

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université 08 Mai 45 Guelma Faculté des Sciences de la Nature et de la
Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et Génie de l'environnement



Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques.

Spécialité/Option : phytopathologie et phytopharmacie.

**Etude comparative de l'effet de trois types d'engrais
(weatstart, weatgrow, et weatgeen) sur le rendement de
la culture de blé dur *Triticum durum Desf* (Var simeto)
dans la région de Guelma**

Présenté par :

SOUALMIA Bouchra

Devant le jury composé de :

Président (e) : Mme S Benbelkacem (M.A.A) Université de Guelma.

Examineur: Mme N Chahat (M.A.A) Université de Guelma.

Promotrice: Mme H LAOUAR. (M.A.A) Université de Guelma.

Membre invité : Mr F Boudjadja ITGC Guelma

Promotion Sept 2014

REMERCIEMENTS

Louanges à Allah Miséricordieux qui nous a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce à réussi à achever ce modeste travail.

Nos vifs remerciements s'adressent à LAOUAR Hadia qui nous a fait l'honneur de nous diriger et nous guider avec patience tout au long de la réalisation de ce travail, pour ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils qui nous ont été d'une précieuse aide.

Nous adressons un grand remerciement pour les membres du jury : A BENBELKACEM Sofia, qui nous a fait l'honneur de présider le jury d'évaluation de ce modeste travail.

A CHAHAT Noura Enseignante au département de Biologie, pour nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements vont à tous les Ingénieurs de ITGC de Guelma du Département de Biologie de l'université de Guelma et aux responsables des laboratoires.

Nous remercions aussi profondément tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration directe ou indirecte de ce travail.

Notre sympathie pour tous les camarades de la promotion phytopathologie phytopharmacie 2014.

Dédicace

Tout d'abord louange à « ALLAH » qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail et nous a inspiré les bons pas et les bons réflexes.

Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents BOUDJAMAA et AICHA

Pour leur soutien inconditionnel, leurs sacrifices, leur tendresse, leur amour infini ;

Je souhaite qu'ils trouvent en ce modeste travail le témoignage de ma reconnaissance et toute mon affection,

A mes chères frères : BASSEM, AYMEN, TAISSIR

Que dieu les protège.

A mon marié : HAMDI ;

A mon frère ;Sami

Je souhaite tout le bonheur durant leur vie ;

A tout mes cousins ;

A tous les enseignants du primaire jusqu'à l'université particulièrement les enseignants de biotechnologie végétale ;

A tous mes amis : Amina, Khawla, Fairouz, Houria , Wissem, Warda, Naima

*Ainsi qu'à tous les étudiants de la promotion phytopathologie
phytopharmacie 2013/2014.*

Sommaire :

Introduction	1
CHAPITRE 1 : Généralité sur les céréales	
I. Généralité sur les céréales	3
1. Importance des céréales	3
2. La production céréalière.....	3
3. La consommation.....	3
II. Blé	3
1. Définition et origine	3
2. Classification botanique.....	5
3. Les différents stades de développement du blé.....	5
• La levée	5
• Stade 2-3 feuille.....	6
• Stade début tallage.....	6
• Stade plein tallage.....	6
• Stade épi à 1 cm.....	6
• Stade 1-2 nœuds.....	6
• Stade méiose pollinique.....	6
• Stade épiaison.....	7
• Stade floraison.....	7
• La formulation de la graine.....	7
a. Le stade grain laiteux.....	7
b. Le stade grain pâteux.....	8
c. La maturité physiologique.....	8
4. Structure et composition du grain de blé	8

5. La production du blé dur dans le monde.....	9
6. La production du blé dur en Algérie.....	9
7. Les principaux parasites et ravageurs du blé.....	9
8. Exigences de la culture de blé.....	11
a- Température.....	11
b- Eau.....	11
c- Sol.....	11
d- Elément nutritifs.....	11

CHAPITER 2 :Fertilisation

I. La fertilisation

1. Définition.....	13
2. Types de fertilisation.....	13
2 .1.Fertilisation azotée.....	13
2 .2.Fertilisation phospho-potassique.....	13

II. Les engrais.....

1. Définition.....	14
2. Les différents types des engrais.....	14
2.1. Les engrais organique	14
2.1.1Les différents types des engrais organique	14
❖ Le fumie.....	14
❖ Le compost	14
❖ Le paillis.....	15
❖ L'engrais vert.....	15
1. Pratique de jachères à Pueraria Phaseoloides.....	15

2. Arachides sauvages.....	15
3. Consoude.....	15
2-2- Les engrais minéraux	16
2-2-1- Les différents types d'engrais minéraux.....	16
❖ Les engrais simples.....	16
❖ Les engrais composés	16
1. Les engrais simples	16
1-1. Le nitrate d'ammonium.....	16
1-2Le sulfated'ammonium.....	16
1-3. L'urée.....	16
1-4. Le calcium nitrate d'ammonium.....	16
1-5. Le sulfazote.....	16
1-6. Le superphosphate simple.....	17
1-7. Le superphosphate triple.....	17
2. Les engrais composés.....	17
2-1. L'azoté phosphaté potassique sulfaté.....	17
2-2 .L'azoté phosphaté potassique sulfaté.....	17
2-3. L'azoté phosphaté potassique chloré.....	17
2-4. L'azoté phosphaté potassique sulfaté.....	17
3-Méthodes d'application des engrais.....	19
4-Les effets des engrais sur l'environnement.....	19

CHAPITRE 3 : Matérielles et méthodes

I. Caractéristiques du site d'essai.....	20
1. Localisation.....	20

1.1 Caractéristiques climatique.....	20
1.2 Caractéristiques pédologiques.....	20
2. Matériel végétal	21
2-1. Morphologie.....	21
2-2. Qualité technologique	21
3- Engrais	21
1-WEATSTART.....	21
1.1 La formule	21
1.2 Composition	21
1.3 Recommandation d'utilisation	22
2- WEATGROW	22
2.1 La formule.....	22
2.2 Composition	22
2.3 Recommandation d'utilisation	22
3- WEATGREEN.....	23
3.1 La formule.....	23
3.2 Composition.....	23
3.3 Recommandation d'utilisation	23
4- Conduite d'essai	23
5-Mise en place de l'essai.....	25
6. Protocole expérimental	26
7. Période de traitement.....	26
8. Les stades phonologiques.....	27
9. Paramètres étudiés	27

9.1-Hauteur des plantes	27
9.2- Nombre épi par plante.....	27
9.3-Nombre épillet par m ²	27
9.4-Nombre épillet par épis.....	27
9.5- Nombre de grains/épis.....	28
9.6-Poids de mille grains.....	28
9.7- Rendement par hectare	28
9.8-Teneur en chlorophylle a et b.....	28
9.9 Teneur en matière sèche et fraîche.....	29
10. Analyse statistique.....	29

CHAPITRE 4 : Résultat est discussion

1-La hauteur des épis.....	30
2-Nombre des plantes /m ²	31
3-Nombre épi par m ²	33
4-Nombre épillet par épi.....	34
5-Nombre de grains/épis.....	35
6-Poids de 1000 grains	36
7- Rendement par hectare.....	38
8-Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b	39
9-Teneur en matière fraîche et sèche	41

Conclusion.....

Résumé

Un essai a été mis en place à la ferme expérimentale ITGC de Guelma durant la campagne 2013/2014 en vue de comparer l'effet de trois types d'engrais (weatstart, weatgrow, weatgreen) sur le développement et le rendement du blé dur (*Triticum durum, Desf*), variété SIMETO, plusieurs paramètres morphologiques, agronomiques et physiologiques ont été estimés, en vue de déterminer la réponse des plantes aux différentes doses d'engrais utilisées.

Les résultats obtenus confirment l'intérêt des engrais comme des facteurs d'amélioration de la productivité et du rendement du blé dur dans la zone; les doses les plus élevées ont enregistré les meilleurs résultats pour l'ensemble des paramètres induisant ainsi une augmentation du rendement.

Mots clés : blé, rendement, engrais, traitement, Guelma.

الملخص

خلال الموسم الزراعي 2013-2014 أجريت تجربة بالمعهد التقني للمحاصيل الزراعية بولاية قالمة قصد دراسة تأثير ثلاثة اسمدة weatstart, weatgrow, weatgreen بتركيزات مختلفة على نمو و مردود القمح الصلب النوعية Semito

و تم التركيز على عدة مقاييس مرفولوجية زراعية و فيزيولوجية بهدف معرفة مدى استجابة النبات للتسميد و بينت النتائج المتحصل عليها الأثر الإيجابي للأسمدة في تحسين إنتاجية القمح الصلب بالمنطقة .
و قد سجلت التراكيز العالية أفضل النتائج بالنسبة لكافة المقاييس المدروسة بحيث سجل ارتفاع محسوس في المردود.

