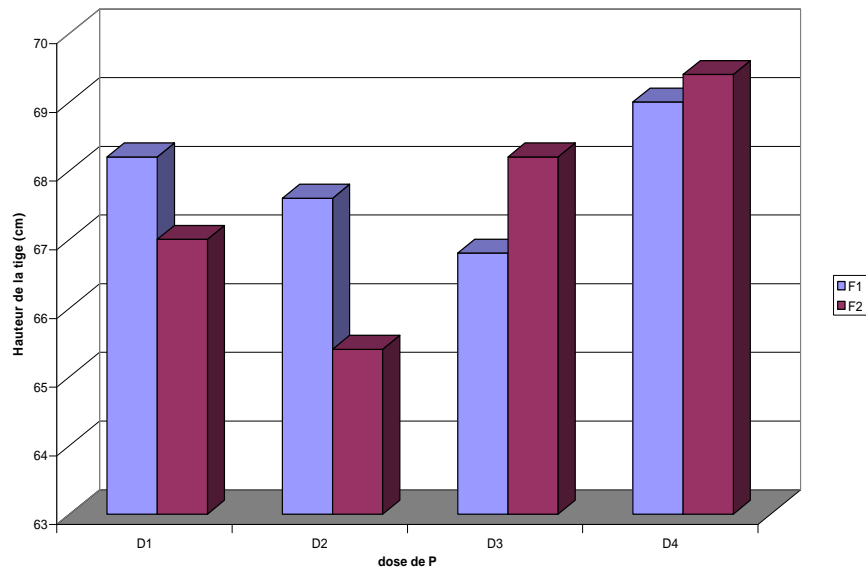


Figure 36. Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (TSP)

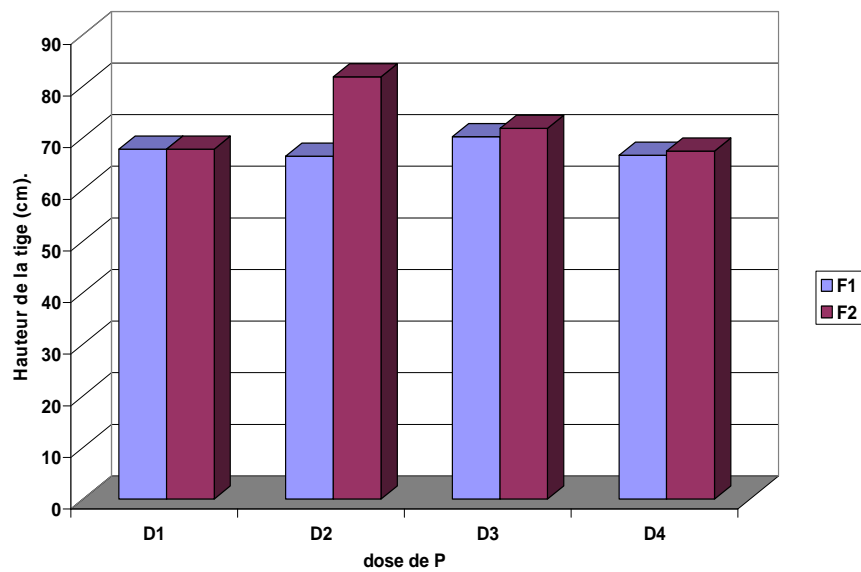


Figure 37. Effet de la fertilisation phosphatée sur la hauteur de la tige (cm) (NPKs)



### 3. Matière sèche

La production de la matière sèche du blé est influencée par un certain nombre de facteurs dont les conditions climatiques, la fertilisation, potentielle du sol, la densité de peuplement (doses de semis) et la variété.

Pour une bonne production il est nécessaire de fournir au sol des éléments fertilisants essentiellement l'azote, le potassium et le phosphore au fur et à mesure des besoins et en particulier dates d'intervention.

Dans cet essai nous avons déterminé le taux de matière sèche produit aux différents stades de développement (2 nœuds – floraison et maturation).

#### 3.1. Stade deux nœuds

##### 3.1.1. Engrais Phosphactyl (20% - 22%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (36) et illustrés par la figure (38).

**Tableau 36. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche(%) (Phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	82,4	83,2	82,3	82	82,4	Effet D: NS
F2	81,9	67,1	86,7	80,5	79,06	Effet F: NS
Moyenne	82,1	75,1	84,5	81,2	80,7	

L'analyse de la variance montre des effets non significatifs des engrais phosphatés (phosphoctyl et foliaires) sur le taux de matière sèche avec une moyenne générale de 80.7%.

Le taux de matière sèche passe de 75.1% obtenu au niveau de la doses D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 84.5% obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Le taux de matière sèche est très élevé obtenu au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> avec 86,7%.

### 3.1.2. Engrais triple super phosphate (46%)

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (37) et illustrés par la figure (39)

**Tableau 37. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	79,82	82,08	82,36	82,44	81,68	Effet D: NS
F2	81	80,78	82,98	82,86	81,91	Effet F: HS
Moyenne	80,11	81,43	82,67	82,65	81,79	

L'examen des résultats d'analyse de la variance montre des différences non significatives entre les différentes doses de (TPS) sur le taux de matière sèche. La moyenne générale est de 81,79%.

Le taux de matière sèche passe de 80,41% obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 82,67% obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Par ailleurs l'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) est hautement significative avec une valeur élevée obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> avec 82,98%.

### 3.1.3. Engrais NPKs (8%, 36%, 13.5 +15%)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (38) et illustrés par la figure (40)

**Tableau 38. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	80,2	80,2	81,7	83,2	81,3	Effet D: NS
F2	79,5	79,1	76,6	83,5	79,6	Effet F: NS
Moyenne	59,8	79,7	79,1	83,3	80,45	

D'après le tableau (36), on observe une différence non significative des doses de NPKs et des engrais foliaires sur le taux de matière sèche avec une moyenne générale de 80,45%.

