

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE KASDI-MERBAH
OUARGLA



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE, DE LA VIE,

DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieurs en biologie

Option : BIOCHIMIE

THEME

**L'effet De La Fertilisation Phosphatée Sur Les
Caractéristiques Biochimiques Du Blé Dur
(*triticium durum var. Simeto*) Dans La Région
Saharienne EL-GOLEA**

Présenté par :

➤ **GHOUNI Chaia**

➤ **HAFIDI Radia**

Dirigé par :

Promoteur M^{elle}. KHLIL RAHMA. M.A.B Univ. Ouargla

Co-Promoteur M^{me}. BOUKHALFA NAIMA . M.A.A Univ. Ouargla

Année universitaire : 2008-2009

Sommaire

Introduction	01
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Ecologie du blé	
I-1-Biologie du blé	05
I-1-1-Caractères morphologiques	05
I-1-2- Cycle de développement de la culture	07
I-1-2-1-Période végétative	07
I-1-2-2-Période reproductrice	09
I-1-2-3-Période de maturité	09
I-1-3- Les exigences agronomiques du blé :	10
I-1-3-1- Exigences d'une bonne pratique avant la récolte	10
I-3-2 La fumure du blé	11
I-2- Le blé dur	12
I-2-1- Le grain	13
I-2-2- Caractéristiques biochimique de blé dur	15
I-2-3- Qualité de blé dur	19
CHAPITRE II LE PHOSPHORE	
II-1 – Le phosphore dans le monde vivante	22
II-2 –Le phosphore dans la plante	24
II-3 – Importance et rôle du phosphore	25
II-4 - Conséquence d'une carence en phosphore	27
II-5 – Besoins en phosphore	28
II-6 – Les interaction des éléments nutritifs et le phosphore	29
PREMIERE PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE	
CHAPITRE I MATERIELLE D'ETUDE	
I-1- Matérielle d'étude	34
I-1-1- Matérielle végétal	34
I-1-2 -engrais utilisé	34
I-1-3- doses d'engrais testées	34
I-1- 4- dispositif expérimental	34
I-1-5-présentation de la région d'étude	34
I-2- Méthodes analytiques	35
I-2- 1- analyse physiques	35
I-2- 1-1- dosage de la matière sèche	35
I-2- 1-2-détermination des cendres	35
I-2- 2- analyse chimiques	36
I-2-2-1 - dosage de potassium	36
I-2- 2 -2 -Dosage de l'azote	37
I-2- 3- Analyse technologiques	38
I-2- 3-1 -teneur en gluten	38
I-2- 3-2- coefficient d'hydratation du gluten	39
CHAPITRE II RESULTAT ET DISCUSSION	
II-1- Analyse physiques	41
II-1-1- taux de la matière sèche	41

II-1-2- Détermination des cendres	41
II-2- Analyse chimiques	43
II-2- 1- teneur en potassium de grains	43
II-2-2- teneur en azote des grains	45
II-2-3- teneur en protéines des grains	47
II-3- Analyse technologie	48
II-3- 1- teneur en gluten	48
II-3- 2- capacité d'hydratation	50
Conclusion générale	53
Références bibliographiques	55
Annexes	59

liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	les exportations moyennes d'éléments fertilisants par le blé	11
Tableau 02	Les parties principales du grain de blé (% du poids sec)	14
Tableau 03	fractions protéiques des céréales (% des protéines de l'Albumen)	16
Tableau 04	Composition des protéines du blé (Résidus pour cent Résidus)	16
Tableau 05	Correspondances entre Les anciennes et nouvelles appellations des protéines de reserve du blé.	18
Tableau 06	effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de la matière sèche des grain	25
Tableau 07	effet de la fertilisation phosphatée sur le teneur en cendres des grains	41
Tableau 08	effet de la fertilisation phosphatée sur la teneur en	43
Tableau 09	potassium des grains	43
Tableau 10	effet de la fertilisation phosphatée sur le teneur en azote des grains	45
Tableau 11	effet de la fertilisation phosphatée sur le teneur en protéines des grains(MS%)	47
Tableau 12	effet de la fertilisation phosphatée sur la teneur en gluten des grains(MS%)	48
Tableau 13	effet de la fertilisation phosphatée sur la capacité d'hydratation des grains de blé (MS%)	50

Liste de photos

N°	Titre	page
Photo 01	L'épis de blé	06
Photo 02	Grain de blé	06

Liste des annexe

Titre	Page
Annexe 1	59
Annexe 2	60
Annexe 3	62

Dédicaces

Je dédie ce travail en signe de reconnaissance et de profonde gratitude :

A mon père , au près du quel j'ai trouvé un encouragement continus toute ma vie

A ma mère pour sa patience et son soutien moral .

A mes chères frères : FACHED , AHMED .

A la famille .

A tous mes chères amis :

Sabrina , Sabah , Salha , Amel , Yamina , Nosaiba , Rahima , Karima , Raouia Et En Fin A Ma Collègue Et Binôme Chaia

RADIA



Dédicaces

Je dédie ce travail en signe de reconnaissance et de profonde gratitude :

A la mémoire de mon père qui le dieu garde .

A ma mère la plus merveille des mamans celle qui , par patience et son amour et sa tendresse , a fait de moi qui je suis .

A grande ma mère qui dieu le garde .

A mes chère frères et sœurs: Fatima , Rabia, Mostafa , Elatra, Nadia, Aziza, Salika, Anoir , Abd Elah, Hamza, Mohamed Bachir, Mohamed Nadir Et Abd El Motaleb (Dodo) .

a mes plus cheres amis :

Iman , Afaf , Semia , Najia, Fatima, Zahra , Djamila .G, Djamila .K. Hayet, Et Warda , Saïda , Et Ma Colleeue Et Binome Radia

CHAA

Remerciements

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

Nous remercions tout particulièrement notre promoteur M^{me} DERAOUI .N maitre assistante à l'université de Ouargla pour ses orientations et ses conseils .

A' M^{elle} KHLILE .R. maitre assistante à l'université de Ouargla pour ces aides et ces conseils.

A tout le personnel du laboratoire du département de biologie : Mr. EL-AICHE B. ,M^{me} IDER S. , M^{elle} GHERAIRI Y. et aussi Mr SEGAI MOUNIR d'avoir accepté de nous aider a réaliser notre calculs statistiques .

A M^{me} SIBOUKER.O maitre assistance charge de cours a la faculté des sciences et sciences de l'ingénieur de l'université de Ouargla pour ces conseil .

Par la même occasion , nous ne manquerions pas de remercier infiniment tout ceux qui nous ont aides nos recherches .

CHAIJA et RADIA

Chapitre I

Ecologie de blé

Chapitre II

Le phosphore

Chapitre I

Matériel et méthodes

Chapitre II

Résultats et discussions

Références bibliographiques

Annexes

Introduction générale

Partie Pratique

Partie bibliographie

Conclusion générale

Introduction

A l'heure actuelle la sécurité alimentaire demeure une préoccupation majeure 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*)

La productivité des variétés de blé n'a cessé de s'améliorer depuis 50 ans .

Dans l'augmentation considérable des rendements passant de 15 à plus de 50 qx /ha (quintaux/hectare) en moyenne . on estime que le tiers est dû au progrès génétique et les deux tiers à celui des techniques culturales (*SOLTNER, 1985*).

La céréaliculture algérienne occupe une superficie voisine de 3 000 000 hectares dont environ la moitié est réservée au blé dur , le rendement moyen demeure faible et irrégulier ne dépasse pas 10 quintaux /hectare (*MEZIANI, 2002*)

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

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 davantage (*FAO, 1980*) .

En matière d'organisation agricole et alimentaire actuellement , l'agriculture algérienne s'oriente vers une intensification de la production , pour ce faire les facteurs d'intensification , les engrais

minéraux occupent une place primordiale dont le phosphore constitue un moyen très efficace pour accroître les rendements des cultures en augmentant la grosseur du grain, la rigidité de la paille et rentabilise au maximum la fumure azotée (*BOUKHAFI, 2004*).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude sur l'influence du phosphore sur les caractéristiques biochimiques du blé dur dans les conditions sahariennes. Notre travail comportera donc 4 parties :

- la première partie sera consacrée à l'étude biographique qui comprend : l'écologie du blé, la qualité du blé phosphore dans la plante et dans le monde vivant .

- la seconde présentera le matériel et les méthodes utilisées .

- la troisième sera réservée aux interprétations et discussions des principaux résultats obtenus .

Et enfin, la quatrième partie qui sera réservée à une conclusion générale .

I-1-Biologie du blé

Le blé est une plante herbacée, monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des graminées. Deux espèces dominent aujourd'hui la production, ce sont le blé tendre et blé dur. Plusieurs autres espèces existent, toutefois elles ne sont cultivées qu'en faibles quantités. Le blé est une plante qui s'adapte à des climats variés.

Les principaux caractères des espèces de blé que l'homme a cherché à sélectionner sont: La robustesse de l'axe de l'épi qui ne doit pas se casser lors de la récolte la séparation facile des enveloppes du grain, la grande taille des grains (*MUAME et DULAC, 1936*).

I-1-1-Caractères morphologiques

Les blés sont des plantes herbacées annuelles, monocotylédones, à feuilles alternes. La plante mesure en moyenne 1.20m et est formée d'une tige portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis.

Les fleurs sont nombreuses, petites et peu visibles. Elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes.

Les tiges sont des chaumes, cylindriques, souvent creux. Ils se présentent comme des tubes cannelés. Elles sont interrompues par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille, qui d'abord engaine la tige puis s'allonge en un limbe étroit à nervures parallèles

L'épi de blé est formé de deux rangées d'épillets situés de part et d'autre de l'axe (**photo 1**).

Un épillet regroupe trois fleurs à l'intérieur de deux glumes. Chaque fleur est dépourvue de pétales, et est entourée de deux glumelles. Elle contient trois étamines, un ovaire surmonté de deux styles plumeux. au cours de la fécondation, les anthères sortent des fleurs. Les grains de pollen sont relâchés, et s'attachent au stigma où peut se produire la fécondation. Après fécondation, l'ovaire donnera le grain de blé. Le grain est à la fois le fruit et la graine (**photo2**).

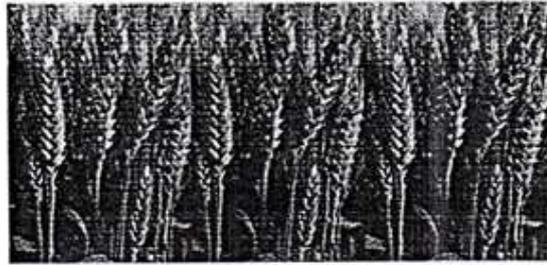


Photo 01 : l'épi de blé



Photo 02 : grains de blé

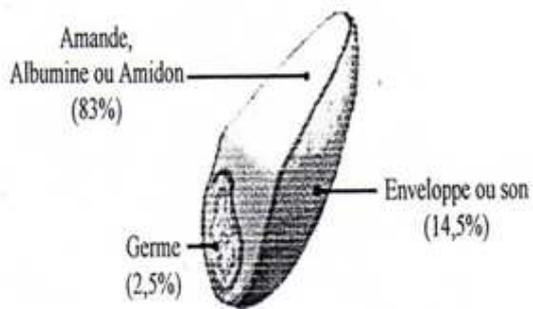
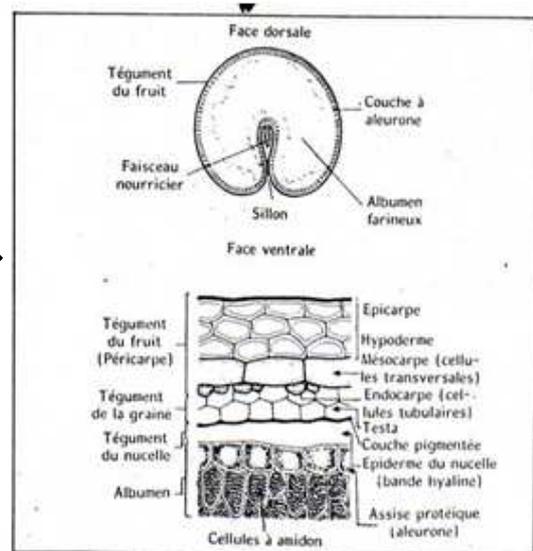


FIGURE 4: Coupe d'un grain de blé. SOURCE . net



La graine est entourée d'une matière végétale qui la protège des influences extérieures. L'amande contient 65 à 70% d'amidon ainsi qu'une substance protéique (le gluten ou colle végétale) dispersée parmi les grains d'amidon (Figure 1).

Le germe est la partie essentielle du fruit permettant la reproduction de la plante : il se développe et devient à son tour un jeune plant.

I-1-2- Cycle de développement de la culture

Le cycle de développement du blé est jalonné par une série de transformations qui concernent la tige et l'épi. Les échelles de notations des différents stades du développement du blé ont été décrits par de nombreux auteurs telle que *MUAME et DULAC (1936)*, *MARTIN (1984)*.

Cependant, on distingue trois périodes essentielles :

I-1-2-1-Période végétative

Avant le semis, le sol doit d'abord être aéré, labouré, et désherbé. L'agriculteur doit épandre de l'engrais de fond pour l'enrichir et le préparer à recevoir les semences.

Il existe en gros 3 types de préparation de sol avant le semis :

a)-Lors du labour, la terre est profondément retournée par un premier outil, puis émietée par un second. Cette technique à déstructurer les sols, à parfois les tasser et créer ce qu'on appelle une croûte de battance.

b)-La technique du faux semis consiste à faire lever les adventices durant l'intercultur (août par exemple) puis à les détruire, ensuite, avec le passage d'un déchaumeur.

c)-Dans le cas du semis direct, un seul outil assure la création de la rainure de semis, le dépôt puis le recouvrement de la graine. Cette technique est de plus utilisée car est plus (en plus utilisée) respectueuse de la structure et de la vie du sol, elle limite par exemple les phénomènes d'érosion des sols.