الكلمات المفتاحية: القمح , المردود , الاسمدة , المعالجة , قالمة

Liste de tableaux

N°	Titre	Page
01	Les principaux ravageurs, maladie et adventice de blé	10
02	éléments essentiels aux végétaux	12
03	Les besoins du blé en phosphore et en potassium nécessaires à différents rendements objectifs	14
04	Caractéristiques de quelques engrais minéraux	18
05	donné de la précipitation dans la région de Guelma durant la campagne 2013-2014.	20
06	caractéristiques pédologiques du site de l'essai	20
07	Les travaux culturaux effectués	24
08	Les stades phynologiques de blé	27
09	Résultat de la hauteur des épis	30
10	Résultat de nombre des plantes	31
11	Résultat de nombre épi par m ²	33
12	Résultat nombre épillet par épi	34
13	Résultat nombre de grains/épis	35
14	Résultat de poids de mille grains	37
15	Résultat de rendement par hectare	38
16	Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b	39
17	La teneur en matière fraîche et sèche	41

Liste de figures

N°	Titre	Page
01	Phylogénie du blé tendre	04
02	La fécondation du blé par son propre pollen	07
03	Histologie du grain de blé	08
04	Disposition expérimentale de l'essai	25
05	broyage des feuilles de blé	28
06	spectrophotomètre	28
07	Balance de précision	29
08	la hauteur des épis	30
09	nombre des plantes/m ²	32
10	Résultat de nombre épi par m ²	33
11	Résultat de nombre épillet par épi	34
12	Résultat de nombre de grains/épis	36
13	Résultat de poids de mille grains	37
14	Résultat de Rendement par hectare	38
15	Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b	40
16	La teneur en matière fraîche et sèche	41

Liste d'abréviation :

SAU : Superficie Agricole Utile

ha : hectare

an : année

cal : calorie

gr : gramme

J : jours

q : quintaux

I.T.G.C : l'institut Technique des Grandes Cultures

Var : variété

PMG : poids de 1000 grains

RDT : rendement

MF : matière fraîche

MS : matière sèche

Chl : chlorophylle

PPM : partie par million

EMB : Embranchement

S/EMB : Sou embranchement

CL : Classe

S.C : Sou classe

O : Ordre

F : Famille

G : Genre

Introduction

Introduction :

Les céréales sont un constituant majeur des régimes alimentaires de l'homme et de l'animal partout dans le monde. Si l'on considère les superficies couvertes, le blé est la plante la plus cultivée sur terre (**Kacem, 2005**).

La culture des céréales à paille en général et celle du blé dur (*Triticum durum*, Desf.) en particulier est confrontée, en zones semi-arides d'altitude, à diverses contraintes climatiques qui rendent le rendement en grain très peu efficace comme critère de sélection. En effet, la majeure partie des emblavures se trouve sur les hautes plaines caractérisées par une altitude assez élevée (800 à 1200 m), des hivers froids, un régime pluviométrique insuffisant et irrégulier, des gelées printanières fréquentes, et l'apparition du sirocco du fin de cycle.

En Algérie, les céréales sont la base alimentaire de la population (220Kg /individu / an) elles occupent la première place en surface agricole. Le blé dur occupe 43% de la zone de production du pays et le blé tendre vient au deuxième rang avec 800.000 hectares. (**Kacem, 2005**).

En Algérie, la sélection du blé dur s'est faite en puisant fortement dans les introductions des centres internationaux de la recherche agronomique. Les variétés sélectionnées réussissent bien dans les plaines intérieures et sur le littoral, mais le niveau de rendements en grains reste très variable sur les hautes plaines (**Bouzerzour et al, 2002**).

En Algérie, la superficie consacrée traditionnellement aux céréales varie de 3 à 3,5 millions d'hectares. Le blé dur occupe une place privilégiée suite à son utilisation dans l'alimentation quotidienne de la population sous diverses formes. La superficie moyenne de blé dur varie de 0,82 à 1,49 x 10⁶ ha pour la période 2000 à 2007. Les rendements restent faibles et très variables d'une année à l'autre, à l'image de la production qui varie de 4.9 à 20 millions de quintaux/an pour la même période. La culture des céréales d'hiver demeure encore difficile à maîtriser tant que celle-ci reste confrontée et soumise à plusieurs contraintes (aléas climatiques, faible maîtrise de l'itinéraire technique, etc.). La faiblesse de la production céréalière en Algérie découle en majeure partie des faibles potentiels des rendements. Il est donc impératif de faire accroître les rendements à l'hectare, parce qu'il n'est plus possible d'étendre les superficies consacrées aux céréales d'hiver (**Benbelkacem et Kellou, 2001**).

Introduction

Pour atteindre les meilleurs rendements, il faut satisfaire les besoins des cultures en éléments fertilisants par des apports d'engrais en quantités suffisantes et au moment opportun.

Cette étude qui entre dans le cadre d'un programme de collaboration avec l'institut technique des grandes cultures (I.T.G.C de Guelma) vis à étudier l'effet de trois engrais : weatstar, weatgrow, weatgreen, sur le développement et le rendement du blé dur *Triticum durum* (var. Simeto) avec des différentes doses dans la région de Guelma.

I. Généralités sur les céréales

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de la base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie. (Djermoun, 2009).

1. Importance des céréales

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière à travers toutes les phases de la filière. (Djermoun, 2009).

2. La production céréalière

La production des céréales, jachère comprise occupe environ 80% de la superficie agricole utile(SAU) du pays. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 % et 3,5% million d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Elle apparaît donc comme une spéculation dominante,

-Spéculation présente dans tous les étages bioclimatiques, y compris dans les zones sahariennes.

-En matière d'emploi, plus de 500 000 emplois permanents et saisonniers sont procurés par le système céréalier.(Ministère de l'Agriculture).

3. La consommation

La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 Kg \ha \an. (in Chehat, 2007).

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. et elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75% à 80% de l'apport protéique, de la rotation alimentaire. Est ainsi, au cours de la période 2001-2003, les disponibilités des blés représentent un apport équivalent à 1505,5Kcal\personne \ jour, 45,533 gr de protéine personne \ j et 5,43gr de lipide \ personne \ j. [1]

II. Blé

1. Définition et origine

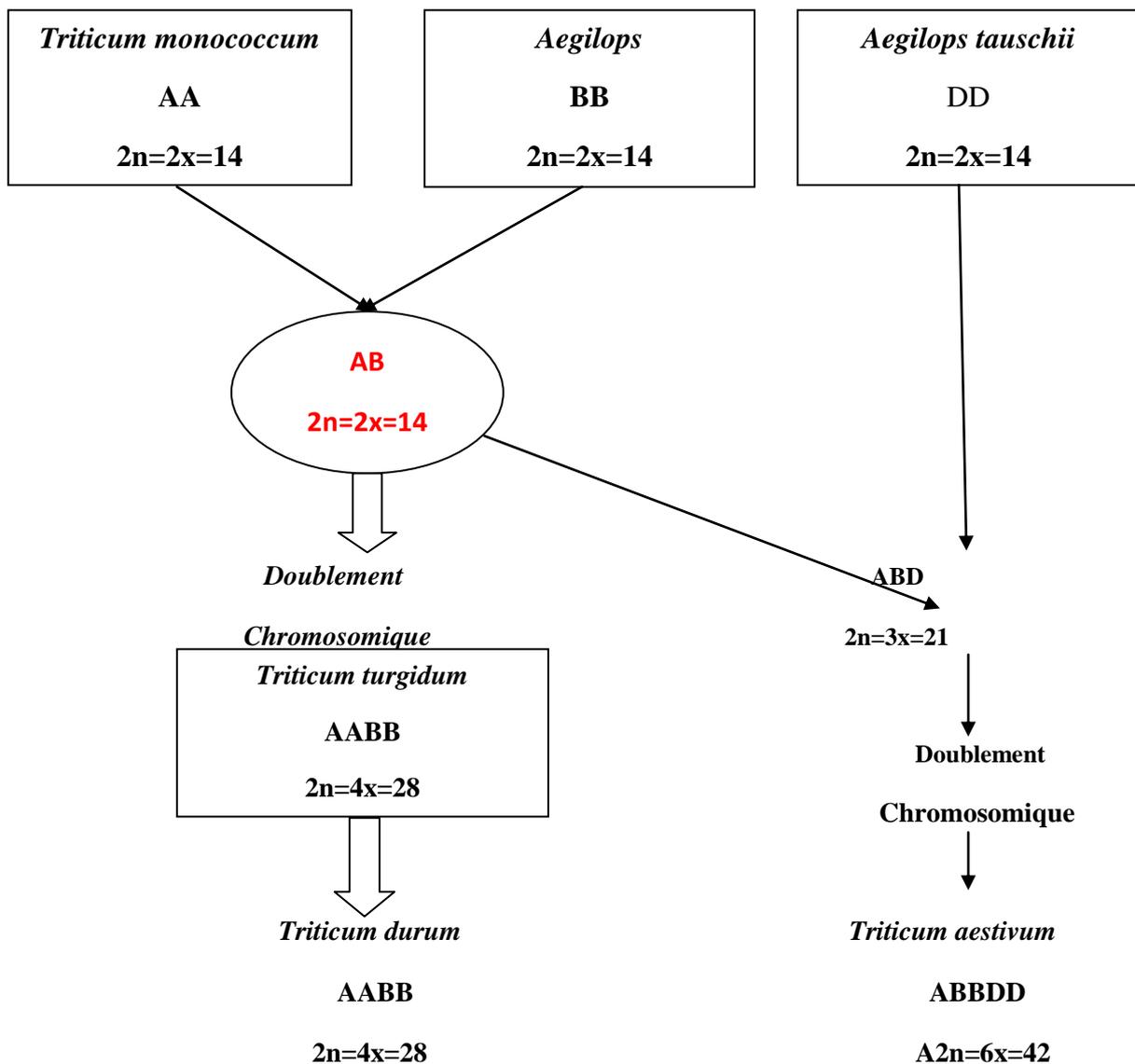


Figure 1. Phylogénie du blé dur (Debiton, 2010)

Le blé est une monocotylédone de la famille des *Poaceae* appartenant au genre *Triticum*. Cette plante annuelle produit un fruit sec indéhiscent : le caryopse. Le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde (Debiton, 2010).