Le taux de matière sèche passe de 59,8% obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 83,3% obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La meilleure valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> avec 83,5%.

La moyenne générale la plus élevée des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais TSP avec 81,79%.

D'après **LOUE (1982)** la présence des éléments fertilisants dans la solution du sol en quantité suffisante permet aux plantes de synthétiser les composés organiques qui simulent la croissance de la partie aérienne. Les doses de phosphore agissent sur la composante du rendement par augmentation ou diminution du nombre de talles par conséquent sur le poids de la matière sèche produite (**GERVY, 1970**).

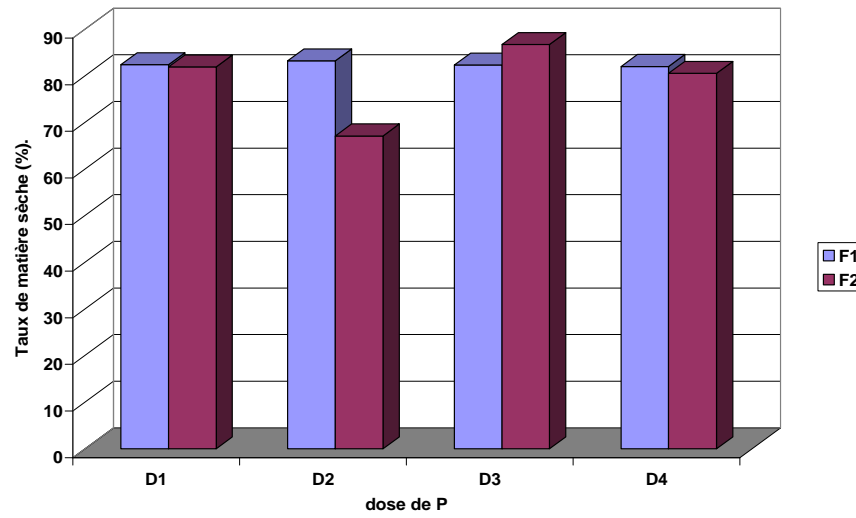


Figure 38. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche au stade deux nœuds (Phosphactyl).

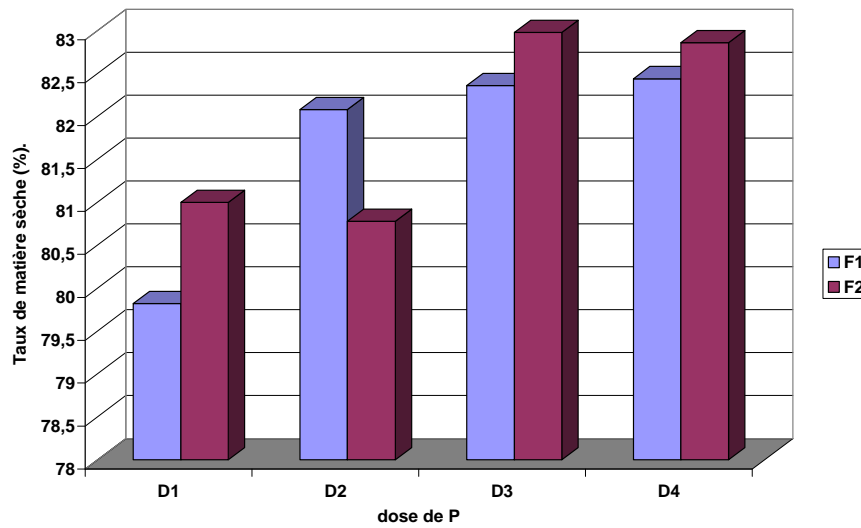


Figure 39. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche au stade deux nœuds (TSP).

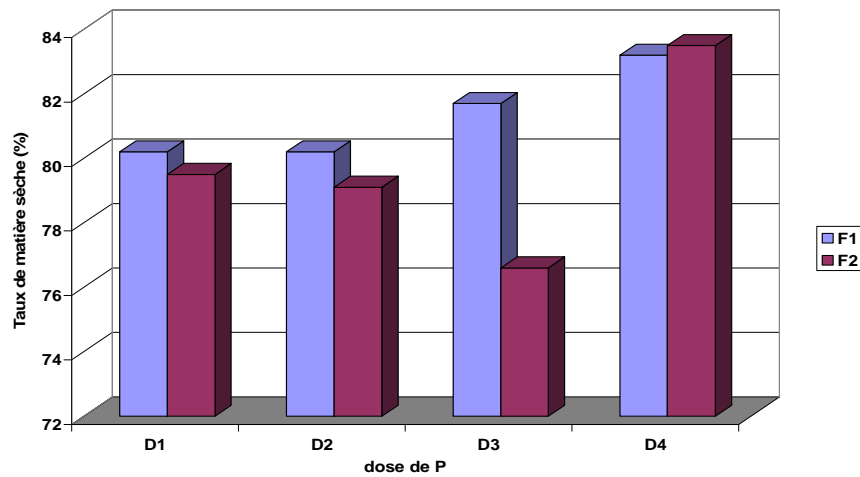


Figure 40. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%)(NPKs).

**4. Au stade floraison**

**4.1. Engrais Phosphactyl (20%, 22%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (39) et illustrés par la figure (41)

**Tableau 39. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche(%) (Phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	49,9	50,1	51,1	66,8	54,4	Effet D: NS
F2	63,1	67,1	71,9	71,9	68,5	Effet F: HS
Moyenne	56,5	58,6	61,5	69,3	61,4	

L'analyse de la variance montre des différences non significative des différentes doses de Phosphactyl avec une moyenne générale 61,4%.

Le taux de matière sèche passe de 56,5% obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 69,3% obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Par ailleurs, l'effet de l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) est hautement significatif avec une valeur élevée de 71,9% obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> et F<sub>2</sub> D<sub>4</sub>.