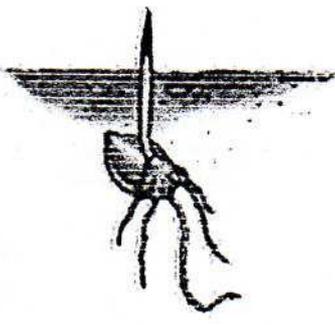
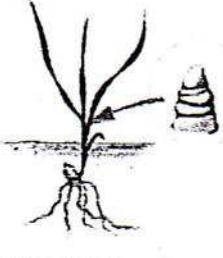
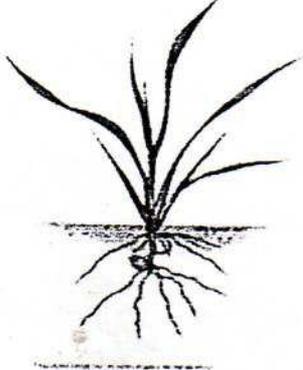
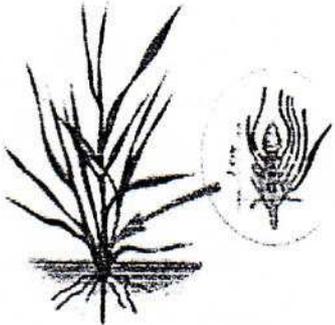
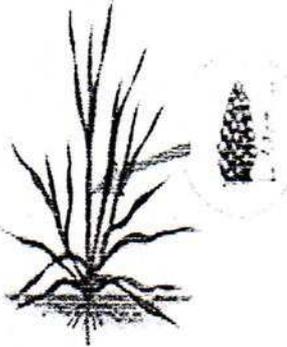
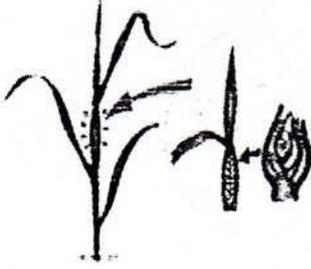
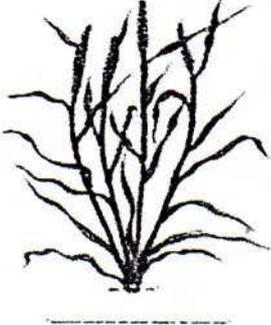
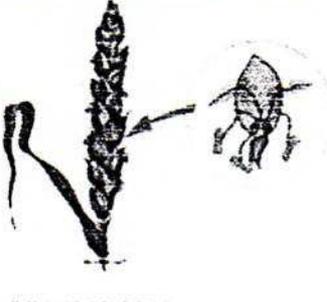
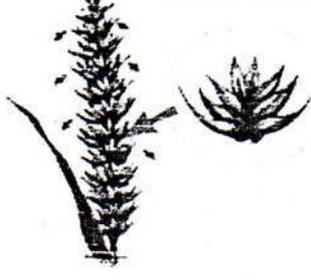
		
<p>a- La germination</p>	<p>b- La levée</p>	<p>c- Stade Trois feuilles</p>
		
<p>d - Début tallage</p>	<p>e- Épi à 1 cm</p>	<p>f- Stade un nœud(montaison)</p>
		
<p>g - Gonflement</p>	<p>h - L'épiaison</p>	<p>i - La floraison</p>
		
<p>j- Bâillement.</p>	<p>k- Grain formé</p>	<p>l- Epi à maturité</p>

Figure 2: Différents stades de développement du blé .SOURCE. net

A la montaison se produit le début d développement de l'épi. Parallèlement les entrenœuds s'allongent. A la fin de la montaison apparait la dernière feuille. Cette feuille est essentielle car elle va à elle seule contribuer à 75% de la productivité et donc au remplissage du grain.

Lorsque les maladies causent des dommages à la dernière feuille, le rendement a de fortes chances d'être impacté (*GATE, 1995*).

I-1-2-2-Période reproductrice

► Epiaison

L'épiaison débute quand la graine éclatée laisse apparaitre l'épi qui va se dégager peu à peu de celle-ci. A ce stade, on parle de gonflement.

A ce stade, le nombre total d'épi est défini, de même que le nombre total de fleur par épi.

► Floraison

La floraison est marquée par la sortie des étamines hors des épillets et se termine dès que toutes les étamines sont extériorisées (*MARTIN et al, 1984*).

Les anthères apparaissent jaunes et après exposition au soleil, elles deviennent blanches. Environ 15 jours après de la floraison, le blé commence à changer de couleur il perd sa couleur verte pour tourner plus jaune/ doré / bronze.

I-1-2-3-Période de maturité

Le cycle végétatif s'achève par la maturation qui dure en moyenne 45 jours. Les grains vont progressivement se remplir et passer par différents stades tels que :

- Maturité laiteuse

Ce stade est caractérisé par la migration des substances de réserve vers le grain et la formation des enveloppes. Le grain est de couleur vert clair, d'un contenu laiteux et atteint sa dimension définitive.

- Maturité pâteuse

Durant cette phase les réserves migrent depuis les parties vertes jusqu'aux grains. La teneur en amidon augmente et le taux d'humidité diminue. Quand le blé est mur le végétal est sec et les graines des épis sont chargées de réserves.

C'est pendant ce second stade de la formation du grain que se situe le palier hydrique, phase de grande sensibilité à l'échaudage des grains durant laquelle la quantité d'eau contenue dans le grain est constante.

- **Maturité complète**

Après le stade pâteux, le grain mûrit, se déshydrate il prend une couleur jaune durcit et devient brillant. Ce stade est sensible aux conditions climatiques et aux conditions de récolte.

A maturité complète, le grain a la couleur typique de la variété et la plante est sèche. A sur-maturité, le grain est mat et tombe tout seul de l'épi (*BABI, 2004*).

I-1-3- Les exigences agronomiques du blé

I-1-3-1- Exigences d'une bonne pratique avant la récolte

Les éléments qui devraient être pris en considération dans l'établissement d'une bonne pratique agricole sont les suivants :

a) Rotation des cultures

Il est nécessaire de prévoir une rotation des cultures tout au moins sur une partie des zones de production dans le respect des indications prévues. La rotation présente en effet divers avantages qui peuvent être résumés comme suit :

- ▶ Réduction des attaques parasitaires et du risque de fusariose.
 - ▶ Meilleur contrôle des infestations.
 - ▶ amélioration de la structure et de la fertilité du sol.
 - ▶ meilleure protection de l'environnement.
 - ▶ définition des critères permettant d'effectuer le choix variétale optimal de région.
-
-

Il est nécessaire de respecter les dates des semis, les densités et les variétés conseillées sur le plan local ou régional (*BABI, 2004*).

b) Protection phytosanitaire

Une bonne pratique nécessite, entre autres, l'utilisation de produits homologués, le respect des prescriptions et conditions optimales d'emploi de ces produits et l'utilisation d'un matériel adéquat. Le traitement de la semence est essentiel. Cette pratique favorise l'état sanitaire de la culture pendant le cycle en améliorant la tolérance par exemple au fusarium (*BABI, 2004*).

I-1-3-2 La fumure du blé

a- Les exportations Apparentes et Réelles

Le tableau ci-dessous chiffre les exportations d'une récolte de blé, pour le grain et pour la paille. Les exportations par le grain peuvent être qualifiées de réelles.

Les exportations par la plante entière n'étant qu'apparentes dans la mesure où les pailles retournent au sol soit immédiatement par incorporation au sol sitôt la récolte, soit de manière différée par le fumier. Il en est évidemment autrement si les pailles sont vendues.

On voit que les exportations réelles sont assez fortes en azote, moyennes en acide phosphorique mais assez faibles en potasse (*SOLTNER, 1988*).

Tableau 1: les exportations moyennes d'éléments fertilisants par le blé

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
Par quintal	Grain seul	1,9	1.0	0.5	0.15	0.15	0.25
	Grain + paille	2,4	1.25	1.7	0.75	0.40	0.45
Pour 40qx	Grain seul	76	40	20	6	6	10
	Grain+paille	96	50	68	30	16	18
Pour 50qx	Grain seul	95	50	25	8	8	13
	Grain+paille	120	63	85	38	20	23
Pour 60qx	Grain seul	114	60	30	9	9	15
	Grain + paille	114	75	102	45	24	27
Pour 70qx	Grain seul	133	70	35	11	11	18
	grain+paille	168	88	119	53	28	32

source : (*Soltner, 1988*)

b- La courbe d'absorption des éléments précise les époques

- Pour la potasse et la chaux : c'est durant la période végétative que les besoins sont élevés. Au-delà de la floraison, les besoins diminuent et même une partie de la potasse est restituée au sol par les racines.
- Pour le phosphore et surtout l'azote : les besoins sont toujours intenses. Il y a même accélération des besoins en azote à la fin de la végétation puisque durant la courte période de la floraison à la maturité, le blé va absorber 40% de l'azote qui lui est nécessaire pour toute la culture.

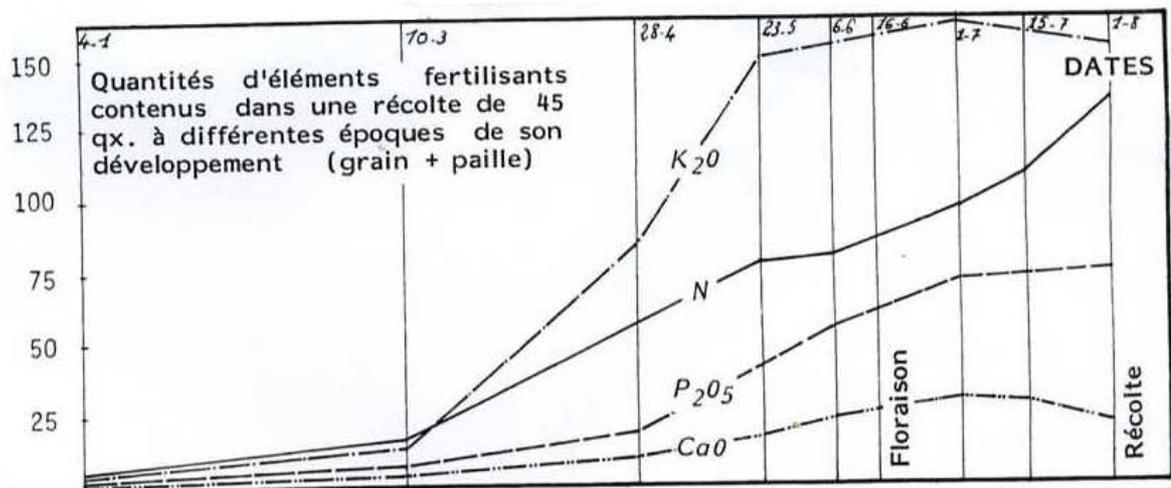


Figure 03: Absorption des éléments minéraux au cours de la croissance du blé (D'après VINCENT, sur blé Vilmorin 27, en 1933 ; in SOLTNER, 1988)

I-2- Le blé dur

Espèce : *Triticum durum* (Graminées – Hordées).

On reconnaît le blé dur à ses épis barbus, ses larges feuilles, la paille souple et fragile. Au stade plantule, l'absence de poils sur les stipules permet de le distinguer du blé tendre.

La farine de blé dure non panifiable (car à forte ténuité et à très faible gonflement) est utilisée pour la fabrication de pâtes alimentaires et de semoules. Les exigences biologiques du blé dur sont assez marquées avec :

-une grande sensibilité aux basses températures (-8°C avant 4 feuilles -10°C à -15°C au tallage mais seulement -4°C au stade épi 1cm).

- une photopériodes de jours courts (risque de montaison précoce avant l'hiver si semis trop précoces).

Plante plus sensible que le blé tendre au stress hydrique précoce, mais plus résistante à la sécheresse et aux températures élevées en fin de maturation ($T^{\circ} > 30^{\circ}\text{C}$) (**BERNARD, 1999**).

I-2-1- Le grain

a- Fibre alimentaires

Avant l'emploi, les graines de céréales sont souvent traitées mécaniquement pour être débarrassées des couches externes formant l'écorce ou téguments. Cette partie est en effet riche en cellulose, en silice et en lignine ; elle est peu digeste, sinon inconsommable («balle" du riz) ; elle renferme les fibres alimentaires, son élimination favorise la digestibilité, mais elle appauvrit la farine en vitamines et en enzymes ; il peut y avoir un problème de santé dans le cas de forte consommation en céréales, par exemple, la carence en vitamine B₁ dans le riz poli peut être la cause du béribéri.

Les teneurs en fibres des graines et des farines varient beaucoup selon les sources. On peut admettre des valeurs proches de 3% de l'extrait sec , dans les farines complètes de blé et de soja (*ALAIS et al , 2003*).

b- Composition du grain de blé

Dans le cas du blé, les parties principales du grain ont les caractéristiques indiquées dans le tableau (2).

La couche à aleurone , qui entoure l'amande d'albumen , est riche en protéines , en minéraux et en vitamines ; elle est en général éliminée avec le son lors du tamisage de la farine brute au taux habituel de l'extraction (en France , 75 à 80% des grains moulus) ; en revanche , elle se trouve dans les farines "complètes" , qui sont ainsi enrichies en acides aminés indispensables (Méthionine , Valine , Leucine , Lysine) .

L'albumen étant plus lourd que l'écorce, le rendement en farine est plus important lorsque le poids spécifique du blé est élevé. Les farines sont également caractérisées par leur teneur en cendres, qui est d'autant plus basse que le taux d'extraction est plus faible : Farine panifiable entre 0,5 et 0,6 ; Farine de biscuiterie moins de 0,5.

Tableau 02 : Les parties principales du grain de blé (% du poids sec)

	Proportion	Protides	Lipides	Minéraux
Grain entier	-	12	2	2
Albumen (farine)	80	10	1.2	0.6
Aleurone (*)	8	18	8.5	15
Téguments (*)	8.5	6	1	3.5
Germe	3.5	25	10	4.5

(*) Formant le San

source : ALAIS, 2003

Le constituant dominant de la farine de céréales est toujours l'amidon. Dans la farine de blé naturelle, à 12-14% d'eau, il y a environ 75% d'amidon.

C'est pour le grain un élément de réserve, un peu comparable aux graisses chez les animaux. Il est réparti dans l'albumen en granules indépendants, dont le diamètre et la forme varient avec l'espèce ; dans le grain de blé, leur dimension varie de 2 à 35µm. Les granules d'amidon sont visibles au microscope à faible grossissement ; ils sont caractérisés par la présence d'un "hile" plus ou moins marqué.

Les protéines de réserve se trouvent dispersées sous forme de globules plus petits (2 à 6µm) ces "corps protéiques" sont, dans certaines espèces, dont le blé, soumis à une désorganisation. Dans le grain de blé mur, les protéines de réserve sont à l'état de ciment autour des granules d'amidon.

Bien que ces protéines soient environ 8 fois moins abondantes que l'amidon, dans la farine, ce sont elles qui présentent le plus d'originalité et qui seront décrites ici (*ALAIS et al, 2003*).

I-2-2- Caractéristiques biochimique de blé dur

a- Protéines de réserve

Appelées aussi " protéines du gluten " dans le cas des céréales qui donnent lieu au phénomène suivant : En pétrissant la farine sous un courant d'eau, on obtient une masse visqueuse et élastique, le gluten, qui se libère de l'amidon. La notion de " gluten " est quelque peu artificielle. Cette substance protéique se forme par modification des liaisons disulfures : le pétrissage fournit l'énergie nécessaire.

Le tableau (3) représente les proportions de ces protéines. On voit que les farines de blé, de seigle et à un moindre degré de Sorgho ont des compositions voisines, avec des valeurs approximatives égales des deux types vers 40% (*ALAIS et al. ; 2003*).