Le blé tendre est constitué de trois génomes possédant chacun 7 paires de chromosomes homologues, soit 42 chromosomes au total. Il possède une structure génomique hexaploïde (AA BB DD) et le blé dur une structure tétraploïde (AA BB).

Le blé tendre d'un point de vue phylogénétique est issu de deux hybridations interspécifiques suivi d'un doublement chromosomique (Figure 1).

Le croisement entre *Triticum monococcum* (A) et un *Aegilops* (B) a donné un individu de structure génomique (AB) avec 14 chromosomes. Après doublement chromosomique est apparu *Triticum turgidum sp. Dicoccoides* (AA BB), ancêtre du blé dur (**Debiton, 2010**).

Le second croisement interspécifique a eu lieu entre *Triticum turgidum sp. Dicoccoides* et *Aegilops tauschii* (D) ce qui a donné un individu (ABD) possédant 21 chromosomes. Ce dernier a lui aussi subi un doublement chromosomique (AA BB DD) et est l'ancêtre de *Triticum aestivum* (**Debiton, 2010**).

2. Classification botanique

Le blé est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui sont caractérisés par des critères morphologiques particuliers.

Selon **Dahlgren et Clifford** (1985) on propose la classification suivante. (**in Bonjean et Picard , 1990**) :

- EMB Spermaphytes
- S/EMB Angiospermes
- CL Monocotylédones
- S.C Comméliniflorales
- O Poales
- F Graminaceae ou poaceae
- G *Triticum*

3. Les différents stades de développement du blé

Selon **Ramade, 2008** la germination est le phénomène par lequel les graines entrent en vie végétative. Outre la germination désigne l'ensemble des phénomènes par lesquels la plantule, en vie ralentie dans la graine mure, commence une vie active et se développe grâce à l'énergie contenue dans les réserves de la graine.

- **La levée :**

La date de levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse la coléoptile, gaine rigide et de protectrice enveloppant la première feuille. Le stade levé englobe par conséquent trois étapes successives de nature différente :

- ✓ La germination correspond à l'entrée de la semence en vie active, début de croissance de l'embryon.
- ✓ L'élongation de la coléoptile, premier organe du système aérien à émerger à la surface du sol.
- ✓ La croissance de la première feuille qui perce en son sommet la coléoptile.

- **Stade 2-3 feuille :**

Ce stade est caractérisé par le nombre de feuille de la plantule, les ébauches foliaires enlacées en position alternée de la base jusqu'au tiers médiane de l'apex, croissent et émergent les unes après les autres selon un rythme régulier.

- **Stade début tallage :**

La plante possède trois à quatre feuille. Une nouvelle tige apparait. L'émergence de cette première talle hors de la gaine de la première feuille constitue le repère conventionnel du stade début tallage.

- **Stade plein tallage :**

On définit le stade de plein tallage lorsque les plantes portent deux à trois talles qui se développent de la même manière à partir de bourgeons situés à l'aisselle des feuilles des talles primaires : ce sont les talles secondaires.

- **Stade épi à 1 cm :**

Les plantes se redressent la tige, principale ainsi que les talles les plus âgées commencent à s'allonger suite à l'élongation des entre-nœuds auparavant empilés sous l'épi. Ainsi, la proportion de tiges qui parviendra jusqu'à l'épiaison dépend directement du rapport entre l'offre et la demande. L'offre provient essentiellement des facteurs trophiques (1 cm du plateau de tallage).

- **Stade 1-2 nœuds :**

Tige court-nouée, constituée essentiellement de nœuds empilés à l'origine, grandit par l'élongation des premiers entre-nœuds. Le stade de deux nœuds sont visibles à la base de la tige principale sur 50 % des plantes.

- **Stade méiose pollinique**

C'est un stade critique par rapport aux conditions d'alimentation instantanée de l'épi et à son environnement microclimatique.

La méiose pollinique se réalise quand le sommet du jeune épi touche la ligule de l'avant-dernière feuille, le limbe de cette dernière est parfaitement déployé. Rappelant que le blé est auto fécondable.

Figure(2)

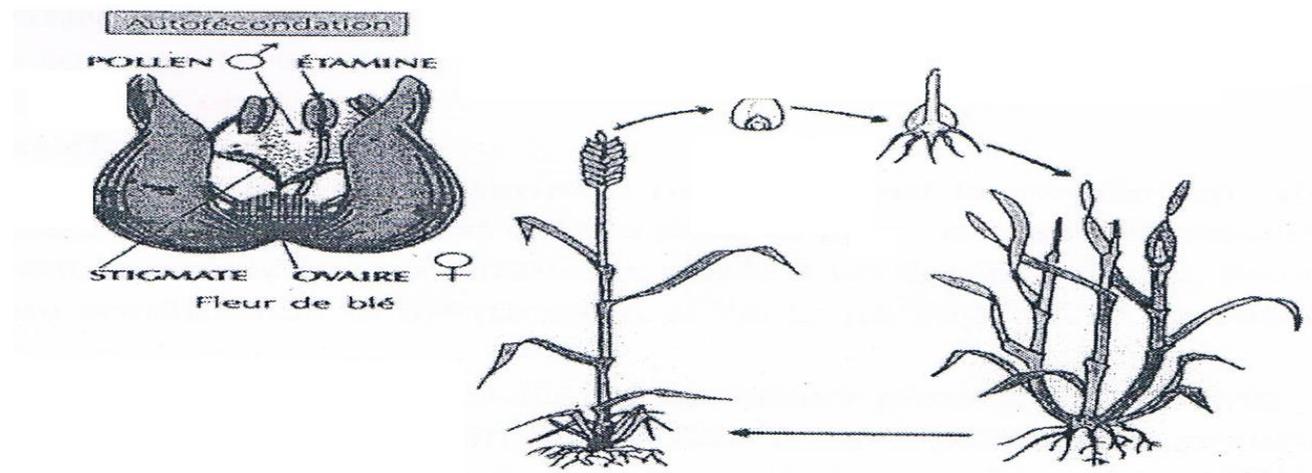


Figure (02) : figure représente la fécondation du blé par son propre pollen (Autofécondation) (Maciejewski, 1991)

- **Stade épiaison :**

La gaine de la dernière feuille s'écarte progressivement des derniers entre-nœuds de la tige. Puis le sommet de l'épi sort de la dernière gaine qui alors atteint sa longueur définitive. A la croissance de la tige, l'épiaison peut se situer plus ou moins tôt, l'élongation du pédoncule et de l'épi lui-même peuvent être plus ou moins tôt que la dernière feuille.

- **Stade floraison :**

Les glumelles des fleurs s'ouvrent largement et les sacs polliniques sortent de la fleur, les glumes se referment, laissant pendiller les étamines dont les anthères ouvertes et les stigmates vont se dessécher. Toutes les fleurs fertiles de l'épi fleurissent à peu près au même moment avec un écart de 2 ou 3 jours, plusieurs semaines séparent l'initiation de la première ébauche d'épillets.

- **La formulation de la graine :**

a. Le stade grain laiteux : Les événements qui succèdent à la fécondation se caractérisent par des divisions cellulaires intenses au niveau de l'endosperme. Au fur et à mesure que les cellules se multiplient, les premières formées commencent progressivement à se différencier en cellules de stockage de l'amidon par la synthèse d'amyloplastes, structures cellulaires spécialisées. Au stade laiteux, le poids potentiel est fixé car le nombre maximum de cellules et d'amyloplastes est atteint.

b. Le stade grain pâteux : il y a expansion des cellules de l'enveloppe et remplissage de ces cellules de manière dominante par des sucres qui sont emmagasinés sous forme d'amidon: phase caractéristique du remplissage du grain.

c. La maturité physiologique: La maturité physiologique a lieu quand il n'y a plus de migration de matière sèche vers le grain. Le poids sec du grain atteint sa valeur maximum et définitive. Après ce stade, une phase rapide de dessiccation se met en place et le grain devient dur et peut être récolté. La maturité physiologique traduit l'arrêt de la croissance en matière du grain. (Gate, 1995)

4. Structure et composition du grain de blé

Le grain de blé est constitué de 3 grandes parties: le germe, l'albumen et les enveloppes (Figure 3).