**4.2. Engrais triple super phosphate (46%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (40) et illustrés par la figure (42)

Les résultats de l'analyse de la variance montre que les engrais phosphatés (TSP et foliaires) ont influencé négativement le taux de matière sèche avec une moyenne générale de 58,2%.

**Tableau 40. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (Triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	61,6	59,5	61,7	63,4	61,5	Effet D: NS
F2	56,8	56,3	51,4	55,4	54,9	Effet F: NS
Moyenne	59,2	57,9	56,5	59,4	58,2	

Le taux de matière sèche passe de 56,5% obtenu au niveau de la dose D<sub>3</sub> (160u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 59,4% obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> avec 63,4 %

#### 4.3. Engrais NPKs (8%,36%,13.5 + 15%)

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (41) et illustrés par la figure (43)

**Tableau 41: Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	44,3	55,3	54,1	58,6	53,1	Effet D: NS
F2	52,2	44,7	50,7	57,6	51,36	Effet F: S
Moyenne	48,3	50	52,4	58,2	52,23	

L'analyse de la variance montre des différences non significatives entre les différentes doses de (NPKs) sur le taux de matière sèche avec une moyenne générale de 52,23%.

Le taux de matière sèche passe de 48,3% obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 58,2% obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Par contre l'effet d l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) est significative sur le taux de la matière sèche.

La valeur la plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> avec 58,6%.

La moyenne générale la plus élevée des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais Phosphactyl avec 61.4%.

L'augmentation de poids de la matière sèche évolue du stade gonflement au stade floraison où la croissance de la plante est maximum. **MEKLICHE (1983)** considère que la plante forme  $\frac{3}{4}$  de la matière sèche entre le tallage et la floraison.

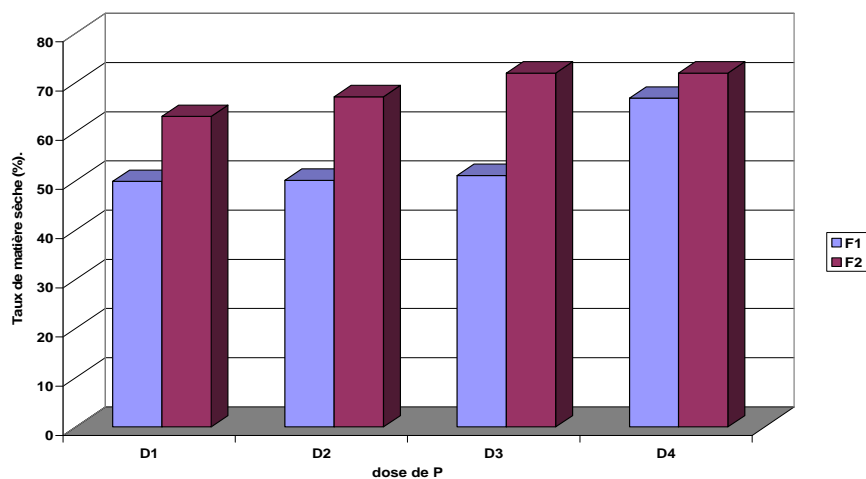


Figure 41. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche au stade floraison (Phosphactyl)

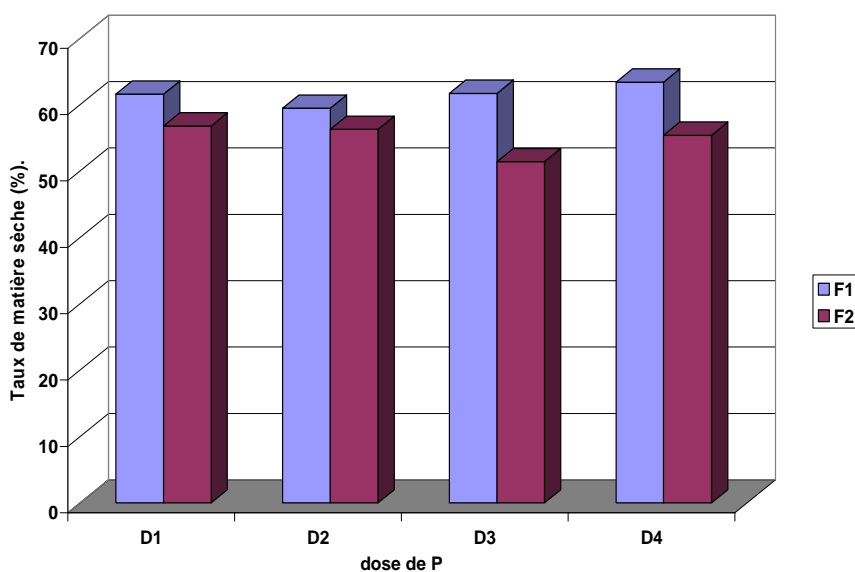


Figure 42. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche au stade floraison (TSP)

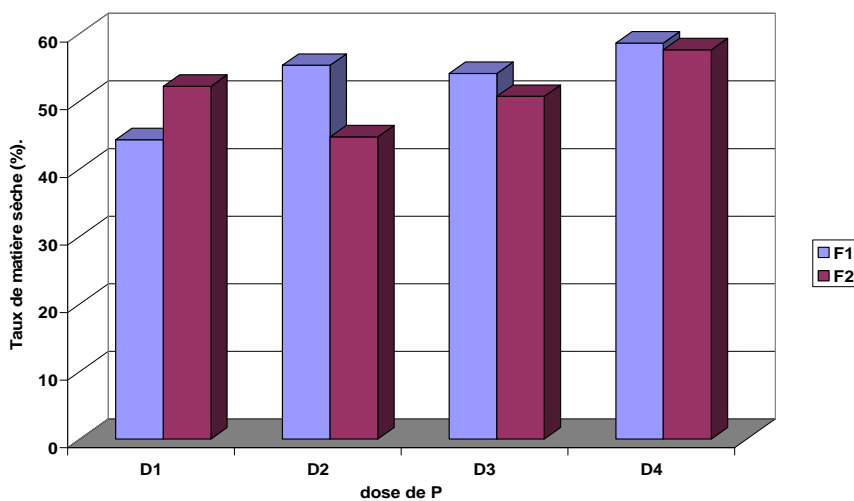


Figure 43. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche au stade floraison (NPKs)



**5.3. Au stade maturité.**

**5.3.1. Engrais Phosphactyl (20%, 22%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (42) et illustrés par les figures (44)

**Tableau42. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche(%) (Phosphactyl).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	45,7	51,3	58,1	66,9	55,5	Effet D: NS
F2	52,6	46,4	62,2	66,9	57	Effet F: S
Moyenne	49,1	48,8	60,1	66,9	56,2	

Les résultats du tableau (40) montrent des différences non significatives entre les différentes doses de (Phosphactyl) sur le taux de matière sèche avec une moyenne générale de 56,2%.