• Prolamines

Protéines solubles dans l'éthanol assez concentré, dont le nom change avec l'espèce : gliadine de blé, hordéine de l'orge, sécaline du seigle, avénine de l'avoine, etc.

• Glutenines

Protéines solubles dans les solutions acides ou alcalines diluées, ou dans les agents dissociant (urée, guanidine, SDS).

La composition en acide aminés (tableau 4) révèle, par comparaison avec la globuline, une teneur très élevée en glutamine, une teneur élevée en proline et une teneur très faible en acide aminés basiques (lys, his, arg). On peut en conclure que les protéines du gluten sont peu chargées à PH neutre (Phi proche de 7), et que les interactions électrostatiques n'ont pas un rôle important en panification. En revanche, la formation de liaisons hydrogène, sur tout par la glutamine, est importante, associée aux interactions hydrophobes ; environ 74% des chaînes latérales de chacune des deux protéines sont aptes à former ces liaisons et interactions dans l'établissement de la pâte.

On notera encore la teneur très faible en lysine, et la teneur faible en tryptophane. Dans certaines gliadines, comme la zéine du maïs, ces teneurs tendent vers zéro.

On observe que la teneur en lysine est corrélée négativement avec la teneur en protéines du grain, et que cette dernière est corrélée négativement avec le rendement en grains (*ALAIS et al, 2003*)

Tableau 03 : fractions protéiques des céréales (% des protéines de l'Albumen)

	Blé	Soja	Orge	Avoine	Riz	Mais	Sorgho
1- protéines communes hydrosoluble les Albumines (solutions dans l'eau)	9	8	12	10	5	4	6
Globulines solubles dans les solutions salines	6	10	12	55	10	3	9
2- protéines de ne serve "insolubles " gluten prolamines (solubles dans l'éthanol 65-75%)	45	42	52	12	7	55	48
Glutenines (solubles dans les solutions acides et basiques	40	40	24	23	78	38	37

Source : ALAIS et coll., 2003

Tableau 04 : Composition des protéines du blé (Résidus pour cent Résidus).

	Gliadine	Glutenines	Globuline
Glycine	3.1	7.5	9.5
Alanine	3.3	4.4	6.1
Valine	4.8	4.8	2.4
Leucine	7.0	6.5	9.0
Isoleucine	4.3	3.7	1.4
Phénylalanine	4.3	3.6	2.4
Proline	16.2	11.9	3.6
Tryptophane	0.4	1.3	-
Sérine	6.1	7.0	11.1
Thréonine	2.4	3.5	4.8
Tyrosine	1.8	2.5	1.6
Cystine	3.3	2.6	13.4
Méthionine	1.2	1.4	0.4
Acide Aspartique et Asparagine	2.8	3.6	6.0
Acide glutamique et glutamine (*)	34.5	28.9	5.1
Arginine	2.0	3.0	10.6
Histidine	1.9	1.9	1.8
Lysine	0.6	2.0	10.6

(*) Presque entièrement sous forme de glutamine.

Source : ALAIS, 2003.

- **les gliadines du blé**

Elles présentent un grand polymorphisme, tel qu'on peut le voir sur les électrophorèses de polyacrylamide ou par chromatographie HPLC en phase inverse, qui révèlent de 20 à près de 40 constituants. Ces techniques sont utilisées maintenant pour l'identification des variétés de blé et l'orge. Au point de vue biochimique, il n'existe pas une telle variété de séquence protéiques ; en fait, dans le blé, il n'y a que 4 gliadines (α , β , γ et ω) dont la masse moléculaire varie de 30 000 à 80 000 daltons et qui présentent le polymorphisme génétique.

Ces protéines sont très riches en glutamine et en proline, mais pauvres en acides aminés basiques. Toutefois, la composition en acides aminés des quatre groupes de gliadines diffère. Ainsi, les ω - gliadines présentent une richesse encore plus élevée en glutamine et en proline que les trois autres groupes. De surcroît, la plupart d'entre elles se distinguent des autres gliadines par l'absence d'acides aminés soufrés. Par ailleurs, la teneur en acides aminés basiques va en décroissant des α – vers les ω - gliadines. Toutes ces variations ont des répercussions au niveau des propriétés.

Du fait de la quasi-totalité des acides glutamique et Aspartique sous forme aminées, et de la pauvreté en acides aminés basiques, les gliadines portent peu de charges.

Elles se singularisent aussi de la majorité des autres protéines par le fait qu'elles associent une faible charge à une forte hydrophobicité. Ceci explique leurs propriétés de solubilité particulières telles que celle en milieu hydroalcoolique.

Par ailleurs, la forte teneur en proline provoque de nombreuses ruptures de structure secondaire à cause de la rigidité de cet acide aminé qui, en s'associant avec une proportion élevée de résidus apolaires donne aux gliadines une conformation non globulaire. A l'état natif, les ω - gliadines seraient sous forme de molécules semi-rigides avec un faible degré d'organisation (*ALAIS et al., 2003*).

- **Les Glutenines**

Les glutamines, le dernier groupe des protéines des graines, ont une teneur en résidus Lysine, Glycine, Alanine, Sérine et Tyrosine fortement supérieure à celle des gliadines tandis

que leur teneur en acide glutamique, proline et cystéine est inférieure. Traditionnellement, on distingue selon leur masse moléculaire trois types de Glutenines :

- Celles ayant une masse moléculaire supérieure à 200 000 Da dont la composition est voisine des albumines et globulines ;
- celles dont la masse moléculaire est comprise entre 100 000 et 200 000 Da et qui contiennent une proportion élevée d'acide glutamique, de glucine ;
- celles dont la masse est inférieure à 50 000 Dalton et qui présentent une hydrophobicité voisine des gliadines.

Les interactions hydrophobes jouent un grand rôle dans la formation des agrégats de Glutenines. A la structure secondaire et tertiaire des sous- unités vient se superposer une structure en agrégats dont l'organisation n'est pas élucidée. Il semble cependant établi que les grosses sous-unités sont liées par des liaisons covalentes.

En tenant compte de leurs propriétés biochimiques et de leur origine génétique, la classification des protéines du grain a été revue. L'appellation " prolamine " est réservée aux seules protéines de réserve dont les polypeptides sont solubles, mais pas forcément extractibles complètement dans des solutions alcooliques (éthanol à 65 – 75%) avec l'acide ou non d'un réducteur des ponts disulfures et d'acide acétique. Les prolamines ont été séparées en trois groupes :

- Les prolamines riches en soufre ;
- Les prolamines pauvres en soufre ;
- Les prolamines de masse moléculaire élevée

Tableau 05 : Correspondances entre Les anciennes et nouvelles appellations des protéines de réserve du blé.

	Ancienne appellation	Nouvelle appellation
Gliadines	Ω	Prolamines pauvres en soufre
Gliadines	α, β ou γ	Prolamines riches en soufre
Glutenines	FPM	
Glutenines	HPM	Prolamines de masse moléculaire élevée

Source : ALAIS ,2003

b- Protéines communes hydrosolubles

- **Albumines et Globulines**

Ce sont l'ensemble des protéines d'origine cytoplasmique considérées classiquement solubles dans les solutions salines neutres. Elles représentent 15 à 20% des protéines totales (*POPINEAU, 1985*)

► Albumines

Représentent 0.4% du grain, elles sont solubles dans l'eau, et un poids moléculaire moyen d'environ 28000. Elles se caractérisent par une teneur en tryptophane beaucoup plus élevée que celle des autres protéines, et par une teneur faible en glutamine et proline (*OSBORNE, 1907*).

► Globulines :

Représentent 0,6% du grain, elles sont solubles en milieu salin neutre, leurs poids moléculaires oscillent entre 20 000 et 21000. Elles se caractérisent par une faible teneur en tryptophane et un taux élevé en arginine (*OSBORNE, 1907*).

I-2-3- Qualité de blé dur

La qualité d'un blé dur est fonction de l'utilisation que l'on en fait or, la presque unique destination du blé dur est l'obtention d'une semoule destinée elle-même à l'obtention de pain ou de galette, de couscous, et surtout de pâtes alimentaires.

Par conséquent un " bon " blé dur est celui qui satisfera le consommateur final , tandis que le vendeur aussi fabricant de pain , de couscous ou de pâte recherchera une matière première , la semoule , qui lui permettra de transformer convenablement une " bonne " semoule en un " bon " produit fini , et ainsi de suite en remontant toute la filière jusqu'au créateur de variété .

En outre, le blé dur sert essentiellement à obtenir un fine des pâtes mais aussi des produits de panification ou assimilés (galettes) et au couscous.

L'expérience démontre que l'industrie de la transformation attribue aux paramètres qualitatifs protéines , qualité du gluten , couleur et poids spécifique / poids de 1000 grains , une importance pondérale décroissante selon l'ordre suivant :

- ▶ Teneur en protéines : 40%
- ▶ qualité du gluten : 30%
- ▶ Indice de jaune : 20%
- ▶ Poids de 1000 grains ou poids hectolitre : 10%

L'amélioration de rendement et de la qualité du blé dur passe par la création variétale et le choix de critères faibles pour l'identification de mécanismes d'adaptation aux contraintes environnementales. Parmi ces critères, la stabilité du rendement, la tolérance aux stress abiotiques, la résistance aux maladies et une bonne qualité technologique restent les plus recherchés.

● Critères de qualité

Le choix du consommateur se base sur plusieurs critères d'où la nécessité de sélectionner des variétés possédant les qualités requises.

Les ménages recherchent des semoules pures et de couleur dorée. Cette semoule doit présenter une granulométrie homogène. Quant à la semoule de qualité inférieure, elle destinée à la fabrication de galettes.

Les semoules recherchent des variétés à poids spécifique élevé du fait que les unités de transformation se basent sur ce paramètre pour la trituration.

La pâtisserie recherche des semoules pures et non contaminées par le San, dont la qualité des protéines soit satisfaisante.

D'autre part, le blé dur est récolté au stade laiteux, pour la fabrication du " Frick ". Les épis sont séchés jusqu'à une humidité du grain d'environ 12% les grains sont en suite concassés. Le produit obtenu, très apprécié en Algérie, est utilisé dans les soupes.

II-1- Le phosphore et le monde vivant :

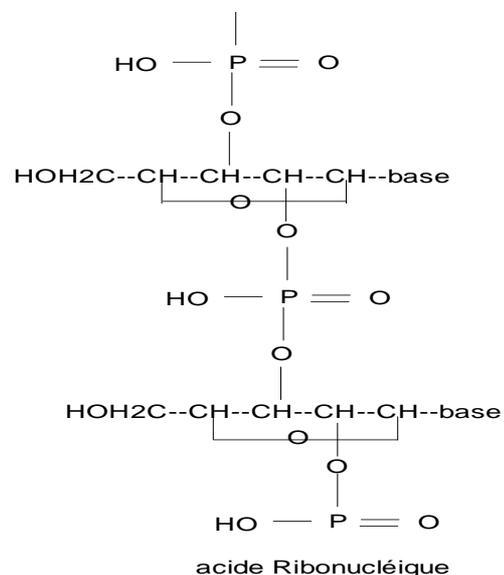
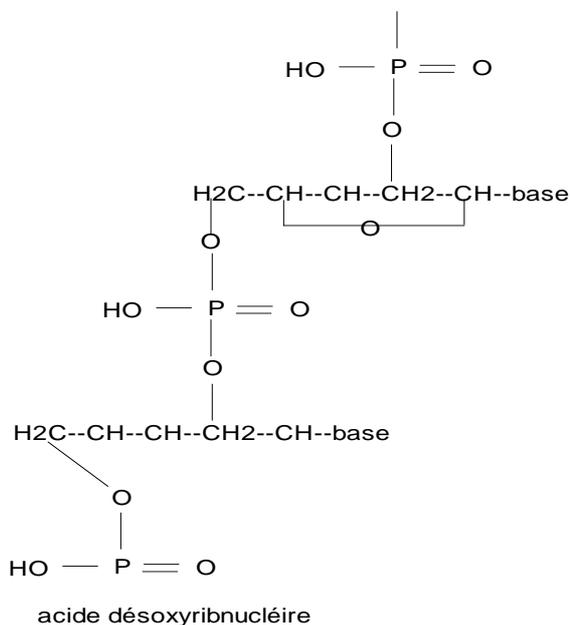
Le phosphore est un constituant essentiel du monde vivant , végétal ou animal. Son rôle le plus intime , en même temps que le plus important consiste à permettre l'édification d'une architecture moléculaire , véritable code génétique qui s'inscrit dans la diversité des acides nucléaires l'acide phosphoriques , un glucide (sucre) en C₅ et quatre base adénine et guanine (dérivés puriques , cystine et thymine (dérivés pyrimidiques) se trouvent être les six constituants chimiques des acides nucléiques .

Les acides nucléiques ont également entre autres buts d'assurer la synthèse des protéines et de mettre en route des dispositifs d'alarme et de défense qui s'opposent aux agressions dont cellule est l'objet cinq éléments entrent dans la composition chimique de la plus petite unité de vie que représente un acide nucléique : le carbone , l'oxygène , hydrogène , l'azote et le phosphore ce dernier comptant pour environ 9,5 pourcent du total (soit près de 22 pourcent exprimé en P₂O₅).

Formes organiques du phosphore dans le monde vivant ce sont les plus intéressantes car c'est à elles qu'il revient de faire participer l'acide orthophosphorique H₃PO₄ aux réactions biochimiques des êtres organiques

Par estérification d'une fonction alcool :

C'est ce qui se passe dans l'acide nucléiques , le long des montants de l'échelle on les molécules de sucre et d'acide phosphorique alternent .

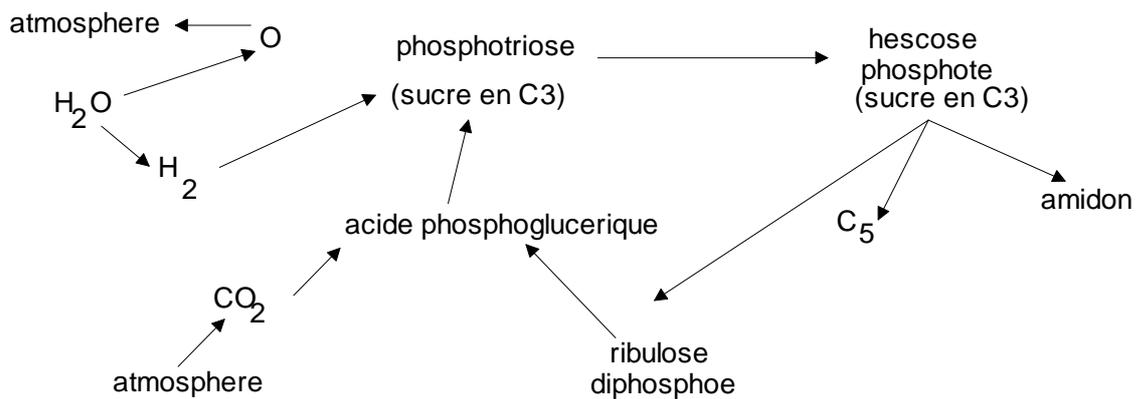


Estérification des fonction alcools d'un sucre en C₅ les estes phosphoriques de divers sucres jouent un rôle fondamentale dans la suite des réaction chimiques qui s'enchainement au cours de la photo synthèse .