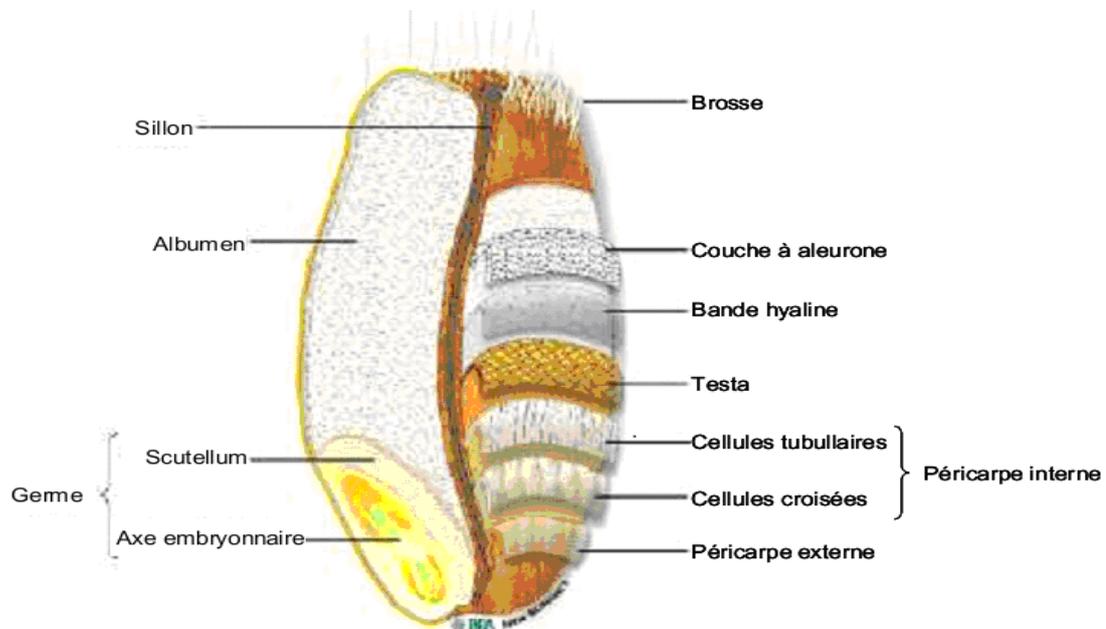


Figure 03 : Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

Il est constitué majoritairement d'amidon qui représente environ 70% de la matière sèche du grain et qui est situé dans l'albumen. Les protéines représentent entre 10% et 15% de la matière sèche et se retrouvent dans tous les tissus du grain de blé avec une concentration plus importante dans le germe et la couche à aleurone, les pentosanes (polysaccharides non amylacés) représentent quant à eux entre 2 et 3% de la matière sèche et sont les principaux constituants des parois cellulaires de l'albumen (70% à 80%) (in Pomeranz, 1988).

5. La production du blé dur dans le monde

Les principales régions productrices de blé dur dans le monde, sont le Moyen-Orient, l'Amérique du Sud (Argentine) et surtout l'Amérique du nord (près de 2 millions d'hectares et près de 3400000 t en 1969 dont 1 400 000 ha et 2 600 000 t aux USA (in **Choueiri, 2003**).

6. La production du blé dur en Algérie

La production de blé dur a reculé à 0,9Mt en 1999-2000 par rapport à 1,5Mt en 1998-1999. En raison du rendement extrêmement faible causé par la sécheresse. Par conséquent on prévoit que l'importation augmentera jusqu'à 2,0Mt en 1999-2000, comparativement à 1,9 Mt en 1998-1999.

Le blé dur représente actuellement plus de 40% importations totales de blé en Algérie [2]

7. Les principaux parasites et ravageurs du blé

Les céréales à pailles peuvent être attaquées par un grand nombre d'organismes macroscopiques et microscopiques (**Tab 1**). Ces organismes peuvent être classés en champignon, bactéries, virus, parasites, animaux et mauvaises herbes. (**Richard et Dary, 1985**).

Tableau 01 : Les principaux ravageurs, maladies et adventices de blé (Richard et Dary, 1985).

Stade végétatif	Maladies cryptogamiques	Ravageurs	Adventices
Semis levée	Fonte de semis : <i>Fusarium</i>	Limaces <i>agriolimax</i> Mouches grises <i>phorbia coactata</i> TipulesT <i>Tipula paludosa</i> Taupins plusieurs espèces	Folle avoine <i>avena sterilis</i> ray-grass <i>lolium rigidum</i> Vulpin <i>alopecurus myosuroides</i>
Levée-tallage	Maladie du pied : Rhizoctone <i>Rhizoctonia</i>	Pucerons <i>Rhopalosiphum padi</i>	Gaillet <i>gallium</i> Matricaire <i>matricaria</i> Veronique <i>veronica</i>
Montaison	Rouilles <i>puccinia</i> Piétin-verse <i>Cercospora</i> <i>Oidium erysiphe</i>	Tordeuse <i>cnephasia pumicana</i> mineuse <i>agromyza</i> Oiseaux plusieurs espèces	En plus des adventices cités ci-dessus on a : chardon <i>carduus pycnocephalus</i> , coquelicot <i>papaver rhoeas</i> , liseron des champs <i>convolvulus arvensis</i> .
Epiaison	Fusariose <i>fusarium</i> Septoriose <i>septoria</i> Charbons <i>Ustilago</i>	Cécidomyies des pucerons <i>rhopalosiphum padi</i> Oiseaux plusieurs espèces	

8. Exigences de la culture de blé

Température

Pour une bonne germination, le blé dur a besoin d'un minimum de température de 3 à 5°C. Sa température optimale de développement se situe entre 16 et 25 °C (**Anonyme b, 2006**).

- **Eau**

La culture de blé dur convient dans les zones à pluviométrie comprise entre 400 et 600 mm, les besoins en eau du blé dur sont plus importants entre les stades de développement, montaison et remplissages des grains (**Anonyme b, 2006**).

- **Sol**

Les sols, les plus favorables à la culture de blé dur sont les sols : limono argileux, profonds (plus de 40 cm de profondeur), riches en matière organique et minérale, à PH neutre à légèrement alcalin, bien drainés et ayant une bonne capacité de rétention (**Anonyme a, 2006**).

- **Élément nutritifs**

Les plantes ont besoin d'au moins 16 éléments nutritifs, et nous présentons les 4 éléments essentiels pour accomplir leur cycle de croissance (**Tab.02**). Ces éléments sont : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le phosphore et le potassium.

Les plantes utilisent l'azote, le phosphore et le potassium en quantité importantes, et donc les réserves du sol en ces éléments doivent être périodiquement réapprovisionnées afin de maintenir une bonne productivité. (**Moughli, 2000**).

Tableau 02 : Eléments essentiels aux végétaux (Campbell et al, 2007).

Elément	Forme(s) disponible(s)	% de la masse sèche	Fonction(s) principale(s) pour les plantes
Carbone	CO ₂	45.0	Constituant essentiel des molécules organiques des végétaux
Oxygéné	O ₂	45.0	Constituant essentiel des molécules organiques des végétaux
Hydrogène	H ₂ O		Constituant essentiel des molécules organiques des végétaux
Azote	NO ₃ ⁺ ; NH ₄ ⁺	1.5	Constituant des acides nucléiques, des protéines, des hormones, de la chlorophylle et des coenzymes

I. La fertilisation

1. Définition

La pratique de fertilisation a pour objectif de satisfaire les besoins des cultures à chaque stade de sa végétation elle est dépend de :

- La topographie (pédologie) du sol, la structure physique du sol, les éléments chimiques contenus dans le sol, et les caractères biologiques du sol.

Pratiquement pour enrichir le sol, il faut apporter :

- De la matière organique et des éléments minéraux

La fertilisation c'est une aptitude pour assurer la croissance des cultures et avoir des récoltes.

(Ministère de l'agriculture2)

2. Types de fertilisation

2 .1.Fertilisation azotée

Le blé dur est relativement exigeant en azote, mais il faut cependant se méfier des risques possibles de verse. Le blé dur a besoin de la plus grande part de ses besoins en azote pendant la phase tallage-remplissage du grain. Les besoins en azote à l'automne sont beaucoup moins importants puisque la croissance du blé est modeste. La quantité nécessaire peut provenir des réserves d'azote du sol ou d'un engrais de fond. Les faibles températures hivernales ont une bien plus grande influence sur la croissance du blé que tout manque d'azote (Moughli, 2000).

2 .2.Fertilisation phospho-potassique

Sachant qu'il faut 1,7 Kg de P et 2,2Kg de K pour produire un quintal de blé, les besoins de la culture dépendent du rendement objectif. Or, ce dernier varié essentiellement en fonction des disponibilités en eau (Tab3) (Moughli, 2000).

Tableau03. Les besoins du blé en phosphore et en potassium nécessaires à différents rendements objectifs. (Moughli, 2000).