Le taux de matière sèche passe de 48,8% obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 66,9% obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

En ce qui concerne l'effet d l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) est significative sur le taux de la matière sèche.

La valeur le plus élevée est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub> et F<sub>2</sub> D<sub>4</sub> avec 66,9%.

**5. 3.2. Engrais triple super phosphate (46%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (43) et illustrés par la figure (45)

**Tableau 43. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (triple super phosphate).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	50,3	56,6	58,4	68	58,2	Effet D: NS
F2	52,3	54,5	45	47,2	49,7	Effet F: HS
Moyenne	51,3	55,5	51,7	57,6	54,01	

L'analyse de la variance montre des différences non significative entre les différentes doses de (TPS) sur le taux de matière sèche avec une moyenne générale de 54,01%.

Le taux de matière sèche passe de 51,3% obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 57,6% obtenu au niveau de la dose D<sub>4</sub> (200u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

Par contre l'effet d l'engrais foliaire (Leader start et Agriphos) est hautement significative avec une valeur élevée de 68 % obtenu au niveau de la combinaison F<sub>1</sub> D<sub>4</sub>.

**5-3-3 Engrais NPKs (8%,36%,13.5 + 15%)**

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (44) et illustrés par la figure (46)

**Tableau 44. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche (%) (NPKs).**

<b>D</b> <b>F</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Signification statistique</b>
F1	58	58,4	54,12	57,9	56,9	Effet D: NS
F2	58,08	50,7	59,6	56	56,09	Effet F: NS
Moyenne	58,04	54,3	56,8	56,7	56,4	

L'analyse de la variance montre des différences non significative des engrais phosphatés (NPKs et de l'engrais foliaire) sur le taux de matière sèche avec une moyenne générale de 56,4%.

Le taux de matière sèche passe de 54,5% obtenu au niveau de la dose D<sub>2</sub> (120u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) à 58,04% obtenu au niveau de la dose D<sub>1</sub> (80u P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha).

La meilleure valeur est obtenue au niveau de la combinaison F<sub>2</sub> D<sub>3</sub> avec 59,6%.

La moyenne générale la plus élevée des trois essais est obtenue au niveau de l'engrais NPKs avec de 56,4

**PRAT et CLEMENT (1975)** montrent que les éléments fertilisants dont l'azote n'interviennent pas dans l'élaboration de la matière sèche, mais qu'elle est étroitement liée à l'évapotranspiration (si cette dernière est supérieure à 3 mm/jour).

La production de la matière sèche est influencée par la fertilisation minérale. **THELIER-HUCHE et al. (1996)** indique qu'il existe une interaction entre l'azote et le phosphore, des apports importants d'azote ne sont pleinement valorisés que s'il y a apport de phosphore.

La croissance est modérée jusqu'au stade début montaison avec un taux de croissance moyen de l'ordre de 8% puis s'active jusqu'à l'épiaison et atteint une valeur moyenne six fois importante (44%). Cette croissance arrive à son maximum à la floraison avec un taux moyen allant de 95% à 98% puis ralentie jusqu'à maturité (**DEHBI F., 1997**).

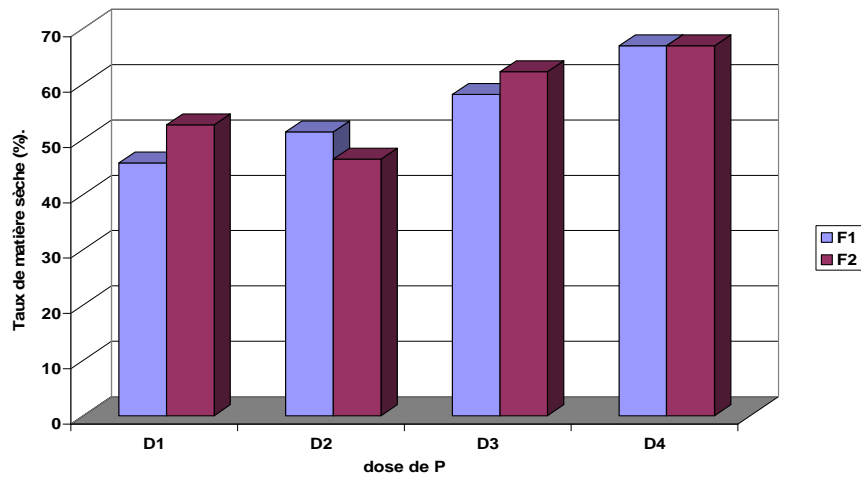


Figure 44. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche à maturité (Phosphactyl)