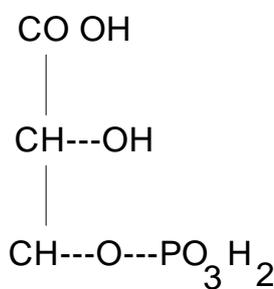
Les constituants organiques phosphores toute en série de sucres sont combines à l'acide phosphoriques et jouent un rôle prépondérant dans les métabolismes hydrocarbonés . ils interviennent en particulier dans le fonction chlorophyllienne pour mettre la synthèse des glucides ; ils sont également présents dans les organismes animaux qui utilisent et dégradent ces glucides comme source d'énergie .

Les esters phosphoriques d'hexoses (glucose , fructose) de pentoses et de trioses sont parmi les plus importants .

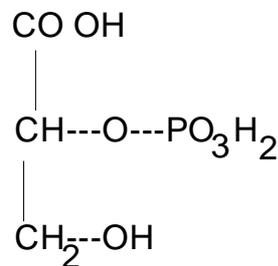
L'acide phosphoglycérique mérité une mention particulière .il a été mis en évidence au cours des tous premiers states de photosynthèse (*GERVY, 1988*).



L'acide phosphoglycérique se présent sous deux formes

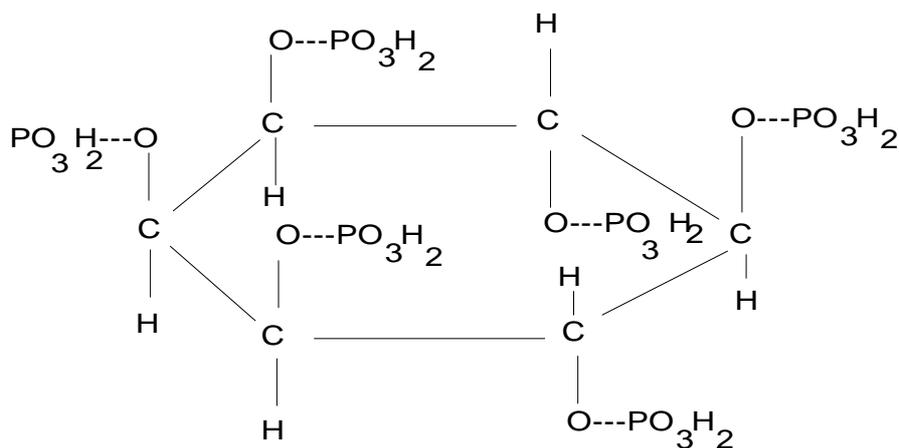


acide phospho 3 glycerique



acide phospho 2 glycerique

Un polyalcool cyclique , l'inositol , est estérifié par six molécules d'acide orthophosphorique (ou d'acide pyrophosphorique) pour donner ; avec calcium et magnésium , la phytine. Ce composé permet une mise en réserve du phosphore chez les végétaux particulièrement dans les graines , tubercules et rhizomes qui assurent dans l'eau et disparaît précisément de la graine en cours de germination . elle contient 22% de phosphore , 12% de calcium et 1,5% de magnésium.



Formule développée de l'ester hexaphosphorique du mésoinositol qui donne la phytine .

II-2- Phosphore dans la plante

Le phosphore est un important élément de l'alimentation des plantes, il joue un rôle de régulateur en réduisant les risques d'accidents. La teneur des végétaux en phosphore est soumise à des variations fort importantes; elle dépend principalement de la nature de l'espèce, de l'âge de la plante et de l'organe analysé; elle dépend également, mais dans une moindre mesure, de la richesse du sol en P₂O₅; elle dépend enfin très faiblement de la présence d'autres éléments donnant lieu à des antagonismes avec l'acide phosphorique. Chez les céréales, le phosphore s'accumule dans les grains qui à maturité, contiennent en moyenne 1% de P₂O₅, dont les trois quarts environ sous forme phytique (*GERVY, 1970*).

Sa teneur moyenne est généralement de l'ordre de 0.2 à 1% de la matière sèche. Selon 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 est un constituant de la matière vivante végétale et sa répartition dans les tissus est forte inégale voisine quelque ordres de grandeur. (*BERTRAND, 1955*)

Tableau 06: Teneur en phosphore de quelques plantes

Espèces	P ₂ O ₅ en % de la matière sèche
Blé	
Grain	0,7 à 1,1
Paille	0,15 à 0,25
Orge	
Grain	0,7 à 1,1
Paille	0,15 à 0,25

source : *DUTHIL, 1973*

II-3- Importance et rôle du phosphore

II-3-1- Importance 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 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. (*GERVY, 1970*)

II- 3-2- Rôle physiologique du phosphore

Le phosphore est un constituant essentiel que l'on rencontre en partie sous forme minérale. Mais il est beaucoup plus fréquemment présent sous forme organique, associé à des lipides, protides et glucides, notamment dans le noyau des cellules et dans les organes de reproduction. Il agit dans plusieurs activités biochimiques : respiration, métabolisme glucidique, synthèse des protéines (*LAMBERT.1979 ; SOINS et al. 1999*).

Le phosphore joue également plusieurs rôle 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 (*BERTRAND, 1955*).

Il intervient dans la rigidité des tissus, les rendements 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 chimique et physiologiques de la plante (*FAO, 1980*).

Le phosphore entre dans les acides nucléiques et les nucléoprotéides participant à la structure du cytoplasme et du noyau des cellules (*SMIRNOV et al, 1981*).

Selon *BAZTIN (1967)*, il joue un rôle central dans les transferts d'énergie, principalement sous forme d'ATP, qu'il s'agisse de la photosynthèse ou de la respiration intégrante des acides nucléiques. D'après *DUTHIL (1973)*, le rôle essentiel d'accumulateur d'énergie fait intervenir le phosphore dans tous les phénomènes anaboliques et cataboliques. D'autre part le phosphore favorise la croissance, la précocité et la résistance au froid et aux maladies. Il intervient dans la détermination des rendements, son action sur la productivité en grains est bien plus marquée que sur le poids des organes végétatifs (*DIEHL, 1975*).

Le phosphore joue un rôle également un grand rôle dans le métabolisme des nitrates jusqu'à l'ammoniac la formation des acides aminés, leur désamination et transmutation se font avec l'intervention du phosphore (*SMIRNOV et al., 1981*).

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*).

II-3-3- Rôle agronomique du phosphore

Il influence particulièrement la croissance du système racinaire, aussi il augmente la surface racinaire et permet donc d'accroître le prélèvement des éléments nutritifs du sol. (*BAEYENS, 1967*),

Le phosphore influence le développement des racines, il agit surtout sur le rendement, permet une alimentation et confère une plus grande résistance à la verse et aux maladies (*BARBIER et COIC, 1976*).

Il favorise la fécondation des plantes en permettant une meilleure épiaison et une meilleure fécondation (*LAMBERT, 1979*).

II- 4 - Conséquences d'une carence en phosphore

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 (*CHERLES, 1976*).

La carence en phosphore est souvent grave et se manifeste par les symptômes suivants : port court et érigé des épis , feuillage foncé et mat avec des teintes pourprées , défoliation précoce commençant par la base de la plante , chutes inexplicables de rendement , atteignant facilement 8 à 10 quintaux par rapport à une parcelle normalement pourvue placée dans les mêmes conditions (*PRATS et al. 1971 ; CHERLES . 1976*) .

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*).

Une déficience en phosphore réduit très tôt et très fortement la croissance foliaire. Les processus de construction de l'arborescence racinaire affectée sont principalement l'émission des racines adventives primaires et l'allongement des racines latérales (*MOLLIER, 1999*).

La croissance foliaire est une variable clé pour l'analyse et la modélisation d'une culture (*ETCHEBEST, 2000*).

La carence en phosphore dans les feuilles provoque une accumulation des acides aminés libres, par exemple l'arginine, et une diminution des acides aminés liés aux albumines (*RANJAU, 1963. in BAEYENS, 1967*).

Une sous alimentation en phosphore peut induire une mauvaise valorisation de l'azote et du potassium (*SOINS et al, 1999*). Le phosphore entre dans la composition des 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 P₂O₅, voit sa

végétation diminuée et sa floraison retardée (*GERVY, 1970*) ; la récolte peut diminuer jusqu'à 50% (*BAEYENS, 1967*).

Selon *ETCHEBEST (2000)*, la réduction de la croissance foliaire résulte à la fois d'un retard d'apparition des feuilles et d'une réduction de leurs dimensions finales.

Ajout qu'une déficience en phosphore affecterait la croissance et la morphogénèse racinaire uniquement via son effet sur la croissance foliaire. (*MOLLIER, 1999*)

L'excès de phosphate peut 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 subséquente de la croissance végétale (*RUSSEL, 1961. in LAMBERT, 1979*).

II- 5 - Besoins en phosphore

Dans les sols normalement pourvus en P_2O_5 la fumure phosphatée du blé, correspondra aux prélèvements de la culture.

Cette fumure sera de l'ordre de 50 à 60kg/ha pour des rendements de 50 quintaux/ha (*ANONYME, 1977*).

Selon *VERTER (1977)*, *in MALKI (1988)*, préconise l'application d'une fumure de 90 à 100kg de P_2O_5 par hectare.

Selon *I.T.C.F (1987)*, les besoins du blé en acide phosphorique sont surtout élevés après le stade floraison le grain exporte presque 90% du prélèvement total de la plante, le reste du phosphore est localisé pour la moitié dans les racines et pour l'autre moitié dans la végétation.

D'après *BAILLAND (1987)*, indique que dans les sols bien pourvus en P_2O_5 assimilable et dont le pouvoir fixateur est modère la fumure phosphatée d'entretien doit s'établir à environ 100-120kg de P_2O_5 /ha.

II- 6 - Interaction 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*).

II -6 -1- Interaction phosphore – potassium (P x K)

JUST et al. (1969), constatent que la fertilisation P et K favorise la synthèse des glucides, permettant une meilleure résistance aux maladies et à la verse.

Selon *GERVY (1970)*, des essais à la station agronomique d'Aspach (S – C – P – A) ont révélé que l'apport du mélange chlorure de potasse et phosphate sur graminée fourragère, avait un coefficient d'efficacité supérieure aux apports séparés de phosphates et de chlorure de potasse.

Le phosphates et la potasse ont une action favorable sur le poids de mille graine et le poids spécifique (*ANONYME, 1980*)

GRIERE (1976), a constaté que le potassium utilisé seul est sans action de même que le phosphore est limitant lorsqu'il est employé seul et que l'effet P x K est important.

II -6 -2- Interaction azote - phosphore (N x P)

Les disponibilités en azote règlent strictement l'assimilation du phosphore. Les prélèvements de P₂O₅ sont avant tout réglés par les conditions climatiques et l'alimentation azotée (*DEMONTARD, 1986*).

Selon *BELAID (1987)*, l'azote est le facteur primordial dans la chute du poids de mille grains, l'apport d'engrais phosphaté amoindrit ce phénomène.

Ce même auteur, signale que la fumure azotée entraîne une plus grande sensibilité des plantes au mitadinage, mais cette sensibilité est moindre par l'effet du phosphore.

D'après *GERVY (1970)*, ces deux éléments stimulent le développement du système racinaire; chacun des deux exerce une action en faveur de l'autre en augmentant la surface racinaire absorbante et peut être même en favorisant les mécanismes de son absorption ce même auteur rapporte que cette interaction N x P sur maïs grain conduit à une floraison plus précoce, et à une moindre humidité du grain à la récolte.

Selon le même auteur, ces deux éléments stimulent le développement de système racinaire; chacun exerce une action en faveur en augmentant la surface racinaire absorbante et peut être en favorisant les mécanismes de son absorption par la plante.

En effet, la localisation d'un engrais binaire N x P à dominance phosphatée sur culture de blé permet d'avancer la récolte de quelques jours, grâce à une avance de la végétation qui ne maintient à la maturation du grain et les risques de pertes à la récolte sont diminués (*ANONYME, 1980*).

Sur blé d'hiver, on a pu également constater l'effet accélérateur que les apports N.P au début du tallage exercent sur le développement du blé (*GERVY, 1970*).

II -6 -3-Interaction azoté -phosphore - potassium (N x P x K)

Des essais réalisés par *AGRENAN (1977)*, ont montré que la potasse n'a pu faire son plein effet qu'en présence d'une dose suffisante d'azote et d'acide phosphorique. Une culture de riz recevant une fumure complète N-P-K tolère mieux la sécheresse que celle qui ne reçoit que NP. Ces plantes recevant N.P.K restent vigoureuses et vertes jusqu'à la récolte tandis que

les plantes recevant NP sont petites avec des racines superficielles et sont entier ment sèches lors de la récolte (*ANONYME, 1977*).

Selon *ISHIZUKAL (1970)*, l'azote est le principal engrais permettant d'accroître les rendements afin de maintenir des rendements élevés ; l'apport d'azote doit cependant être complet par des apports de phosphore et de potassium entant qu'engrais stabilisant le rendement.

I-1- Matérielle d'étude

I-1-1- Matérielle végétal

Notre étude a porte sur une nouvelle variété introduit en Algérie de blé dur *Triticum Durum* var . *Simeto* d'origine italienne (sicile) c'est une variété alternative résulte d'un croisement entre deux variétés capeitx 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 grain *CRPV (2004)*.

I-1-2 Engrais Utilise

l'engrais phosphaté utilisé dans l'essai au champ est le NPKS (8% ,36% ,15% ,et 13.5%) à PH acide (égale à 4) l'azote se présente sous le forme ammoniacale .

I-1-3- Doses d'engrais testées

Trois dose d'engrais phosphaté NPKS ONT été testé sur la variété simeto :

D₁: 30 kg /ha de P₂O₅

D₂: 60 kg /ha de P₂O₅

D₃: 90 kg /ha de P₂O₅

I-1- 4-Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est en blocs aléatoires complets avec 03 dose et 03 répétition l'essai présente au total 09 parcelles élémentaire espacées de 1m, chaque parcelle mesure 50m de long sur 24 m de large soit une superficie de 1200 m².

I-1-5-Présentation de la région d'étude

El-Goléa dite actuellement, El-Menia, s'étend sur une superficie de 49000km², c'est une oasis rattachée à la wilaya de Ghardaïa, se trouvant a mi-chemin sur l'axe routier Alger-Tamanrasset .

I-2- Méthodes analytiques

Les analyses physicochimiques et technologiques de la farine du blé dur sont réalisées au laboratoire pédagogique .