Zone agro climatique	Peuplement pied à la sortie de l'hiver	Rendement grain objectif (qx /ha)	N	P	K
Semi-aride	200	24	84	31	53
Bour favorable	250	40	140	68	88
Irrigation d »appoint	300	60	210	102	132
Irrigué	400	80	280	136	176

II. Les engrais

1. Définition

Engrais est un produit inorganique ou organique qui est apporté pour fournir les quantités suffisantes de un ou de plusieurs éléments essentielles pour les plantes. Les récentes préoccupations sur les effets des engrais sur l'environnement, la faible efficacité des engrais, leurs prix élevés et les prix faibles des produits agricoles ont rendu urgent le développement d'une approche rationnelle pour choisir les engrais à utiliser (Moughli, 2000).

2. Les différents types des engrais

2.1. Les engrais organique :

Les engrais organiques apportent au sol l'humus et tout l'élément nutritif nécessaire à la croissance des plantes L'humus rend le sol mieux labourable et augmente sa perméabilité et sa capacité de rétention de l'eau et des éléments nutritifs Les engrais améliorent le sol, et assure les besoins minimales de la plante (Ministère de l'agriculture 2).

2.1.1. Les différents types des engrais organique : (Ministère de l'agriculture2).

Il y a 4 différents types des engrais organiques à savoir :

- ❖ **Le fumier** : Obtenu par fermentation des excréments et de la litière des animaux
Il est possible également d'utiliser une solution de purin de ferme ou du fumier
- ❖ **Le compost** : l'obtention d'un compost mature après 4 à 6 mois, peut se résumer par les principales phases suivantes :

1. Phase d'échauffement

- Dans de bonnes conditions, l'activité des micro-organismes et le démarrage de la décomposition s'accompagne d'un dégagement de chaleur pouvant atteindre jusqu'à 60 - 70°C au cœur des matières compostées. La " cheminée "de milieu permettra de vérifier si le dégagement de chaleur se déroule normalement.
- Cette phase se déroulera normalement pendant un mois. On constatera une diminution de la température dégagée et on procède au retournement.
- Le retournement : en vue de l'aération et d'une reprise efficace de la décomposition, effectuer 2 à 3 retournements du tas.

2 - Phase de refroidissement

- Durant cette phase, la décomposition se fait à température plus basse et s'étalera sur une période dont la durée dépend du type de matières utilisées, du climat, de l'aération.

3- Phase de maturation

- C'est la phase finale du processus de décomposition la température descendra jusqu'à celle du sol.
- Au terme de cette phase, le compost ne doit plus permettre d'identifier les matières utilisées pour sa fabrication.
- Quatre à Six mois après la mise en tas, on doit obtenir un compost meuble, sans mauvaise odeur et à l'aspect d'une belle terre noire.

❖ **Le paillis**❖ **L'engrais vert :****1.Pratique de jachères à Pueraria Phaseoloides ,**

- Végétation abondante, les feuilles tombées au sol en saison sèche forment un tapis de 10 cm d'épaisseur
- Très pratique pour une rotation avec les cultures vivrières
- Remplacement de la culture sur défriche-brulis par jachères à prueria phaseoloides

2. Arachides sauvages (*Arrachis pintoi*)

- Bon comportement en plein soleil
- Défoliation en saison sèche
- Laissant une couche de folioles de 2-4 cm d'épaisseur
- Convient pour la plantation de café et d'autre culture pérenne

3.Consoude

- C'est une plante herbacée vivace, peut pénétrer profondément jusqu'à 1m 80 de profondeur

- Ces racines peuvent être utilisées comme activateur de compost ; pour avoir le purin en faisant hacher 1kg de consoude, le mariner dans 10 litres d'eau pendant 4-6 semaines, remué tous les deux jours

- Filtrer avant l'utilisation

- Verser au pied de légumes racines et à fruits gourmands en matières nutritives

2-2- Les engrais minéraux

L'appellation des engrais minéraux est normalisée, par la référence à leurs trois composants principaux : N-P-K. (**Laboratoire de l'agriculture**)

2-2-1- Les différents types d'engrais minéraux. (Laboratoire de l'agriculture)

- ❖ **Les engrais simples** : ne contenant qu'un seul élément nutritif, et peuvent être azotés, phosphatés ou potassiques.
- ❖ **Les engrais composés** : qui peuvent en contenir deux ou trois éléments nutritifs, et peuvent être binaires (lorsqu'ils contiennent deux élément N-P ou P-K).

1. Les engrais simples : (Laboratoire de l'agriculture)

1-1. Le nitrate d'ammonium (UAN, 32 % de N) engrais polyvalent liquide, à diluer dans l'eau entre 5 et 10 selon le stade végétatif. Il est destiné pour toutes les cultures : **Céréalescultures – pomme de terre –tomate industrielles.**

1-2. Le sulfate d'ammonium (SA, 21% de N), engrais azoté de couverture, destiné pour toutes les cultures. **Céréalescultures – cultures maraichères.** Contient également un élément secondaire : Du soufre (24%).

1-3. L'urée (46 %de N), engrais azoté de couverture, destiné pour toutes les cultures : **Céréalescultures – légumes sec.**

1-4. Le calcium nitrate d'ammonium (CAN, 27% de N), engrais azoté de couverture, destiné à toutes les cultures : **Céréalescultures – l'arboriculture – viticultures.** Contient également deux éléments secondaires Calcium (7,5%) et magnésium (3,5 %).

1-5. Le sulfazote (26% de N), engrais azoté soufré de couverture, destiné pour toutes les cultures : **Céréalescultures- cultures maraichères – l'arboriculture, viticultures.** Contient également un élément secondaire : Soufre (14%).

1-6. Le superphosphate simple (SPP, 20% de P), engrais phosphaté de fond et de couverture, destiné pour toutes les cultures : **Céréales – légumes secs – cultures fourragères**. Contient également deux éléments secondaires : Calcium (28%) et du soufre (22%), et des oligo-éléments : Bore (61 ppm), fer (2134 ppm), manganèse (27 ppm), zinc (127 ppm), cuivre (02 ppm).

1-7. Le superphosphate triple (TSP, 46% de P), engrais phosphaté de fond utilisé avant le semis pour **la céréaliculture et les légumes secs**. Contient également des oligo-éléments : Bore (61 ppm), fer (3638 ppm), manganèse (114 ppm), zinc (170 ppm), cuivre (05 ppm).

2. Les engrais composés : (La boratoire de l'agriculture)

2-1. L'azoté phosphaté potassique sulfaté N.P.K.s (04.20.25) est un engrais complexe ternaire. Il contient 4% de N, 20% de P et 25% de K, Engrais de fond, il est destiné à toutes les cultures pérennes dans **la viticulture-l'arboriculture**. Il contient également un élément secondaire : Du soufre (12%) et des oligoéléments : Bore (29 ppm), fer (2036 ppm), manganèse (34 ppm), zinc (173 ppm), cuivre (02 ppm).

2-2. L'azoté phosphaté potassique sulfaté N.P.K.s (10.10.10) est un engrais ternaire qui contient 10% de N, 10% de P et 10 % de K. Il est polyvalent et utilisé pour la maraichage – viticulture – arboriculture comme de fond au moment du semis et pour les différentes plantations. Il s'adapte à tous les types de sols. Contient également des oligoéléments : Bore (30 ppm), fer (1723 ppm).

2-3. L'azoté phosphaté potassique chloré N.P.K.c (15.15.15) est un engrais ternaire qui contient 15 de N, 15 de P et 15 de K. Polyvalent, il est utilisé pour toutes **les cultures maraichères et industrielles** (exception faite aux cultures sensibles au chlore) comme engrais de fond au moment du semis, sur des sols non salins disposant d'une capacité de ressuyage.

2-4. L'azoté phosphaté potassique sulfaté N. P.K.s (15.15.15) est un engrais ternaire qui contient 15% de N, 15% de P et 15% de K. polyvalent, il est utilisé pour les cultures maraichères – viticultures – arboricultures comme engrais de fond au moment du semis et pour les différents plantations. Il s'adapte à tous les types de sols. Il contient également du soufre (8) et des oligoéléments : Bore (45 ppm), fer (1723 ppm), manganèse (30 ppm), zinc (156 ppm), cuivre (02 ppm).

Tableau0 4 : Caractéristiques de quelques engrais minéraux (Moughli , 2000) .

Engrais	Avantages	Inconvénients
Ammonitrate	NO ₃ est immédiatement disponible, parmi les engrais solides, second après l'urée en teneur en azote.	NO ₃ (1/2 de sa teneur en azote) est lessivable, et soumis à la dénitrification dans des sols chauds et humides. Stockage difficile : Absorbe l'eau de l'air et durcit après exposition à l'air.
Sulfate d'ammonium	Effet acidifiant désirable pour les sols basiques , apporte du soufre.	Teneur faible en azote. Acidité résiduelle élevée pour sol acide. Risque de perte de KH ₃ par volatilisation si pas incorporé dans le sol par un travail du sol ou eau d'irrigation ou pluie.
Urée	Solubilité élevée. Non lessivable après sa conversion sous forme de NH ₄ . Moins de risque de brulure des feuilles en cas de pulvérisation foliaire.	Lessivable par les pluies ou irrigation juste après l'apport. Risque de perte de NH ₃ par volatilisation si pas incorporé dans le sol par un travail du sol ou eau d'irrigation ou pluie.
Nitrate de potassium	Bonne source d'azote et de potassium.	Cher.
Nitrate de calcium	Bonne source d'azote et de calcium.	
Superphosphate simple (SPP)	Apporte du soufre et du calcium.	Moins riche en phosphore Forme pulvérulent moins pratique à épandre.
Superphosphate triple (TSP)	Riche en phosphore.	
Mono-Ammonium phosphate (MAP)	Phosphore complètement soluble dans l'eau. Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium. Effet acidifiant désirable pour les sols basiques.	Acidité résiduelle élevée pour sol acide.
Di-Ammonium phosphate (DAP)	Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium. Pas cher	Eviter le contact avec les semences.
Ammonium Sulpho-phosphate (ASP)	Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium .Apporte du soufre.	