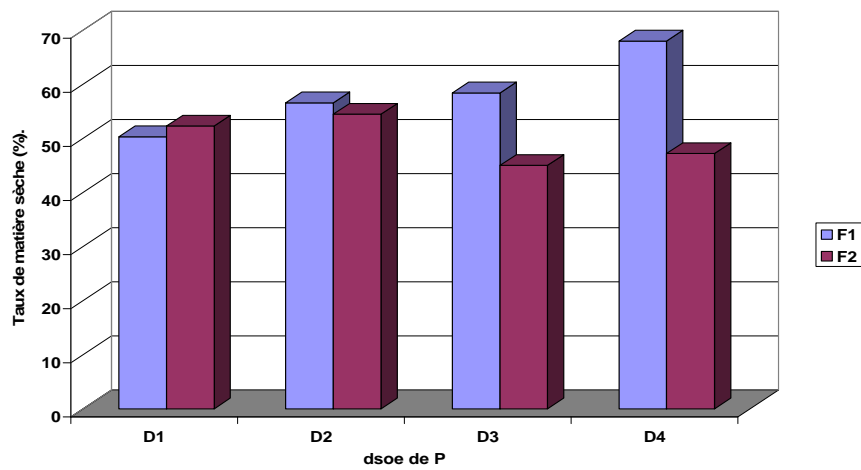


Figure 45. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche à maturité(TSP)

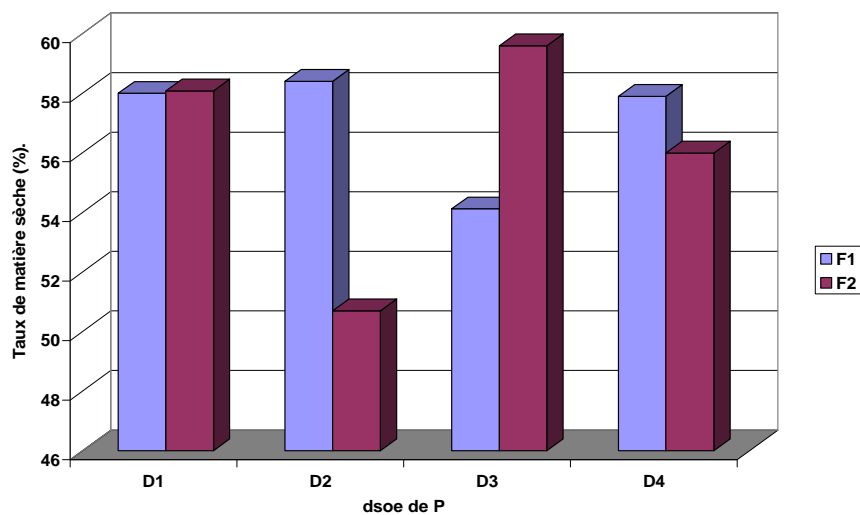


Figure 46. Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de matière sèche à maturité(NPKs)

# Conclusion générale

## **Conclusion générale**

### **Conclusion générale**

L'étude expérimentale réalisée au courant de l'année 2006/2007, nous a permis de déterminer l'influence de la fertilisation phosphatée sur le comportement d'une variété de blé dur (*Triticum durum* var. Simeto) conduite sous pivot en conditions sahariennes dans la région d'El-Goléa à partir des trois types d'engrais phosphatés solides (Phosphactyle (20% - 22%) TSP (46%) et NPKs (8% 36%, 15+13,5%) avec des doses différentes et deux types d'engrais foliaires.

A partir des résultats obtenus durant le cycle de développement du blé nous tirons les conclusions suivantes :

La culture du blé a réagi favorablement par l'augmentation de la production de matière sèche sous l'action de l'engrais phosphaté de type (TSP) au stade deux nœuds avec un taux d'accroissement 12% et phosphactyl au stade maturité avec un taux de 28%, par contre les résultats des analyses statistiques faites sur la production de matière sèche au stade floraison montrent une différence non significative entre les différents types d'engrais solides (TSP, phosphactyl et NPKs).

Par ailleurs on observe un effet hautement significatif de l'engrais foliaire avec le TSP sur la production de la matière sèche au stade deux nœuds avec un taux d'accroissement 1% de F2 par rapport F1, la même influence est obtenue avec Phosphactyl avec un taux d'accroissement 21 % de F2 par rapport F1 et NPKs au stade floraison avec un taux d'accroissement 4% de F1 par rapport F2 respectivement.

La hauteur de la tige est influencée positivement sous l'action de l'engrais foliaire avec le TSP, et le taux d'accroissement obtenu 1% de F1 par rapport F2

L'engrais foliaire a influencé positivement la longueur de l'épi dans le cas du TSP et NPKs avec des taux d'accroissement de (4% de F1 par rapport F2 et 8% de F2 par rapport F1) respectivement.

L'appréciation de l'efficacité des différents types d'engrais phosphatés a été réalisée sur les principales composantes du rendement au cours du cycle végétatif du blé il en ressort:

Le nombre de pieds /m<sup>2</sup> varie de façon hautement significative sous l'action des trois types d'engrais phosphatés solides (phosphactyl, TSP et NPKs) avec des taux d'accroissement (11% de D1 par rapport D2 ,22% de D4 par rapport D3 et 6 % de D2 par rapport D4 ) respectivement, Par contre l'engrais foliaire était sans effet.

Une variation significative du nombre d'épis/m<sup>2</sup> sous l'action de Phosphactyl avec un taux d'accroissement 32% de D4 par rapport D1.

Le nombre de grains /épi a varié significativement sous l'action de Phosphactyl avec un taux d'accroissement de 68%de D4 par rapport D3. Par contre l'effet de l'engrais foliaire est statistiquement non significatif.

Le nombre d'épillets total / épi varie de façon non significative sous l'action de trois types engrais solides et l'engrais foliaire.

Les trois types d'engrais solides (NPKs, TSP et Phosphactyl) et les deux engrais foliaires n'ont pas influencé le nombre d'épillets stériles/épi et le nombre d'épillets fertiles/ épi.

Le poids de 1000 grains augmente à mesure qu'augmentent les doses de phosphore au niveau des trois types d'engrais solides (TSP, Phosphactyl et NPKs), avec des taux de 13%(D4 par rapport à D2), 09% (D3 par rapport à D2) et 04% (D1 par rapport à D4) respectivement.