Tout d'abord nous avons procédé à la monture des échantillons de grain à de grain à l'aide d'un moulin . puis nous avons conservé l'amande et les tégument du grain sont éliminés.

I-2-1- Analyse physiques

I-2-1-1- Dosage de la matière sèche

La teneur en matière sèche des aliments est déterminée conventionnellement par le poids de ces aliments après dessiccation dans une étuve à circulation d'air.

Mode opératoire

Dans une capsule en porcelaines séchée et tarée au préalable 2 à 5 g de l'échantillon à analyser . porter la capsule dans une étuve à air , réglée à $105^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$, laisser durant 24h .

Refroidir au dessiccateur remettre 1h à l'étuve et procéder une nouvelle pesée . continuer l'opération jusqu'à poids constant .

La teneur en matières sèche est donnée par la relation $M_s \% = \frac{yx 100}{x}$.

X: poids de l'échantillon humide .

y: poids de l'échantillon après dessiccation .

I-2-1-2 détermination des cendres

La teneur en matières minérales d'une substance est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération.

Mode opératoire :

- Porter au four a « moufle » la capsule + résidu qui détermination de la M.S par dessiccation à l'étuve .
- Chauffer progressivement , afin d'obtenir une carburation sans inflammation de la masse : 1h30mn à 200 °C

2h30mn à 500 °C

L'incinération doit être poursuivie s'il y a lieu jusqu'à combustion complète de capsule contenant le résidu de l'incinération peser .

$$\text{Teneur en M.M\% MS} = MS = \frac{A \times 100}{B \times MS}$$

A : poids des cendres .

B : poids de l'échantillon de fourrage .

MS : teneur en matière sèche (en p/cent)%

I-2-2- Analyse chimiques

I-2-2-1-Dosage de potassium

Le potassium est analysé selon la méthode (afnor) cette méthode consiste à prendre 500mg des matériel végétal préalablement séché ; sont introduits dans une capsule, cette dernière est placée dans un four dont la température est augmentée progressivement jusqu' à pendant 2h

Après refroidissement, les cylindres sont humectés avec quelques gouttes d' H₂O puis on ajoute 2 ml de HCL au $\frac{1}{2}N$ on évapore à sec sur plaque chauffante . après avoir ajouté 2 ml de HCL au $\frac{1}{2}N$ on laisse en contact 10 min et on filtre dans des fioles jaugées de 50 ml .après avoir ajusté au trait de jauge puis homogénéisé par agitation manuelle nous pouvons procéder au dosage .(*AFNOR in Di BENDETTO, 1997*)

I-2-2- 2-Dosage de l'azote

L'azote total est dosé par la méthode (KJELDAHL).

On minéralise le produit par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur : l'azote (N) organique est transformé en azote ammoniac par lessive de soude et on le dose après l'avoir reçu de l'acide borique (indicateur)

Mode opératoire

a) minéralisation

- Opérer sur une prise d'eau de 0,5 à (2g) de substance (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon).
- Introduire dans un matras de 250ml (éviter que des particules adhèrent à la paroi).
- Ajouter environ (2g) de catalyseur(250g de $K_2 SO_4$; 250g de $CaSO_4$; 5g de Sélénium); et l'acide de sulfurique pu ($d= 1,84$)porter de matras sur le support d'attaque et pour suivre le chauffage jusqu'à décoloration du liquide en obtention d'une coloration verte sable .
- Laisser refroidir , puis ajouter peu à peu , avec précaution 200ml d'eau distillée agitant , et en refroidissant sous un courant d'eau rincer l'agitateur . laisser refroidir compléter au train de jauge .

b) Distillation

Transverser 10 à 50 ml du contenu de matras (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon) dans l'appareil distillation (Bughi) . rincer le burette graduée .

Dans un bécher destiné à recueillir le distillat ; introduire 20ml de l'indicateur composé de : 20ml d'acide borique

200ml d'éthanol absolu

10ml d'indicateur

Contenant :

- ✓ 1 /4 de rouge de méthyle à 0,2 % dans l'alcool à 95%
-
-

✓ 3/4 de vert de bromocrésol à 0,1% dans l'alcool à 95%

Verser lentement dans le colonne de l'appareil distillatoire 50 ml de lessive de soude (d=1,33). Mettre l'appareil en position de marche, laisser l'attaque de faire jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 100 ml au moins (l'extrémité inférieur de la colonne réfrigérante de l'appareil distillatoire doit plonger dans la solution d'acide borique ; pour éviter les pertes).

- Titrer en (.....) par de l'acide sulfurique N/20 ou N/50 jusqu'à la réobtention de la couleur initiale de l'indicateur.

2ml d'H₂SO₄ 1N \longrightarrow 0,014 g d'N

2 ml N/50 \longrightarrow 280×10^{-6} g d'N = 280

$X \frac{280 \times 100}{y \times 250} / A =$ g d'N

X : descente de burette (en ml)

y : poids de l'échantillon de départ (en g)

A : volume de la prise d'essai (en ml)

Teneur en MAT %MS=Ng $\times 6,25$

I-2-3- Analyse technologiques

I-2-3-1-Teneur en gluten

Le gluten est un composé principalement de la fraction protéique des blé insolubles dans les solutions salines c'est une substance plastoélastique . Qui est considérée comme moyen d'estimation de la qualité des pâtes . la teneur en gluten a été déterminée selon le protocole de *MAUZE et AL (1972)*

A partir de 10g de farine , on ajoute 5 ml d'eau distillée salée a 25 g de NaCl pour 1000 ml et à l'aide d'une spatule un pâton est formé ,l'extraction de gluten s'effectué alors par lixiviation manuelle sous un mince filet d'eau , le gluten humide résultant est essoré pèse puis séché à l'étuve et en suite repesé .

La teneur en gluten sec sera exprimée en pourcentage de matière sèche

I-2-3- 2-Coefficient d'hydratation du gluten

Selon *GODON et LOISEL(1984)*, la détermination du coefficient d'hydratation se fait par la relation :

$$ch = \frac{GH - GS}{GH} \times 100$$

GH :gluten humid

GS : gluten sec

Ch : coefficient d ' hydratation

Le gluten sec est obtenu après déshydrations à étuve à 130° C .

Résultats et discussions

I -1- Analyse physiques

I -1-1- dosage de la matière sèche

La production de la matière sèche du blé est influencée par un certain nombre de facteurs dont les conditions climatiques , la fertilité potentielle du sol , la densité de peuplement (dose 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 fer et à mesure des besoins et en particulier de dates d'intervention .

Tableau 07 : Effet de la fertilisation phosphatée sur le taux de la matière sèche des grain

Dose	D ₁ (kg/ha)	D ₂ (kg/ha)	D ₃ (kg/ha)	Moyenne générale	Signification statistique
B _I	92.9%	94.7%	95.2%	94.06%	NS
B _{II}	93.9%	94.6%	96.1%	94.86%	
B _{III}	93.7%	95.8%	96.9%	95.46%	
Moyenne	93.5%	95.03%	96.03%	94.86%	

Les résultats de la production de la matière sèche sont présentés dans le tableau 7

L'analyse de la variance (**tableau 1** , **annexe 2**) monter des différence hautement significatives de l'engrais phosphaté sur le taux de matière sèche du grain , elle passe de 93.5% obtenu avec la dose D₁(30 kg/ha)

Et 95.03% obtenu avec la dose D₂(60 kg/ha) et 96.06% obtenu avec la dose D₃(90 kg/ha) .

La figure 4 montre que le meilleur taux de matière sèche est obtenu avec la dose le plus élevé (90 kg/ha) a partir de ces résultats , on conclure que la production de la matière sèche et influencée par la fertilisation minérale .

I-1-2 détermination des cendres

La teneur en matières minérales du blé mesurée par les cendres présent un intérêt indirect pour le travail du meunier pour apprécier la pureté des farines et semoules et dans une certaine mesure le rendement ; par comparaison à celle des produits finis qui en sont issus (*MAUZE et al,1972*)

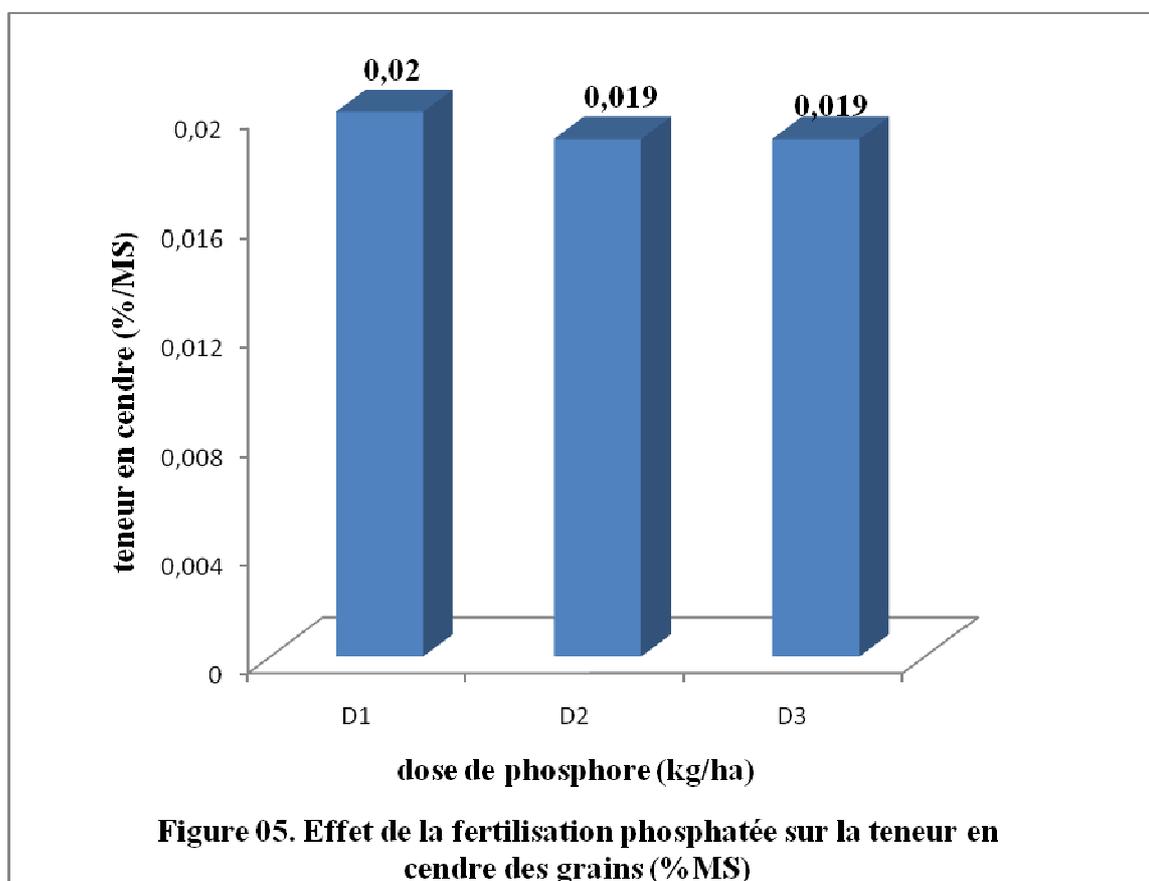
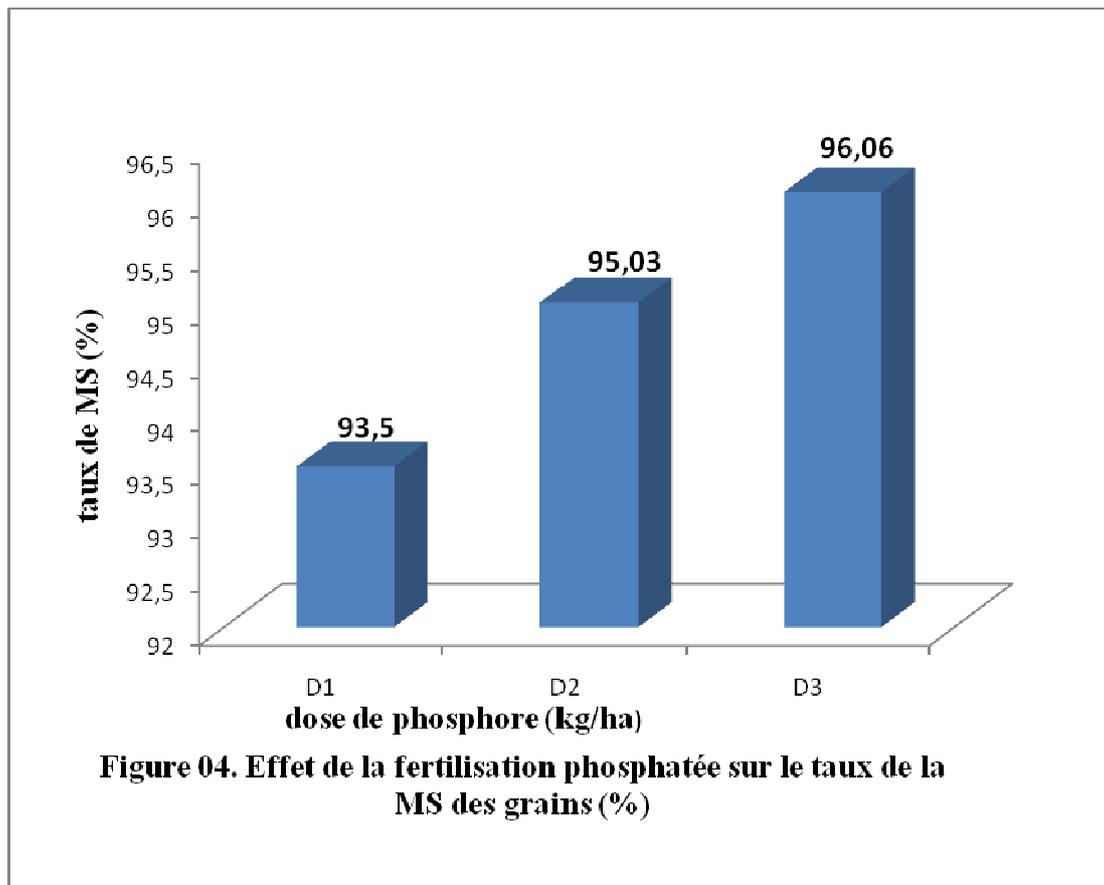


Tableau 08: Effet de la fertilisation phosphatée sur le teneur en cendres des grains

Dose	D ₁ (30kg/ha)	D ₂ (60kg/ha)	D ₃ (90kg/ha)	Moyenne générale	Signification statistique
Bloc					
B _I	0.021%	0.019%	0.019%	0.019%	NS
B _{II}	0.02%	0.02%	0.02%	0.019%	
B _{III}	0.019%	0.02%	0.019%	0.019%	
Moyenne	0.02%	0.019%	0.019%	0.019%	

Selon **BURE(1962)** , la teneur moyenne en matières minérales des blés par rapport à la matière sèche varie entre 1.6 et 2.1% , dont 20% sont présentés dans l'amande et 80% se trouvent dans les enveloppes .