Sulfate de potasse	Apporte du soufre.	Plus cher que le chlorure de potasse.
--------------------	--------------------	---------------------------------------

3-Méthodes d'application des engrais (Moughli, 2000).

Les engrais peuvent être apportés au sol, en pulvérisation foliaire et dans l'eau d'irrigation

1-Les applications des engrais sur le sol sont les plus fréquentes. La plupart des engrais utilisés sont suffisamment solubles dans l'eau du sol.

2-Les produits utilisés dans la fertilisation peuvent être des produits fertilisants solides facilement solubles ou des produits liquides.

3-Une pureté de la solution fertilisante : les impuretés peuvent provenir de la solubilisation d'un des produits utilisés ou de la réaction de plusieurs produits. Elles provoquent l'obstruction du réseau d'irrigation (tuyaux, émetteurs, ...). Ces problèmes peuvent être aggravés par la présence d'algues et de microorganismes variétés dans l'eau d'irrigation.

4-une compatibilité entre les produits utilisés de sorte à éviter la formation de composés insolubles.

5-Les apports d'engrais en pulvérisation foliaire servent à corriger des carences aigues en azote et/ou en oligo-éléments. Afin d'éviter les brûlures des feuilles, il est recommandé d'utiliser des concentrations faibles d'urée ayant des teneurs en biurets (composés proches de l'urée produits pendant la fabrication de cet engrais et toxiques pour les plantes) inférieures à 2%.

4-Les effets des engrais sur l'environnement

L'utilisation des engrais pour augmenter les rendements des cultures récemment été l'objet de préoccupations environnementales (Moughli, 2000). On peut citer :

- a-* Ils polluent le sol par des métaux lourds toxiques, telque le cadmium.
- b-* Ils polluent les eaux souterraines, ce qui affecte la potabilité de l'eau et augmente les dangers de santé.
- c-* Ils polluent les rivières et les eaux côtières, ce qui peut entrainer l'eutrophisation et affecter la vie des poissons et autres vies aquatique.
- d-* Ils polluent l'atmosphère à travers la dénitrification et la volatilisation de l'ammoniac et contribuent ainsi au réchauffement global de la terre.

Caractéristiques du site d'essai:

1. Localisation:

L'étude a été réalisée au niveau de la station expérimentale de l'ITGC de Guelma qui se situe au Sud-Est de la ville, à une altitude de 256 m; elle fait partie de l'Atlas Téléen avec des coordonnées géographiques correspondant de Latitude nord 36° 28 et Longitude 7° 26, la station s'étale sur 38ha, dont 34ha pour la multiplication de semences et 4 ha pour les essais d'expérimentations, notre parcelle d'essai se situe au Sud-Est de la station sur une superficie de 450 m².

1.1 Caractéristiques climatique:

Le tableau 5 présente les conditions climatiques de la zone d'étude.

Tableau 05 : Donnée de la précipitation dans la région de Guelma durant la campagne 2013-2014.

Mois	Précipitation (mm)	Moyenne de 10 ans 2002-2012
Septembre	54	47,3
Octobre	34	34,8
Novembre	123	40,5
Décembre	38	92,95
Janvier	56	79,4
Février	48	62,5
Mars	131	41

1.2 Caractéristiques pédologiques :

Le sol est un support de la végétation et de la culture, les propriétés physiques et chimiques des sols ont une influence considérable sur le rendement et le bon tenu des cultures, le tableau (06) présente les caractéristiques pédologiques du sol.

Tableau 06: caractéristiques pédologiques du site de l'essai. (in Brahlia et Nasri, 2009).

Caractéristiques du sol	Valeurs
Texture du sol	Argilo limoneux
Taux de matière organique	0.77%
Teneur en carbonate	9,53
PH	7.2
Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	104,4

2. Matériel végétal :

Notre étude a été portée sur la variété de blé dur SIMETO fourni par l'ITGC de Guelma, la semence utilisée pour l'essai est une récolte de la campagne 2013-2014.

Simeto est une variété Italienne, obtenue suite à un croisement entre les deux variétés ; Capeiti x valvona, par l'institut expérimentale de la céréaliculture, (station de caltagirone – Italie), commercialisée en Algérie par la société AXIUM s.p.a. déléataire officiel de la société Espagnole PRO.SE.ME. Les caractéristiques de la variété SIMETO selon le fournisseur (AXIUM s.p.a) sont :

2-1. Morphologie

Plante de taille moyenne basse, épi compact a barbe noire, poids de mille graines élevés, et cycle précoce, Très résistant aux conditions de stress causés par des problèmes de climat et de sol, à la fois par l'excès d'humidité en hiver et de la sécheresse du printemps. Moyennement sensible aux maladies, répond bien à l'application des traitements phytosanitaire. Peut-être semé à partir de début Novembre à mi-février, à l'indépendance à la photopériode. (in Hezili et Himoud, 2013)

2-2. Qualité technologique :

Poids de 1000 graines compris entre 50 et 55 gr. Poids spécifique élevé avec 81.7. C'est la variété la plus largement utilisée par l'industrie européenne pour ses excellents paramètres de qualité ; fort teneur en gluten et en protéines, et une valeur considérable en beta-carotène . Productivité en Algérie allons de 40 à 65 Q/ha selon les régions. (in Hezili et Himoud , 2013)

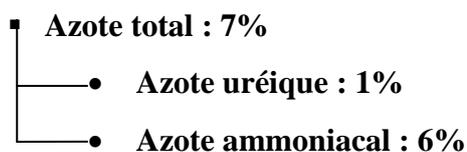
3- Engrais : Les caractéristiques de trois types d'engrais fourni par l'ITGC de Guelma sont :

1-WEATSTART : est un engrais ternaire (NPK+S) conçu pour combler les exigences nutritionnelles des céréales au démarrage de la végétation. Il contient de l'azote, du phosphore, du potassium ainsi que du soufre, dans un équilibre adapté aux exigences physiologiques de cette partie du cycle végétatif des céréales.

1.1 La formule :

NPK 7 25 25 +22 SO₃

1.2 Composition :



L'azote est l'élément primordial du tallage, du développement de la plante et de la richesse protéinique des grains.

- **Anhydride phosphoriques $P_2 O_5$: 25%** soluble dans l'eau. Le phosphore est l'élément déterminant de la bonne implantation de la culture et de la fécondité des grains.
- **Potasse sous forme sulfate K_2O :25%** entièrement soluble dans l'eau, particulièrement recommandé dans les sols salés et alcalins, le potassium est l'élément le plus fortement mobilisé par les céréales.
- **Soufre sous forme sulfate SO_3 :22%** entièrement assimilable. Le soufre participe à la nutrition des plantes et aide à la minéralisation de la matière organique.

1.3 Recommandation d'utilisation :

Appliquer WEATSTART au semis, à la dose de 4 q/ha

2- WEATGROW : est un engrais ternaire (NPK+S) de post-levée conçu pour combler les exigences nutritionnelles du blé au stade tallage. Il contient de l'azote, du phosphore, du potassium ainsi que du soufre, dans un équilibre adapté aux exigences physiologiques de cette partie du cycle végétatif des céréales.

2.1 La formule :

NPK 24 15 12 + 13 SO_3

2.2 Composition :

- **Azote total : 24%**
 - **Azote uréique : 20%**
 - **Azote ammoniacal : 4**

L'azote est l'élément primordial du tallage, du développement de la plante et de la richesse protéinique des grains.

- **Anhydride phosphorique P_2O_5 : 15%** soluble dans l'eau. Le phosphore est l'élément déterminant de la bonne implantation de la culture et de la fécondité des grains.
- **Potasse sous forme sulfate K_2O :12%** entièrement soluble dans l'eau, particulièrement recommandé dans les sols salés et alcalins. Le potassium est l'élément le plus fortement mobilisé par les céréales.
- **Soufre sous forme sulfate SO_3 : 13%** entièrement assimilable. Le soufre participe à la nutrition des plantes et aide à la minéralisation de la matière organique.

2.3 Recommandation d'utilisation :

Appliquer WEATGROW au stade tallage, à la dose de 3,5 q/ha.

3- WEATGREEN : est un engrais binaire (NK + S) conçu spécifiquement pour le stade montaison. Il contient l'azote et le soufre nécessaires à la fin du développement de la plante et contribue à améliorer la qualité protéinique des grains. Le potassium en limitant les effets du stress hydrique et donc de l'échaudage, permet d'améliorer la grosseur et remplissage des grains. Cet élément contribue également à une meilleure résistance des plantes aux maladies de fin de cycle.