Le rendement grain varie de façon non significative sous l'action des trois types d'engrais solides (TSP, Phosphactyl et NPKs ) par contre L'engrais foliaire a influencé positivement Le rendement grain dans le cas du TSP avec un taux d'accroissement de 9% de F2 par rapport F1

Pour les différents engrais phosphatés solides, les meilleures combinaisons sont obtenues au niveau du TSP avec F2D4 pour le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, et F1D3 pour le nombre de grains/épi ; pour le Phosphactyle les meilleures combinaisons sont présentées par F1D4 pour le poids de 1000 grains et F2D4 pour le rendement grains.

Pour améliorer la productivité il serait intéressant d'étudier davantage le comportement des engrais phosphatés dans le système sol-plante et mettre en évidence le type d'engrais et la dose optimale pour aboutir à un rendement meilleur.



# Références bibliographiques

## **Références bibliographiques**

A NONYME ; 1985- Méthodes et technique de l'analyse de terres doc. N°34, centre national de la recherche.

**AISSA A D et MHIRI A ; 2001** : Fertilisation phospho-potassique du blé dur en culture intensive en tunisie 5P.

**AIT AMAMRA; 1986** : Model technique de production et crise de la céréaliculture en Algérie, options méditerranéennes pp 85 – 91

**ANDRE L.** : Les oligoéléments en agriculture p 1-2.

**ARVIEU J. C ; 1970** : Réaction des phosphores minéraux en milieu calcaire conséquences sur l'état et la solubilité du phosphore, relation sol plante en milieu carbonate p 231 – 248.

**BAEYENS, J.; 1967** - Nutrition des plantes de culture ou physiologie appliqué aux plantes agricoles Ed. Naiwelaerts louvain, 278p.

**BAHMANI ; 1987-** Monographie agricole P 5

**BALMCHET; 1964** : Energie d'absorption des ions minéraux : phosphore, annales agronomiques n° 11 ; pp : 1-11.

**BATTEN, D; 1992:** A review of phosphorus efficiency in wheat. Plant and soil 146, pp: 163-168.

**BELAID D ; 1987** : Etude de la fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur (Hedba3) en condition de déficit hydrique, Mémoire de magister INA 108P.

**BELAID D. ; 1996** : Aspects de la certificateurs algérienne 87 p.

**BELERAGUEB, 1996** : Monographie agricole pp 1 – 6.

**BENBELKACEM A ; 2001:** Etude de l'adaptation variétale des céréales cultivées en Algérie sous différentes conditions Agro- Ecologique Séminaire national sur la problématique de l'agriculture des zones arides et de la reconversion SIDI BEL ABBES Algérie P 88.

**Blanchet R Bose M et MAERTENS C ; 1978** – Influence de l'état hydrique du sol sur l'alimentation phosphorique des plantes dans le sol phosphore et l'agriculture 72 pp.

**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.

**BUKMAN 1990-** Agriculture et fertilisation. Ed norsk Rydro a. s. 258p.

**CHARLES; 1976-** Diagnostic de la carence phosphorique des sols par symptomatologie végétale annales de l'INA vol VIN 2 pp 119 a1 21.

**COUVREUR F ; 1981-** La culture du blé se raisonne, cultivar, Juin pp : 39-41

- DEHBI F1997** -Détermination du seuil critique du phosphore olsen pour l'estimation des besoins en engrais phosphatés du blé dans les conditions semi arides (sètif) INRA Algérie p76.
- DERAOUI ; 2004-** Effet de la fertilisation phosphatée sur le comportement d'une variété de blé tendre (*Triticum aestivum*. L. var Anza) conduite en conditions sahariennes,Mémoire de magister p 84.
- DIEHL J A ; 1975-** Agriculture générale pp 205-211.
- DUTHIL J. ; 1976-** La fertilisation phosphatée des sols calcaires. An Agro, INA Vol VI n° pp : 75-80.
- DUTHIL ; 1973-** Elément d'écologie et d'agronomie T3 ed J. B. Baill
- DUTIL P ; 1973-** La fertilisation phosphatée des sols calcaires, An Agro, INA, Vol, Vin2°, PP = 78- 80.
- FARDEAU et al (1991)-** Contribution a étude d'utilisation des phosphates naturels dans la fertilisation phosphatée, d'un sol saharien, p11.
- FARDEAU J ; 2002-** Ecole francomaghrébine sur le phosphore et les composés du phosphore.
- FARDEAU J. C ; 1993-**Le devenir du phosphore dans le sol et dans les systèmes sol – plante. Perspectives. Agricoles n° : 181- Juin, pp : 17-22.
- GACHON ; 1969-** La fertilisation phosphatée panorama des recherches récents bon choix, perspective agricoles N°28 Septembre pp 44 – 49.
- GACHON, 1988- Phosphore et potassium dans les relations sol – plante. conséquence sur la fertilisation .de université paris p 117.
- GERVY P; 1970-** Les phosphates et l'agriculture. Edition DUNOD, paris, 298p.
- GILLES ; 1969-** Rôle de la fumure phosphatée dans l'alimentation hivernale du blé, phosphore et Agri n° 52, pp : 19-26.
- GROS A; 1979-** Guide pratique des relations entre alimentation phosphaté des cultures et les valeurs E et L INRA 205- 215.
- HAFS M 1990i-** Influence de la fertilisation phospho- azotée sur la variété de blé dur (Mohamed benbachir) (*Triticum durum*) cultivée dans les conditions des hautes plantes sétifiennes INA 124 p
- HALILAT M. T ; 1993 -** Etude de la fertilisation azotée et potassique sur blé dur (variété Aldura) en zone saharienne (Région de Ouargla) Mémoire de magister INES Batna 130P.

**HAMDOUD; 1992-** Influence des résidus organique (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.

**HAZMOUNE T et BENLARIBI M 2001 :** Impact du semis profond sur l'alimentation en eau du blé dur (*tritium durum* DESF) et réalisation des composantes de rendement en zone semi aride, séminaire national. Sidi bel abbes, ( Algérie). P98.