L'analyse de la variance (**tableau 2 , annexe 2**) montre des différences non significatives de l'engrais phosphaté sur la teneur en cendres de grains .La valeur la plus élevée (0.02%) est obtenue avec la dose D₁(30 kg/ha), suivi de la valeur 0.019% enregistrée avec la dose D₂(60kg/ha) et D₃(90kg/ha).

D'après les résultats observés dans le tableau 8 , la teneur des cendres des grains est très faible , car nous avons estimé les cendres dans l'amande ,seulement ce qui explique en partie la faiblesse des résultats.

La différence constatée entre les grains obtenus avec les 3 doses (D₁, D₂, D₃) peut s'expliquer par la variance de la taille.

D'après **SBVEY,(1976) in GODON (1978)** ; montre qu'il existe une corrélation inverse entre la grosseur du grain et la teneur en éléments minéraux , de même de nombreux facteurs peuvent influencer à la fois la teneur en minéraux, du grain et de la farine , et de la répartition de ces minéraux , dans le grain lui-même, à savoir les facteurs pédologiques (nature du sol, richesse en humus , disponibilité des minéraux du sol), les facteurs agronomiques (nature de la fumure), les facteurs physiologiques(état de maturation du blé à la récolte)

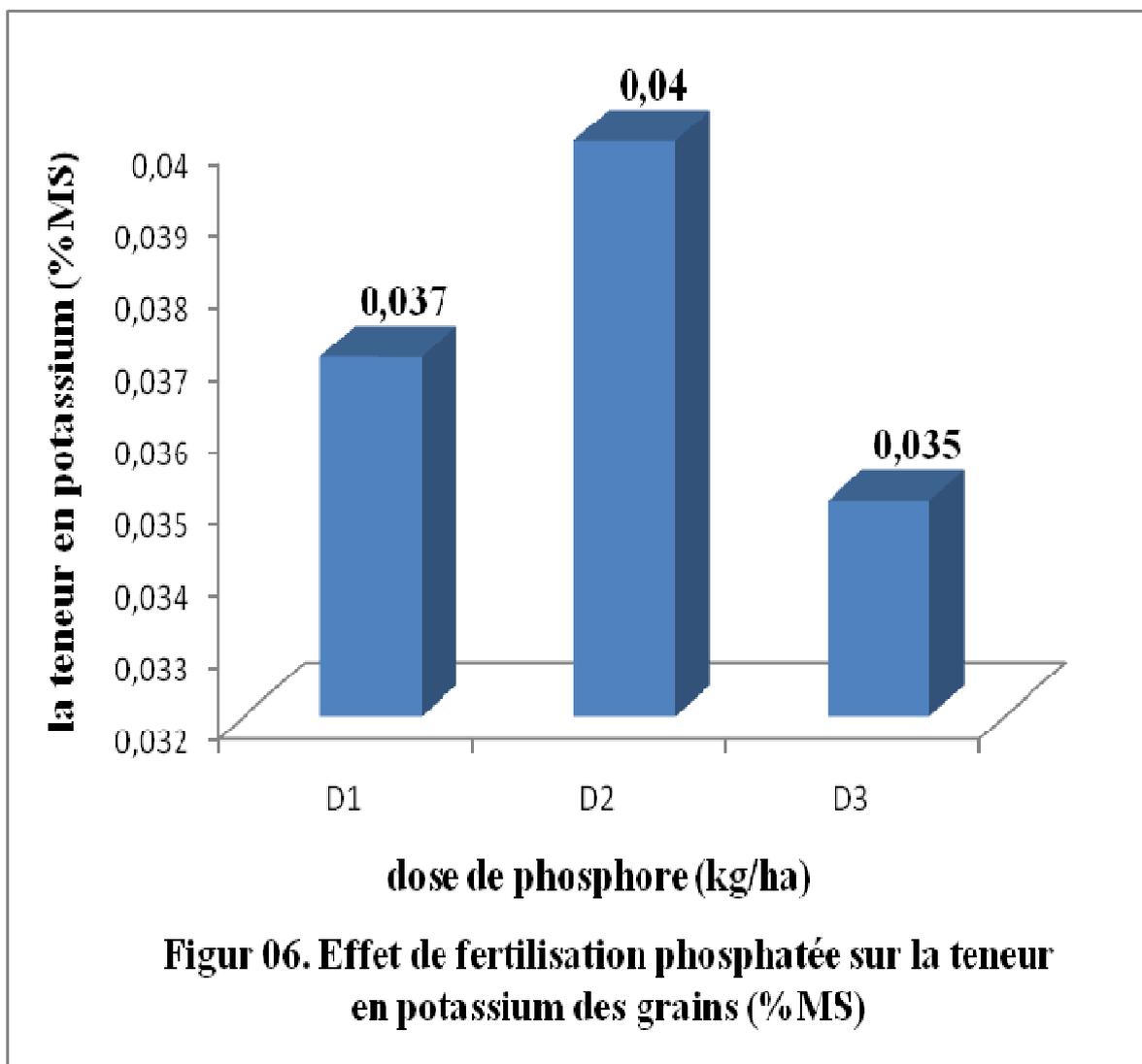
II-2- Analyse chimiques

II -2-1 teneur en potassium de grains

Tableau 09 : Effet de la fertilisation phosphatée sur la teneur en potassium des grains

Dose	D ₁ (30kg/ha)	D ₂ (60kg/ha)	D ₃ (90kg/ha)	Moyenne générale	Signification statistique
Bloc					
B _I	0.037%	0.036%	0.031%	0.034%	NS
B _{II}	0.047%	0.041%	0.039%	0.042%	
B _{III}	0.027%	0.044%	0.036%	0.035%	
Moyenne	0.037%	0.044%	0.035%	0.037%	

Selon *DEMOLON in DULTHIL (1973)*, la teneur en potassium par rapport à la matière sèche varie de 0.35 à 0.7% MS dans les grains



Les résultats de la teneur en potassium sont présentés dans le tableau (9), ils indiquent que l'apport de phosphore n'a pas eu d'effet significatif sur la teneur en potassium (**tableau 7, annexe 2**). Les teneurs du potassium dans les grains, sont respectivement de 0.037% MS obtenu avec la dose D₁(30kg/ha), 0.040% MS obtenu avec la dose D₂(60kg/ha) et 0.035% MS obtenu avec la dose D₃(90kg/ha)

La **figure 10** montre que la valeur maximale (0.040% MS) est obtenue avec la dose D₂(60kg/ha).

La faiblesse des teneurs en potassium est probablement due d'une part à l'élimination des enveloppes des grains d'autre part à la nutrition, potassique de la culture.

D'après *L'O ENZ et R RETER (1976) cité par GODON (1978)* ; l'état de maturité du grain intervient sur la teneur de quelques éléments minéraux tels que le calcium et le potassium.

II -2-2- teneur en azote des grains

La teneur en azote est fonction de la variété mais surtout des conditions de culture et de maturation (précédent, fumure azotée, échaudage, etc..)

Tableau 10: Effet de la fertilisation phosphatée sur la teneur en azote des grains

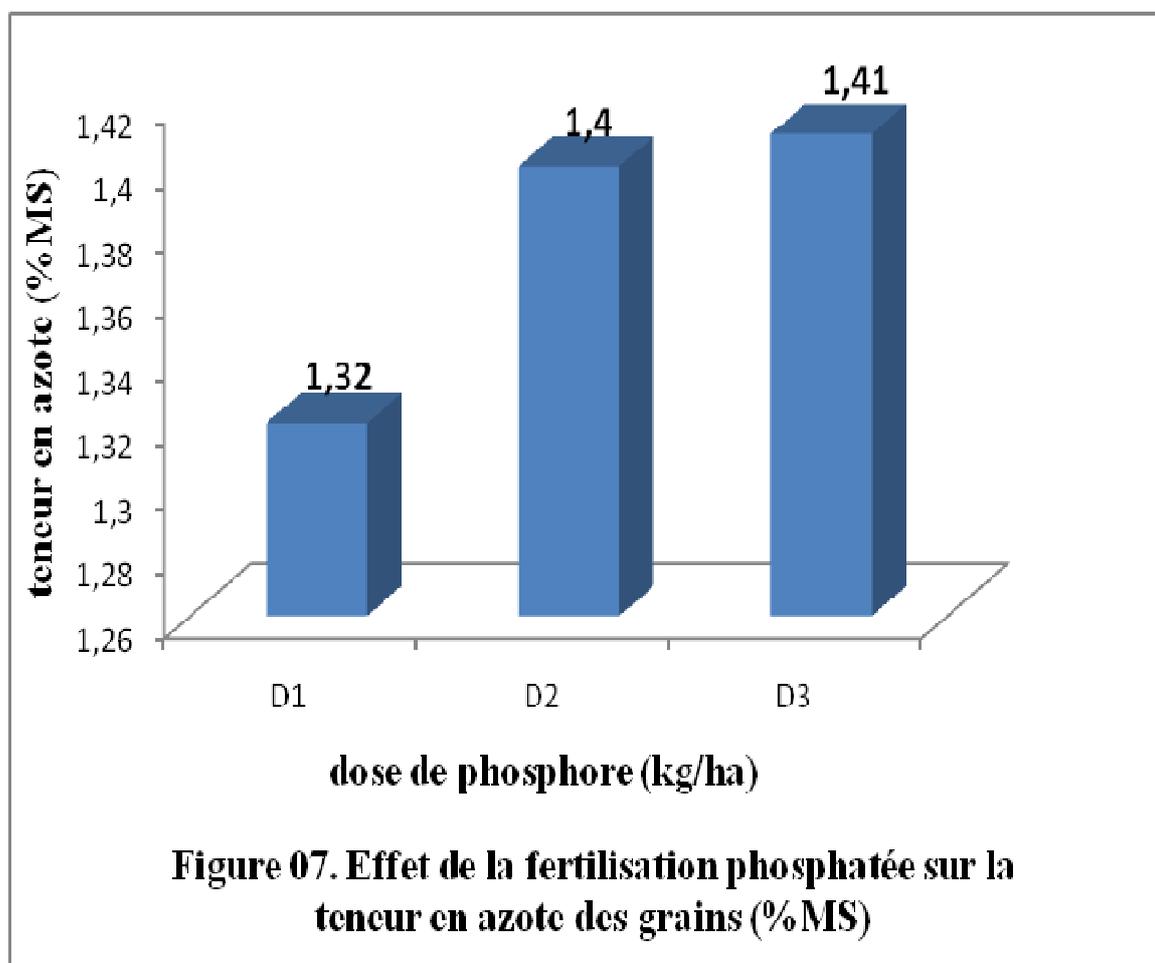
Dose Bloc	D ₁ (30kg/ha)	D ₂ (60kg/ha)	D ₃ (90kg/ha)	Moyenne générale	Signification statistique
B _I	1.49%	1.60%	1.60%	1.56%	NS
B _{II}	1.40%	1.43%	1.46%	1.43%	
B _{III}	1.38%	1.42%	1.37%	1.39%	
Moyenne	1.32%	1.40%	1.41%	1.37%	

Selon *DUTHIL, (1973)*, la teneur en azote par rapport à la matière sèche varie de 1.1 à 2.3 % les résultats de la teneur en azote de grains sont présentés dans le tableau l'apport de phosphore n'a pas eu d'effet significatif sur la teneur en azote des grains (**tableau 3, annexe 2**)

Cette teneur passe de 1.32% MS obtenu avec la dose D₁(30kg/ha) et 1.40% MS obtenu avec la dose D₂(60kg/ha) et 1.41% MS obtenu avec la dose D₃(90kg/ha).

La **figure 6** montre que le meilleur teneur en azote est obtenue avec la dose la plus élevée la dose D₃(90kg/ha) d'après *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 valorisées que s'il ya apport de phosphore.



II -2-3- teneur en protéines des grains

Le taux de protéines est un critère très important pour un nutritionniste tandis que , pour la technologie , une teneur globale en protéines n'est pas un bon critère pour l'appréciation de la valeur , boulangère .

Tableau 11 : Effet de la fertilisation phosphatée sur le teneur en protéines des grains (MS%)

dose bloc	D ₁ (30kg/ha)	D ₂ (60kg/ha)	D ₃ (90kg/ha)	Moyenne générale	Signification statistique
B _I	9.35%	10.02%	10.05%	9.80%	NS
B _{II}	8.75%	8.96%	9.13%	8.94%	
B _{III}	8.67%	8.89%	8.65%	8.73%	
Moyenne	8.92%	9.27%	9.27%	9.15%	

La teneur en protéines de notre farine varie de façon non significative à partir d'analyse de variance (**tableau 4,annexe 2**), en fonction de la dose phosphore .

Cette teneur est 8.92%MS pour la dose D₁(30kg/ha) 9.29%MS pour la dose D₂(60kg/ha) , et 9.27% pour la dose D₃(90kg/ha) .

La **figure 7** montre que le meilleur teneur protéines est obtenu avec la dose le plus élevé la dose D₃(90kg/ha) .

Ces résultats indiquent la teneur en protéines dans l'amande des grains mais elle sera plus élevé , si on avait utilisé les enveloppes des grains , peut être passe à 14%MS.

La relation entre la teneur en azote et le taux de protéines la majeure partie de l'azote des grains (non moins de 90% de la quantité total d'azote) entre dans la composition des protéines et le niveau d'alimentation d'azote détermine le volume et l'intensité de la synthèse de protéines et des autres composés organiques azoté des plantes (*SMIRNIV et al , 1981*).

La **figure 10** montre qu'il existe une relation entre la teneur en azote et le taux de protéines . donc la richesse du grains en protéines influe sur la teneur en azote dans le grain .

II-3-Analyse technologie**II-3--1- teneur en gluten**

Le gluten est complexe protéique le plus important dans la farine du blé , il est composé de gliadines et de glutamines . il constitue l'armature de la pate et lui donne ses caractéristiques plastiques . ce sont des protéines qui se trouvent dans l'amande de à 80%.

Tableau 12 : Effet de la fertilisation phosphatée sur la teneur en gluten des grains (MS%)

Dose Bloc	D ₁ (30kg/ha)	D ₂ (60kg/ha)	D ₃ (90kg/ha)	Moyenne générale	Signification statistique
B _I	1.69%	1.49%	0.54%	1.24%	NS
B _{II}	0.89%	1.17%	0%	1.03%	
B _{III}	0.94%	0.39%	0%	0.66%	
Moyenne	1.17%	1.01%	0.54%	0.90%	

Les résultats obtenu de la teneur en gluten des grains montrent qu'il varie de façon non significative en fonction des dose croissantes de phosphore à partir d'analyse de variance (**tableau 5,annexe 2**).