3.1 La formule :

NK 32 15 +13 SO₃

3.2 Composition :

- **Azote uréique : 32%** l'azote est l'élément primordial du tallage, du développement de la plante et de la richesse protéinique des grains.
- **Potasse sous forme sulfate K₂O :15%** entièrement soluble dans l'eau, particulièrement recommandé dans les sols salés et alcalins. Le potassium est l'élément le plus fortement mobilisé par les céréales.
- **Soufre sous forme sulfate SO₃ :13%** entièrement assimilable. Le soufre participe à la nutrition des plantes et aide à la minéralisation de la matière organique.

3.3 Recommandation d'utilisation :

Appliquer WEATGREEN au stade montaison, à la dose de 2,5 q/ha.

4- Conduite d'essai :

Le tableau 07 montre les travaux culturaux effectués dans notre expérimentation

Tableau 07 : Les travaux culturaux effectués

densité de semis		date de réalisation des opérations culturales effectuées et matériel utilisé				nom et date de fongicide	
		Labour		croisement +recroisement	engrais de fond		engrais de couverture
4	150 kg/ha PMG : 52g	fin septembre	charrue à soc	3ème semaine de novembre	2QX/ha d'Urée 46% le 26/02/2014 1/3 au stade 3 feuilles (66kg/ha)	2QX/ha d'Urée Le 10/02/2014 2/3 au tallage	Falcon à raison de 0,8 l/ha

5-Mise en place de l'essai :

L'essai expérimental est un bloc aléatoire complet à 4 répétitions, chaque répétition à 6 traitements (un témoin T0 sans aucun apport) (**figure 4**)

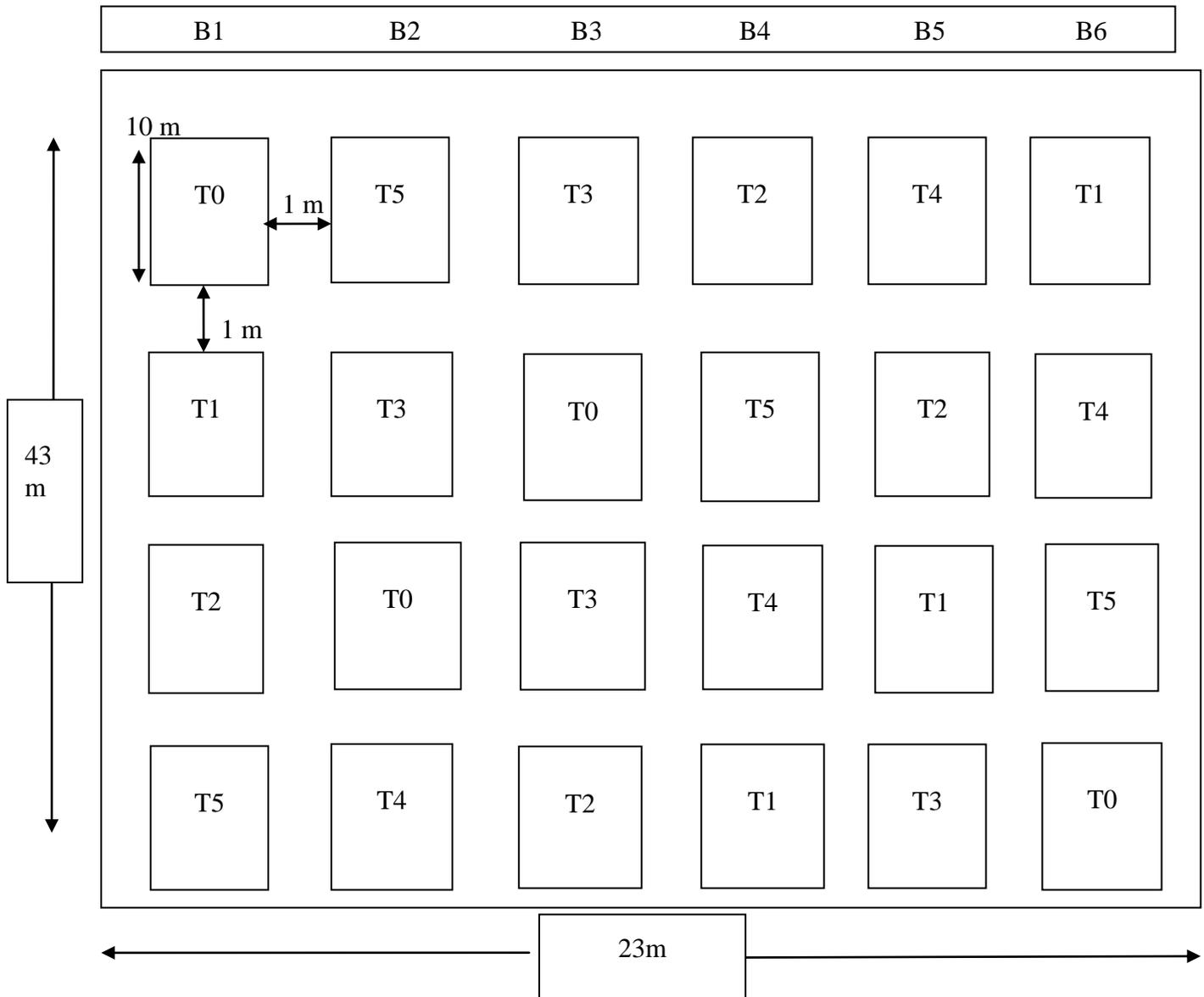


Figure 04 : Disposition expérimentale de l'essai

B : bloc

T : traitement engrais

6. Protocole expérimental :

Facteurs étudiés: un seul facteur fertilisation NPK.

T0 : témoin sans aucun apport

T1 : pratique agriculteur de la région

T2 : apport de 2 q/ha de weatstart avant le semis +2 q/ha de weatgrow au début tallage +1q/ha weatgreen au stade début montaison

T3 : apport de 3 q/ha de weatstart avant le semis +2,5 q/ah de weatgrow au début tallage +2q /ha weatgreen au stade début montaison

T4 : apport de 4q/ha de weatstart avant le semis +3,5 q/ha de weatgrow au début tallage + 2,5 q/ha weatgreen au stade début montaison

T5 : apport d'un mélange de 1 q/ha de 15 15 15 + 1 q/ha de TSP 46 % (au même temps avant le semis) + apport de 1,5 q/ha de sulfazot au stade fin tallage

7. Période de traitement :

-Mise en évidence de l'effet de l'application du weatstart : 7.25.25+22 avant le semis du weatgrow : 24.15.12+13 au stade début tallage et weatgreen: 32.015+13 au début montaison sur l'amélioration du comportement et productivité de la culture du blé ;

-Mise en évidence de l'efficacité des trois formulations d'engrais par rapport à l'utilisation du TSP et UREE et par rapport à l'utilisation du (15 15 15) dans les différentes zones agro écologiques ;

-Mise en évidence de la dose optimale de ces trois formulations d'engrais pour atteindre les objectifs de rendement fixés dans les différentes zones agro écologiques.

-Site de mise en œuvre : Guelma

8. Les stades phénologiques :

Le tableau 08 montre les dates de différents stades phénologiques

Tableau 08 : Les dates et les stades phénologiques de notre essai :

Stades	Date
Semis	02 /01/2014
Levée	12/01/2014
Tallage	09/02/2014
Montaison	09/03/2014
Epiaison	05/04/2014
Floraison	20/04/2014
Formation de grains	04/05/2014
Début maturité	25/05/2014
Maturité	08/06/2014
Récolte	15/06/2014

9. Paramètres étudiés :**9.1-Hauteur des épis :**

La hauteur des plante a été mesurée à l'aide d'une règle graduée pour les différents traitements au stade épiaison, de la base de la plante jusqu'au barbes de l'épi d'un échantillon de cinq plante au hasard pour toutes les parcelles.

9.2- Nombre d'épi par plante:

Le nombre d'épi par plante pour les différents traitements a été déterminé au stade épiaison, on comptant tous les épis de chaque plante se trouvant dans un cadran de un mètre carré pour chaque parcelle d'essai.

9.3-Nombre d'épillet par m²:

Le nombre d'épis par mètre carré a été évalué par le comptage de tous épis dans un cadran d'un mètre carré de chaque parcelle élémentaire.

9.4-Nombre d'épillet par épis:

Le comptage du nombre d'épillets par épi a été effectué au stade épiaison dans les différents traitements on calculant le nombre d'épillets d'un échantillon de cinq épis prise au hasard pour chaque parcelle.

9.5- Nombre de grains/épis:

Le nombre de grains a été évalué au stade maturité physiologique par le comptage des moyennes de grains d'un échantillon de cinq épis prise au hasard pour chaque parcelle.

9.6-Poids de 1000 grains:

Le poids de mille grains a été évalué au stade maturité physiologique, après l'isolement, les épis choisis sont mis à sécher à l'air libre pendant 24 heures, puis on a pesés trois échantillons de mille grains pour chaque parcelle d'essai avec une balance de précision (0.0)

9.7- Rendement par hectare :

Le rendement par hectare a été évalué au stade maturité agronomique on calculant la production en gramme par mètre carré et on rapporte la production en quintaux par hectare.