**HINSINGER ; 2001-** Bioavailability of soil inorganic phosphorus in rhizospheres as affected bay root – induced chemical changes, reviene INRA. U.M.R plant and soil, 237- 173-175  
Institut national de la recherche agronomique d'Algérie (INRA), 1997- Premiers journées scientifiques de l'inraa p 77.

**LAMBERT J et TOUSSAINT ; 1977-** L'effet de la fumure phosphorique sur les rendements et les exportations en phosphore organique des principales espèces herbages, phosphore et agriculture. ISMa 69.72-73

**LAMBERT J. C. DETHAY, J P et TOUSSAINT B ; 1979-** La fertilisation phosphorique et la conduite rationnelle des herbages en région tempérée, phosphore et agriculture N°: 76, septembre pp : 7-16.

**LOUE A ; 1982 -** Le polassuim et les céréales, Dossier K<sub>2</sub>O, Scpa, N° 22, pp 1 – 40.

**LOUE A. ; 1984-** Le potassium et les céréales revue de la potasse. S.9 n° 4 ; pp : 1-18.

**MEKLIICHE A. 1985 -** Contribution à l'établissement de la fertilisation azotée du blé d'hiver dans le haut Chélif, Mémoire de magister INA Alger, 81 p.

**MEKLIICHE A.; 1983 -** Contribution à le établissement de la fertilisation azotée du blé d'hiver dans le haut Chélif. Mémoire de magister. I.N.A Alger, 81 p.

**MEY NARDJ M. et SEBILLOTE M ; 1994 -** L'élaboration du rendement du blé base, pour l'étude des autres céréales à telles. Ed. INRA paris.

**MEZZIANI F.; 2002-** Contribution à la détermination de caractères d'adaptions de blé dur Revue de céréaliculture TIGC p 15.

**Ministère de l'agriculture 2004 ;** L'agriculture dans l'économie nationale pp 14-28.

**Office national de la météorologie de d'El-Goléa 2006,** données climatiques de la région d'El-Goléa

**Organisation de l'agriculture et de l'alimentations (FAO) ; 1980-** Les engrais et leurs application Ed 3<sup>eme</sup> Rome 51p.

**PRATS J et CLEMENT M ; 1971 -** Les céréalicultures Ed 2eme paris 351p.

**PREVOST PH; 1999-** Les bases de l'agriculture. Ed II Paris – France 254p.

**REGUIEG YSSAAD, BELKHOJA M et DEKKICHE B. ; 2001-** Etude de la dynamique des éléments fertilisants (NP) dans les grande types de sols céréaliers la région de tiarat, seminaine national sidi bel Abbes (Algérie) .p126

**RICHARD H. ; 1990-** Productivité de la terre fertilisation et rentabilité 1 vol 335 page flemmerions paris.

**SAVORIN J. ; 1947-** Monographie agricole p 5

SHARMA SN, PANDA KE et DIXIT L A.; 1977- Etude de la réponse du blé aux engrais phosphatés, phosphore et agriculture 71 : 11-17.

**SOINS P ET VAYSSE P ; 1999-** Fertilisation des vergers environnement et qualité Ed. CTIFL pp 47-52.

**THELIER HUCHIE L, BONICHOT R, CONTAT et SALETTE ; 1996 -** Incidence à long terme d'une absence prolongée de fertilisation phosphatée sur prairie permanente. Revue fourrages N° 145 pp : 53-62

**ZEHRI S et BOUHAMIA R; 2005-** Etude comparative de deux types d'engrais phosphatés sur céréales à pailles (orge) dans la région d'Oued Righ (station El- Arfiane) An Agro, p70

**ZENKHRI S.; 1998-** Le développement de l'agriculture saharienne comme alternative aux recouras épuisable, séminaires internationale 102 p .

**ZIANE D. ; 1997-** Effet du mode d'apport de l'engrais phosphaté sur une variété de blé dur, Essai en vases de végétation. INRD algie p64.

# Annexes

**ANNEXE 01:****I. Résultats d'analyse de variance des composantes des rendements****II.1. L'engrais binaire (Phosphactyl)****1. Nombre de pieds/m<sup>2</sup>**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	1657	2.90	4.46	18	217,5	HS
Foliaire (F)	4		2.67	3.97			NS
Erreur	32						

**2- Nombre d'epis/m<sup>2</sup>**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	3.15	2.90	4.46	47	380.4	S
Foliaire (F)	4	1.60	2.67	3.97	26		NS
Erreur	32						

**3- Nombre de grains/m<sup>2</sup>**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	3.6	2.90	4.46	2.65	29.9	S
Foliaire (F)	4	1.06	2.67	3.97	0.13		NS
Erreur	32						

**4- Poids de 1000 grains**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	1.83	2.90	4.46	7.62	67.9	NS
Foliaire (F)	4	0.91	2.67	3.97	15		NS
Erreur	32						

**5- Nombre d'épillets total/épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.68	2.90	4.46	15	13.07	NS
Foliaire (F)	4	1.15	2.67	3.97	9		NS
Erreur	32						

**6- Nombre d'épillets fertiles/ épi:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.61	2.90	4.46	12	85	NS
Foliaire (F)	4	0.57	2.67	3.97	7.4		NS
Erreur	32						

**7- Nombre d'épillets stériles/ épi:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.69	2.90	4.46	77	1.2	NS
Foliaire (F)	4	2.12	2.67	3.97	93		NS
Erreur	32						

**8- Rendement en grains**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2,73	2.90	4.46	17,48	79,1	NS
Foliaire (F)	4	1,39	2.67	3.97	12,22		NS
Erreur	32						



**I-2 TSP (46%)****1- Nombre de pieds/m<sup>2</sup>:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	132.6	2.90	4.46	36	311.7	HS
Foliaire (F)	4		2.67	3.97			NS
Erreur	32						