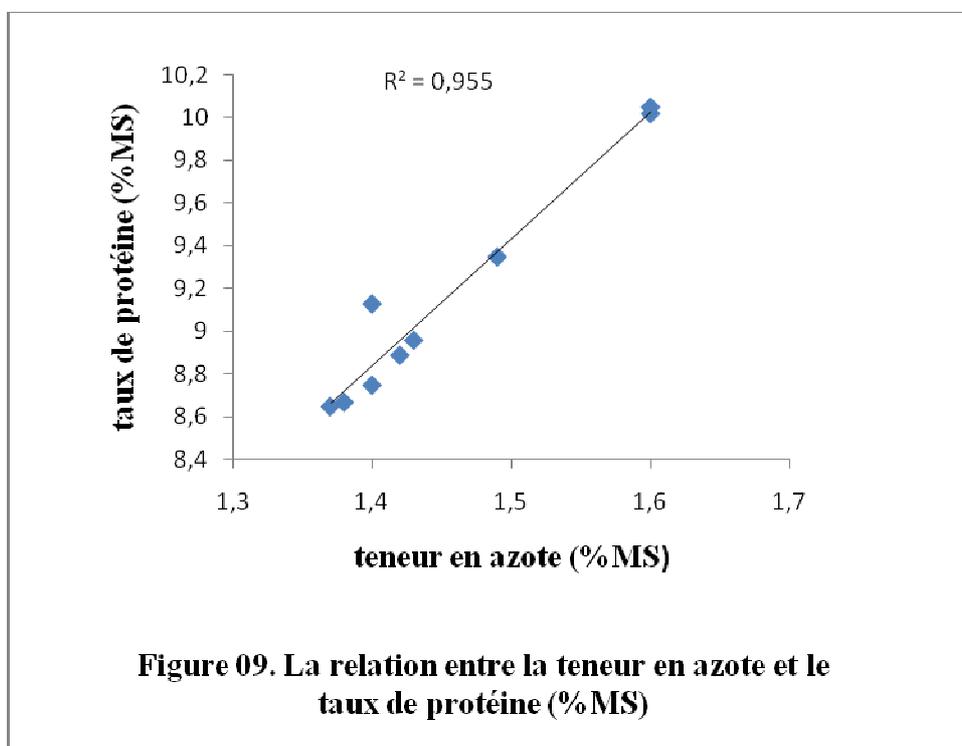
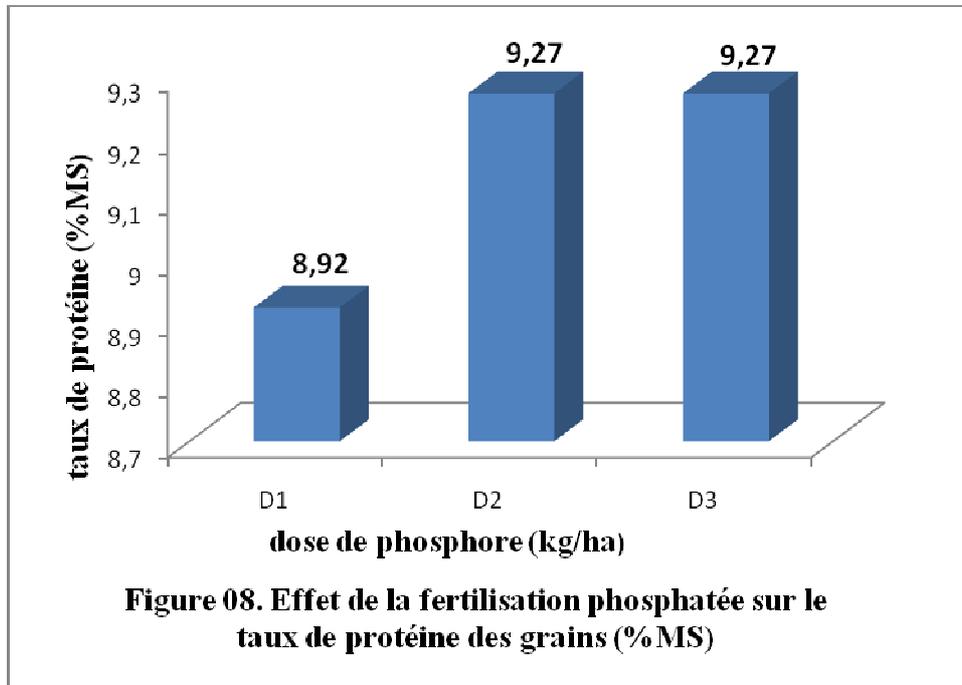
La variété étudié présent un taux de gluten sec allant de 1.17% MS pour la dose D₁(30kg/ha) ,1.01% MS pour la dose D₂(60kg/ha)et 0.54% MS pour la dose D₃(90kg/ha) .

La **figure 8** montre que le meilleur teneur en gluten (1.17% MS) est obtenu avec la dose D₁(30kg/ha) . la lumière du tableau nous remarquons une faible teneur en gluten , cette baisse semble être due à la durée de stockage de la farine environ 4 mois (janvier avril)

Selon **BELLENG et GODON (1972)** , travaillant sur la farine du blé montre que le stockage du blé pendant quatre mois , avec une humidité de 18% à des température 23°C permet une modification structurale du gluten celui-ci perd ses propriétés rhéologiques et devient difficile à extraire et également la quantité de l'azote total diminue sensiblement durant toute la période du stockage cette diminution peut être attribué à des pertes dues aux micro-organismes qui catalysent les peptides et les acides aminés libres suite à l'action d'enzymes protéolytique.

Il en résulte dans une action très pausée de ce catabolisme un dégagement d'ammoniac (**DAFTARY et PP,1970**).

Alors , cette faible teneur en gluten peut due aux protéases endogènes de la farine , qui hydrolysent les gliadines et glutamines composant le gluten pour donner des protéines a bas PM.



III -2 capacité d'hydratation**Tableau 13:** Effet de la fertilisation phosphatée sur la capacité d'hydratation des grains (MS%)

Dose Bloc	D ₁ (30kg/ha)	D ₂ (60kg/ha)	D ₃ (90kg/ha)	Moyenne générale	Signification statistique
B _I	71.04%	68.34%	61.51%	-	NS
B _{II}	66.37%	59.62%	-	-	
B _{III}	62.27%	-	-	-	
Moyenne	66.54%	63.98%	61.51%	-	

Selon *LULTON* ,(1982) ,il est à noter qu'un gluten de bonne qualité doit absorber une quantité d'eau suffisante de 68% en moyenne .

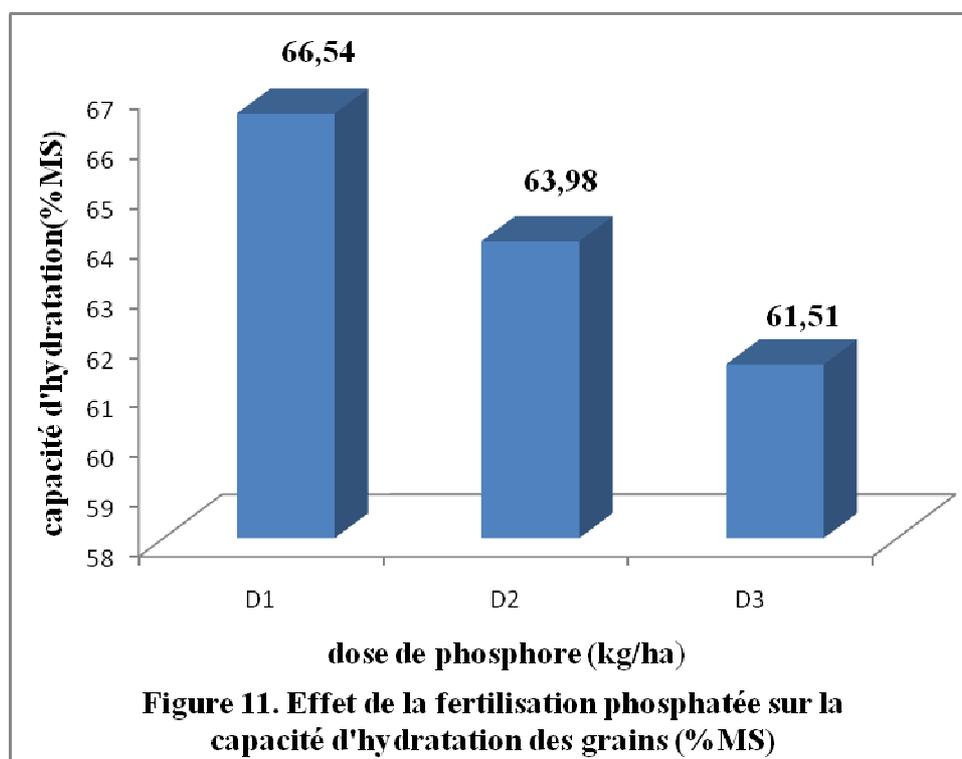
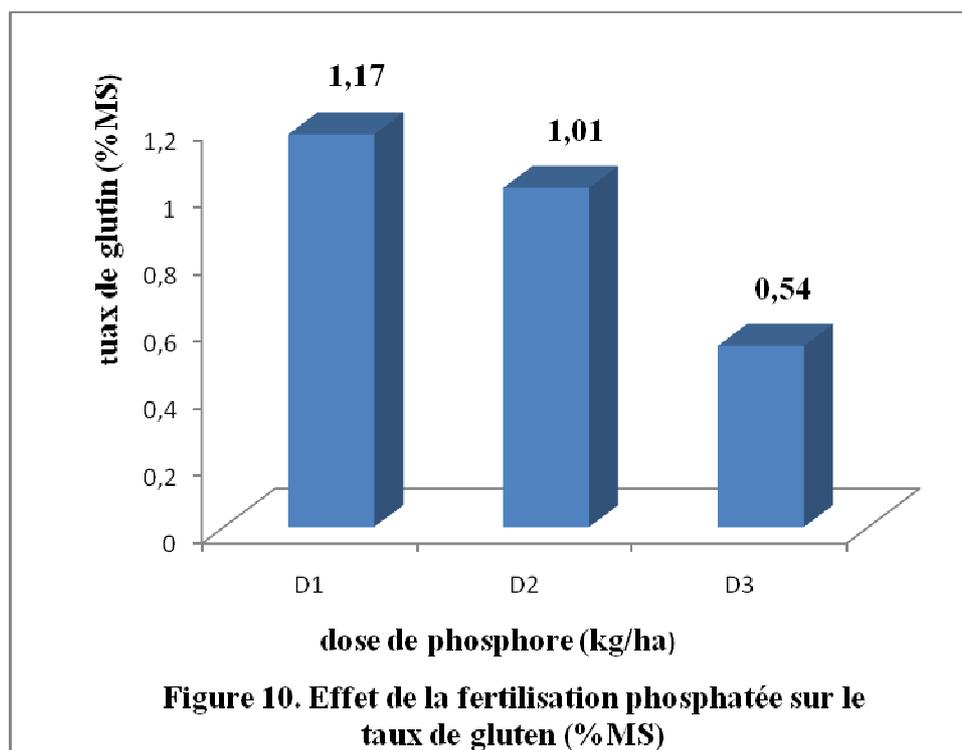
L'analyse de la variance (**tableau 6, annexe 2**) montre des différences

non significatives de l'engrais phosphaté sur la capacité d'hydratation des grains à la lumière du tableau 13 .nous remarquons un taux élevé de la capacité d'hydratation , elle est 66.54% obtenu avec la dose D₁(30kg/ha) , 63.98% obtenu avec la dose D₂(60kg/ha) et 61.51% obtenu avec la dose D₃(90kg/ha).

La **figure 9** montre que la valeur maximale obtenue est de 66.54M pour la dose D₁(30kg/ha).

Cette résultat pourrait être interprétée le degré d'endommagement de l'amidon lié au gluten au cours de stockage .

Une multiplication des sites d'absorption d'eau dans les protéines du gluten (*MULTON* , 1982)



Conclusion général

A travers cette nous avons essayé de déterminer l'influence de la fertilisation phosphatée les caractéristiques biochimique d'une variété de blé dur (*triticum durum* var *Simeto* en conditions sahariennes dans la région d' EL-GOLéa (Algérie) .

L'effet du dose de phosphore, s'est révélé significatif pour le taux de matière sèche et non significatif pour le reste des paramètres étudiés.

D'abord, on observe un effet hautement significatif de la fertilisation phosphatée sur la teneur en matière sèche dont la meilleur résultat est obtenue avec la D₃(90 Kg /ha de P₂O₅).

En ce qui concerne la teneur en cendres des grains, les résultats obtenue sont très faible.5

La valeur maximale est obtenue avec la dose D₁(30 Kg /ha de P₂O₅), cette faiblesse , peut être expliquer en partie par l'élimination des téguments du grain.

Par ailleurs , les résultats obtenue pour le dosage des éléments minéraux , le potassium en particulier, montrant d'un faible teneur , la valeur maximale est obtenue avec la D₂ (60 kg /ha de P₂O₅).

Les meilleurs valeurs de la teneur en azote et du taux de protéines des grains sont obtenus au niveau de D₃(90 kg /ha de P₂O₅). Cependant les résultats restent faibles par rapport aux caractéristiques technologiques de la variété étudiée.

A la fin , les résultat s relatif à l'étude de la fraction insoluble dans le chlorure de sodium (gluten), montre que quelque soit la dose utilisée , le taux de gluten reste faible par rapport aux normes. Cette faiblesse , sera expliquer par la durée de stockage de la farine (4 mois).(GODON, 1972).

Toute fois , la capacité d'hydratation est élevé dont la meilleur est obtenue avec la D₁(30kg/ha), serait dû à l'état d'endommagement de l' amidon , qui permet une plus grande absorption d'eau.