**2- Nombre d'epis/m<sup>2</sup>:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.46	2.90	4.46	18	370.3	NS
Foliaire (F)	4	193	2.67	3.79	27		HS
Erreur	32						

**3- Nombre de grains/épi:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	3.94	2.90	4.46	3.05	35.2	S
Foliaire (F)	4	2.08	2.67	3.97	0.13		NS
Erreur	32						

**4- poids de 1000 grains**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	1.15	2.90	4.46	0.6	69.4	NS
Foliaire (F)	4	0.52	2.67	3.97	0.2		NS
Erreur	32						

**5- Nombre d'épillets total/épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	3.37	2.90	4.46	13	12.8	S
Foliaire (F)	4	1.35	2.67	3.97	12		NS
Erreur	32						

**6- nombre d'épillets fertiles/épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.86	2.90	4.46	11	11.5	NS
Foliaire (F)	4	2.89	2.67	3.97	12		S
Erreur	32						

**7- Nombre d'épillets stériles /épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.51	2.90	4.46	15	1.3	NS
Foliaire (F)	4	0.91	2.67	3.97	96		NS
Erreur	32						

**8- Rendement en grains:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0,78	2.90	4.46	6,93	93,4	NS
Foliaire (F)	4	4,19	2.67	3.94	12,27		HS
Erreur	32						

**I-3 NPK (8%, 36%, 13.5 + 15%)****1- Nombre de pieds/m<sup>2</sup>:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	776	2.90	4.46	9	307.7	HS
Foliaire (F)	4		2.67	3.97			NS
Erreur	32						

**2- Nombre d'epis/m<sup>2</sup>:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.04	2.90	6.46	7	338.9	NS
Foliaire (F)	4	2.62	2.67	3.97	37		NS
Erreur	32						

**3- Nombre de grains/épi:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.90	2.90	4.46	5	35.02	NS
Foliaire (F)	4	1.10	2.67	3.97	4		NS
Erreur	32						

**4- poids de 1000 grains**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	1.14	2.90	4.46	2	69.7	NS
Foliaire (F)	4	0.52	2.67	3.97	2		NS
Erreur	32						

**5- Nombre d'épillets total/épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.04	2.90	4.46	9	13	NS
Foliaire (F)	4	0.90	2.67	3.97	6		NS
Erreur	32						

**6- nombre d'épillets fertiles/épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.1	2.90	4.46	4	12	NS
Foliaire (F)	4	2.53	2.67	3.97	14		NS
Erreur	32						

**7- Nombre d'épillets stériles /épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.32	2.90	4.46	1.8	1	NS
Foliaire (F)	4	1.48	2.67	3.97	89		NS
Erreur	32						

**8- Rendement en grains:**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	1,84	2.90	4.46	11,12	78,4	NS
Foliaire (F)	4	0,73	2.67	3.97	8,2		NS
Erreur	32						

**ANNEXE 02:****II- Résultats d'analyse de variance sur quelque****Caractères morphologiques:****II-1 l'engrais binaire (phospactyle)****1- Matière sèche au stade deux noeuds**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	1.24	2.90	4.46	34	80.7	NS
Foliaire (F)	4	1.26	2.67	3.97	9		NS
Erreur	32						

**2 Matière sèche au stade floraison**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.84	2.90	4.46	28	58.2	NS
Foliaire (F)	4	9.84	2.67	3.97	31		HS
Erreur	32						

**3 Matière sèche au stade maturité**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	14.3	2.90	4.46	8	54.01	HS
Foliaire (F)	4	3.90	2.67	3.97	7		S
Erreur	32						

**4 Longueur de l'épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.23	2.90	4.46	0.26	6.09	NS
Foliaire (F)	4	1.22	2.67	3.97	11		NS
Erreur	32						

## 5- Hauteur de la tige

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.70	2.90	4.46	11	68.8	NS
Foliaire (F)	4	1.49	2.67	3.97	6		NS
Erreur	32						

## II-2- TSP (46%):

### 1- Matière sèche au stade deux noeuds

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	5.19	2.90	4.46	5	58.2	HS
Foliaire (F)	4	0.28	2.67	3.97	2.5		NS
Erreur	32						

### 2- Matière sèche au stade floraison

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.14	2.90	4.46	6	61.4	NS
Foliaire (F)	4	4.52	2.67	3.97	18		HS
Erreur	32						

### 3- Matière sèche au stade maturité

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.24	2.90	4.46	67	56.2	NS
Foliaire (F)	4	7.38	2.67	3.97	31		HS
Erreur	32						

**4- Longueur de l'épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	4.86	2.90	4.46	0.24	6.2	HS
Foliaire (F)	4	1.15	2.67	3.97	9		NS
Erreur	32						

**5- Hauteur de la tige**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.37	2.90	4.46	5	67.7	NS
Foliaire (F)	4	0.37	2.67	3.97	2		NS
Erreur	32						

**II-3- NPK ( 8%, 36%, 13,5 + 15%)****1- Matière sèche au stade deux noeuds**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.35	2.90	4.46	5	80.4	NS
Foliaire (F)	4	4.51	2.67	3.97	9		NS
Erreur	32						

**2- Matière sèche au stade floraison**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	1.38	2.90	4.46	27	52.23	NS
Foliaire (F)	4	3.49	2.67	3.97	23		S
Erreur	32						

**3- Matière sèche au stade maturité**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	2.05	2.90	46	10	56.4	NS
Foliaire (F)	4	0.27	2.67	3.97	7		NS
Erreur	32						

**4- Longueur de l'épi**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	0.25	2.90	4.46	11	6.05	NS
Foliaire (F)	4	3.9	2.67	3.97	22		S
Erreur	32						

**5- Hauteur de la tige**

Variable	DDL	testé F	F théorique (%)		cv (%)	moyenne	sig
			5	1			
Doses (D)	3	16.8	2.90	4.46	6	69.9	HS
Foliaire (F)	4	0.05	2.67	3.97	1		NS
Erreur	32						