Référence Bibliographique

- **ALAIS .C ; LINDEN. G ; MICLO .L ; 2003** Biochimie Alimentaire 5^eédition de l'abrégé p 130-135 .
 - **ANONYME ; 1976** : Recueil des méthodes d'analyse des communautés européennes Bipea , 160p
 - **ANONYME ; 1980** : Interaction entre les éléments NPK S-C-P-A paris
 - **ANONYME ; 1985** : méthodes et technique de l'analyse de terre doc N° 345 , centre national de la recherche .
 - **BABI ,F ;2004** : Contribution à l'étude de la fertilisation azotés et potassique sur blé dur (tritium durum 1. var. SIMETO) sous pivot a HASSI BEN ABDALAH OUARGLA .
 - **Baeyens J ; 1976** ; nutrition des plantes du culture ou physiologie appliqué aux plantes agricoles .ed naiwelaerts .louvaim 278p.
 - **BAILLAND .R.1987** : la fertilisation phosphaté cultiver N° 204, p 31.
 - **BARBLER.M COIC.Y;1976** : la fumure phosphatée des céréale d'automne magasin ,agricole , N°31 ,P28 .
 - BAZTIN .R ;1967** : traité de physiologie végétale, p158.
 - **BELAID , DJ ;1987** : Etude de la fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur (Hebder3) en condition de défiait hydrique thèse magister p108.
 - **BELAID .D ; 1996** : Aspect de la certificateurs Algérienne ,87p.
 - **BELLEN.R ;GODON ;1972** : étude préliminaire de la maturation des farines des blés ; influence de l'aération sur l'évolution de divers caractéristique biochimiques et physico-chimiques anntechno agri21(2) , p145-161.
 - **BERNAR LE CLECH ;1999** : production végétales grand cultures . Edition synthèse Agricole -2 p 57-60.
 - **BOUKHALFA .N ;2004** : Effet de la fertilisation phosphatée sur le comportement d'une variété de blé tendre (triticum aestivum L. var -Anza)conduite en conditions sahariennes p 6-7 .
 - CHARLES .G ; 1976** :Diagnostic de la carence phosphorique des soles par symptomatologie végétale , Annales de L'I.N.A vol VI n°2,p 119-121.
 - **DAFTARYRD POMERANZY,HOSENEYRC,SHOGREN NDJ,FINNEYKE (1970)** :changes in wheat lowrs demged by mold during storage , effet in bread making .Agri Food chemi 18,616-817.
-
-

- **DEMONTAR.F;1986** : l'absorption minérale perspective .agricole N°127 , P 12.
 - DIEHL .R ; 1975** : Agriculture ,agricole ed. bailliere , p 196-200
 - DIEHL .R ; 1973** :Eléments d'écologie et d'agronomie T3 ed J –B Bailliere .654 p.
 - **FEILLET.P ;1976** : Dosage semi-automatique de la teneur en protéines des céréales par la méthode de Kjeldahl . techn.Ind . cer , 135,p 17-19 .
 - **GATA.P ;1995** : Ecophysiologie du blé de la plante à la culture .Ed. Doc-lanoisier- I.T.C.F , France .417p.
 - **GERVY,1970** : phosphates et l'agriculture , Ed DUNOD – paris 298 p .
 - **GODN.B,LOISEL .W ;1984** : Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales . technique et documentation –lanoisier p 227-228 .
 - **GRIERE .T ; 1976** : Quelques données sur les essais de long durée réalisée a l'université de pennsylvam Ann.Agro .vol 27 .N°3 P6 .
 - **ISHIZUKAL ;1970** : influence de la fumure N.P.K. sur le rendement de blé dur . revue de la potasse section 9 - N°8 . P3.
 - **I.T.C.F . 1987** : Fertilisation phosphaté et potassique des cultures holorisation technique agricole . paris .
 - **JONARD . P ; 1951** : les blé tendres (triticum vulgaired v = III) cultives en France .
 - LAMBERT.J.C ;DELHAY.JP ET TOUSSAINT .B ; 1979** a : fertilisation phosphorique et la conduite rationnelle des herbages en région tempérée –phosphore et agriculture .N°76 ; septembre , pp : 7-16 .
 - **LAMBERT.J ;1979** : le phosphore cultivar N°115,p 36-87 .
 - **MALKI.M, 1977** : Etude de la fertilisation NPK chez le blé dur (variété ASCARGS) cultivé en zone semi-aride thèse d'ingénieur INA d'Alger , p 57
 - **MARFIN .P , GAGNARD.J , GAUTIER .P ; 1984** : analyse végétale dans contrôle de l'alimentation des plantes tempérés et tropicales .810p.
 - **MECHANI.K ;1987** : effet de fertilisation NPK sur une culture de blé cas du cultivar WAHA dans la région de TAIBET , thèse d'ingénieur .INA. d'Alger .p 5-35 .
 - **MUAMEL ; DULACJ ;1936** : Echantillonnage rationnel de la plante de blé en vue des analyses chimique comparatives C.R.Acad Agri.fr .26.906-913.
 - **MAUZE C , RICHARD . M et SCOTTIG . 1972** : contrôle de la qualité des blés . Guide pratique de L'Institut Technique des céréales et des fourrages –paris , 176p.
 - OSBORNE .TB , 1907** : “ the proteins of the wheat “ KERNEL CARNEGIE .Inst ;Washington , Washington Dc pub . N°84 .
-
-

- **POPINEAU** ; 1985 : propriétés biochimiques et physico-chimique de protéines de céréales .
In :protéines végétales , la voisier APRIA , (1985) p 161-210
- PARTS.J et CLEMENT – GRANCOURT M** ,1971 : les céréales // J.B.Bailliere et fils
.Editeurs) conduite en condition p6 .
- **SMIRON et AL** , 1981 :
soins p et vaysse p , 1999 : fertilisation des vergers environnement et qualité Ed . CTIFL ,
PP : 47-52 .
- **SOLTNER .D** , 1988 : les grands production végétale phytotechine spéciale 16^e édition
464p.
- **THELIER – HUCHEL, BONISHOT R, CONTAT F et SALETTE J** ;1996 :incidence long
terme d'une absence prolongée de fertilisation phosphatée sur prairie permanente revue
fourrages N° 145 ,PP 53-62.
-
-

Annexe

Annexe 1

Caractéristiques de la variété *Siméto*

Caractéristiques	
Caractéristiques morphologiques	<ul style="list-style-type: none"> - hauteur de la plante : 85.2cm - port : semi érigé - paille : creuse
Caractéristiques physiologiques	<ul style="list-style-type: none"> - froid: peu sensible. - Verse : peu sensible. - Résistance aux maladies - Oidium : modérément sensible - Septoriose : modérément sensible - Rouille burne : peu sensible.
Caractéristiques technologiques	<ul style="list-style-type: none"> - protéines (%) = 14.7 - gluten (%) = 9.1 - résistance au mitadinage = modérément résistance - résistance à la mouchure = : modérément sensible

Annexe 2

Analyse de la variance

Tableau 01 : teneur en matière sèche des grains

	S.C.E	DDL	Carres moyenne	Test F	PROBA	E.T	C.V
R.TOTALE	12.90	8	1.61				
R.FACTEUR1	10.01	2	5.00	27.29	0.0063		
R.BLOCS	2.16	2	1.08	5.89	0.654		
R.RESIDUELLE1	0.73	4	0.18			0.43	0.5%

Tableau 02 : teneur en cendre des grains

	S.C.E	DDL	Carres moyenne	Test F	PROBA	E.T	C.V
R.TOTALE	0.00	8	0.00				
R.FACTEUR1	0.00	2	0.00	0.00	0.9900		
R.BLOCS	0.00	2	0.00	1.00	0.4459		
R.RESIDUELLE1	0.00	4	0.00			0.01	34.5%

Tableau 03 : teneur en azote des grains

	S.C.E	DDL	Carres moyenne	Test F	PROBA	E.T	C.V
R.TOTALE	0.06	8	0.01				
R.FACTEUR1	0.01	2	0.00	2.72	0.1799		
R.BLOCS	0.05	2	0.02	20.69	0.0096		
R.RESIDUELLE1	0.00	4	0.00			0.03	2.4%

Tableau 04 : taux de protéines des grains

	S.C.E	DDL	Carres moyenne	Test F	PROBA	E.T	C.V
R.TOTALE	2.35	8	0.29				
R.FACTEUR1	0.26	2	0.13	3..21	0.1476		
R.BLOCS	1.93	2	0.96	23.85	0.0078		
R.RESIDUELLE1	0.16	4	0.04			0.20	2.2%

Tableau 05 : teneur en gluten des grains

	S.C.E	DDL	Carres moyenne	Test F	PROBA	E.T	C.V
R.TOTALE	0.00	8					
R.FACTEUR1	0.00	2		0.86			
R.BLOCS	1.00	2	8.47	8.47	0.0382		
R.RESIDUELLE1	0.24	4	0.06			0.24	30.8%

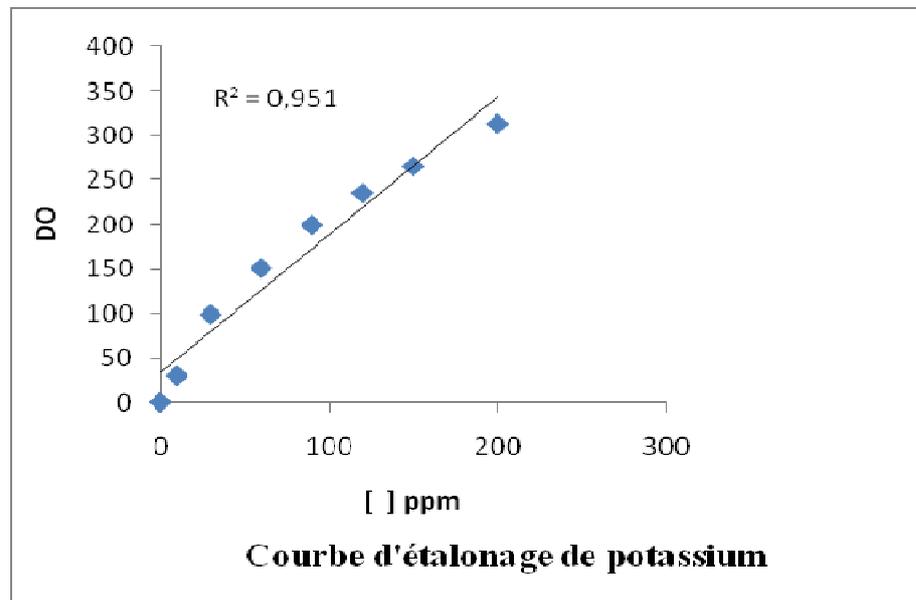
Tableau 06 : capacité d'hydratation des grains

	S.C.E	DDL	Carres moyenne	Test F	PROBA	E.T	C.V
R.TOTALE	6615.75	8	826.97				
R.FACTEUR1	4016.47	2	2008.24	5.92	0.0649		
R.BLOCS	1243.18	2	621.59	1.83	0.2723		
R.RESIDUELLE1	1356.10	4	339.02			18.41	36.6%

Tableau 07 : teneur en potassium

	S.C.E	DDL	Carres moyenne	Test F	PROBA	E.T	C.V
R.TOTALE	1657.56	8	207.19				
R.FACTEUR1	30.39	2	15.19	0.05	0.9518		
R.BLOCS	419.39	2	209.69	0.69	0.5531		
R.RESIDUELLE1	1207.78	4	301.94			17.38	14.4%

Annexe 03



LISTE DES ABREVIATION

AFNOR.1991 : Association français de Normalisation tour Europe Codex7-92080 paris.

HS : Hautement Significative

NS : Non Significative

PM : Poids Moléculaire

MS : Matière Sèche

SDS : Dodecyl Sulfate de Sodium.

DDL : Degrés de liberté

D : Dose.

FAO : Organisation de l'agrumiculture et de l'alimentation .

Kg/ha : kilogramme par hectare .

INA : Institut Nationale Agronomique .

H.P.M : Haute Poids Moléculaire .

I.T.C.F ; 1995 : Institut Technique des Cultures fourragères : Fertilisation PK Guide Pédologie .

N : Azote .

P : phosphore

K : Potassium .

Cv :coefficient de variance .

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
Figure 01	Coupe d'un grain de blé .source.net	06
Figure 02	Différents stades de développement du blé	08
Figure 03	Absorption des élément minéraux au cours de la croissance du blé (d'après VINCENI ,sur blé vilmorin 27, en 1933)	12
Figure 04	Effet de la fertilisation phosphaté sur le taux de matière sèche des grains	42
Figure 05	Effet de la fertilisation phosphaté sur la teneur en cendres des grains(MS %)	42
Figure 06	Effet de la fertilisation phosphaté sur la teneur en azote des grains (MS %)	44
Figure 07	Effet de la fertilisation phosphaté sur le taux de protéines des grains	46
Figure 08	Effet de la fertilisation phosphaté sur la teneur en gluten des grains (MS %)	49
Figure 09	Effet de la fertilisation phosphaté sur la capacité d'hydratation du gluten des grains (MS %)	49
Figure 10	Effet de la fertilisation phosphaté sur la teneur en potassium des grains (MS%)	51
Figure 11	Relation entre la teneur en azote et le taux de protéine des grain .	51

RESUME

Les analyses de la fertilisation phosphatée portant sur l'étude des caractéristiques biochimiques et technologiques du blé dur, montre que l' addition de phosphore sous forme phosphactyl P_2O_5 influence sur toutes les paramètres étudiées . l'apport de phosphore accroît d'une manière hautement significatif sur la teneur en matière sèche , la meilleur résultat est obtenue avec la D₃ (90 kg /ha de P_2O_5) .

Et non significatif sur les autres paramètres dont la meilleur résultat de la taux de protéine des grains est obtenue au niveau de D₃ (90 kg /ha de P_2O_5).

Et montre que quelque soit la dose utilisée de phosphore ,le taux de gluten reste faible. Toutefois une taux élevée de la capacité d'hydratation , dont la meilleur valeur est obtenue avec la D₁ (30 kg/ha de P_2O_5).

Mots clés : Phosphore , Blé dur , Azote ,Protéine , Gluten

Summary

Analysis of fertility phosphate on the biochemical and technological characteristic of durum wheat.

Shows that the addition of phosphorus in the form phosphactyl P_2O_5 influence on all parameters studied. Capital increases of phosphorus in a way highly significant on the dry matter content, the best is achieved with the D₃ (90 kg/h) of P_2O_5 and not significant on other parameters which lazes best values of the rate of protein grains is obtained in the D₃ (90 kg/h) of P_2O_5 .

And shows that whatever the dose of phosphorus, the rate remains gluten less however a high rate of capacity of hydration, which best value is obtained with D₁(30 kg/h) of P_2O_5 .

Key Word : Phosphore , Blé dur , Azote ,Protéine , Gluten

ملخص

تحاليل الخصوبة الفوسفاتية لدراسة الخصائص البيوكيميائية و التكنولوجيا على القمح الصلب نوع (سيميتو)، تبين أن إضافة الفسفور نوع P_2O_5 phosphactyl تؤثر على جميع المعايير المدروسة؛ حيث زيادة جرعة الفسفور تؤثر بشكل كبير للغاية على محتويات المادة الجافة، و أحسن قيمة تحصلنا عليها مع الجرعة الثالثة (90 كلغ/هكتار) من P_2O_5

على عكس غيرها من المعايير الأخرى حيث أحسن القيم لمعدل البروتين يتم الحصول عليه في الجرعة الثالثة (90 كلغ/هكتار) من P_2O_5

وتبين أنه مهما كانت جرعة الفسفور، يبقى معدل العلك ضعيف جداً. مع ذلك كان لدينا نسبة عالية من قدرة الامتصاص للماء؛ والتي كانت مع الجرعة الثانية (30 كلغ/هكتار) من P_2O_5

الكلمات المفتاحية: الفسفور، القمح الصلب، أزوت، بروتين، العلك