9.8-Teneur en chlorophylle a et b

Le travail a porté sur la détermination de la teneur en chlorophylle de la dernière feuille.

On pesé des échantillons de 1g (1/3 médian) de la feuille prélevée, sur les dernière feuilles.

L'extraction est effectuée par broyage en présence de 25ml d'acétone à 80% auquel on ajoute COCl_2 pour faciliter le broyage, l'extrait est filtré à l'aide d'un papier filtre, ensuite mis dans des boîtes noires pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière..

Le dosage se fait par le prélèvement de 3ml de la solution dans la cuve à spectrophotomètre et la lecture se fait aux deux longueurs d'onde 645 et 663 nm (**Mc Kimrey et Amon, 1949 in Aissani, 2013**).

$$\text{Chl}_a = 12,7 D_{0\ 663} - 2,69 D_{0\ 645}$$

$$\text{Ch}_b = 22,9 D_{0\ 645} - 4,68 D_{0\ 663}$$

$$\text{Ch}_a + \text{Ch}_b = 8,02 D_{0\ 663} + 20,20 D_{0\ 645}$$



Figure 05 : broyage des feuilles de blé



Figure 06 : lecture par spectrophotomètre

9.9 Teneur en matière sèche et fraîche:

Au stade de 4-5 feuilles, trois échantillons ont été choisis pour chaque catégorie.

Les plantes sont pesées (**M**). Les échantillons ensuite mis à sécher à l'étuve à 80 C⁰ pendant 24 h et repesés (**M₀**).

Déterminer le pourcentage en matière sèche.

$$\% \text{ MS} = 100 \times M_0 / M$$



Figure 07 : Balance de précision

10. Analyse statistique :

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de logicielle **Minitab**

1-La hauteur des épis

Le tableau (09) et la figure (08) montrent la hauteur des épis.

Tableau 09 : Résultats de la hauteur des épis :

Traitements. N°	$\bar{X} \pm \delta$
T0 : 0u (P) + 0u (N)	80.75±0.43
T1 : 92u (N) + 92u (P) + 0u (K)+0u (S)	84.5±2.5
T2 : 94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)	85.75±1.78
T3 :145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)	88±1.22
T4 : 192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)	86±2.54
T5 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S)	82.75±1.08

La hauteur des épis

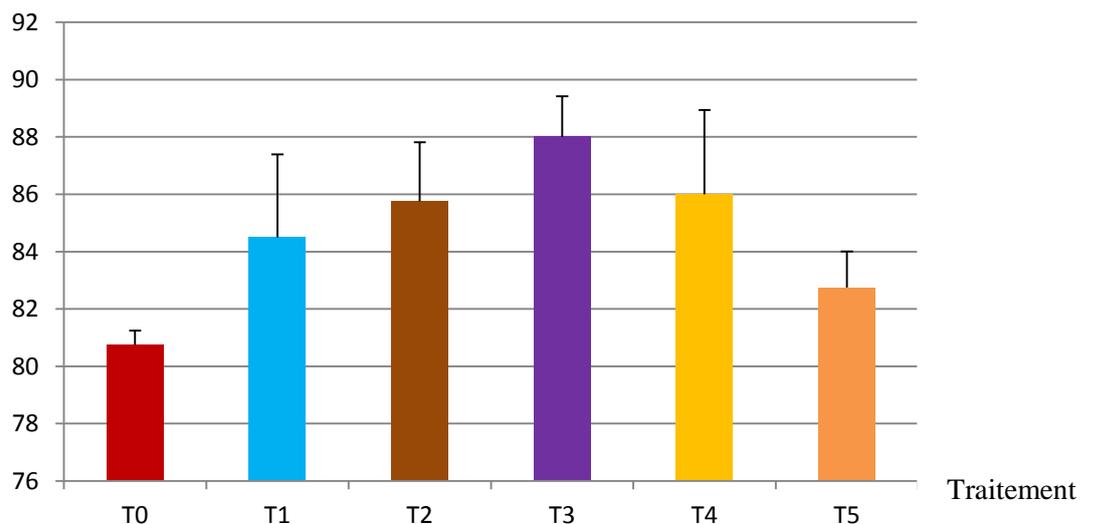


Figure 08 : la hauteur des épis.

Analyse de la variance pour La hauteur des épis, avec utilisation de la somme des carrés ajustée pour les tests

Source	DL	SomCarséq	ajust	CM ajust	F*	P
C2	5	132,375	132,375	26,475	6,33	0,001
Erreur	18	75,250	75,250	4,181		
Total	23	207,625				

P< 0 ,01 donc la différence hautement significative

Les plantes de parcelles traitées ont enregistré une augmentation de la hauteur d'épis Comparativement au témoin (non traité).

Le meilleur résultat a été noté chez les plantes de la parcelle T3 (145u (N) +112,5u (P) +135 u (K) + 1124,5u (S)) ou nous avons noté une moyenne de 88 cm contre 81cm chez le témoin(Tab.08), Cette augmentation est due au rôle de l'azote sur le développement végétatif des végétaux ; plusieurs auteurs signalent que l'azote favorise la multiplication cellulaire et permet l'élongation des tiges et des feuilles(**In Guerziz et Khelifa, 2009**).

Au cours de la période de croissance, les plantes ont besoin de beaucoup d'azote et de potassium pour le développement végétatif.

2-Nombre des plantes /m² :

Le tableau(10) et a figure (09) montrent le nombre des plantes.

Tableau 10 : Résultats de nombre des plantes/m² :

Traitements. N°	$\bar{X} \pm \delta$
T0 : 0u (P) + 0u (N)	179.75±24.59
T1 : 92u (N) + 92u (P) + 0u (K)+0u (S)	181.25±15.89
T2 : 94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)	207.25±20.33
T3 :145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)	150.25±30.15
T4 : 192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)	170±28.85
T5 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S)	213.75±14.80

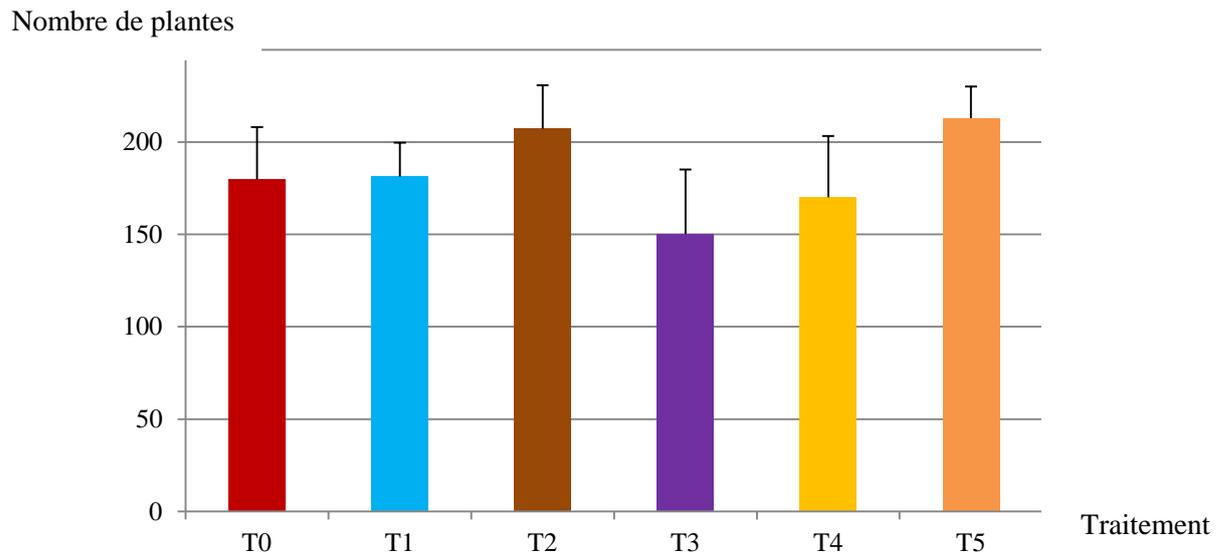


Figure 09: Nombre des plantes/m²

Analyse de la variance pour Nombre de plantes/m², avec utilisation de la somme des carrés ajustée pour les tests

Source	DL	SomCarséq	ajust	CM ajust	F	P
C2	5	11143,2	11143,2	2228,6	3,10	0,034
Erreur	18	12927,8	12927,8	718,2		
Total	23	24071,0				

P<0,5 donc la différence significative

Les résultats montrent que les parcelles traitées par l'azote, le phosphore et le potassium avec une forte dose ont enregistré une légère augmentation du nombre de plantes par mètre carré comparativement avec le témoin et les autres parcelles.

Le meilleur résultat (Tab.9) a été noté dans la parcelle T2(94u (N) +80u (P) +891u (K) + 83u (S)) suivi du traitement T4(192u (N) +152,5u (P) +79,5 u (K) +166 u (S)) et T3 (145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)).

L'apport d'azote au semis chez céréales augmente la vigueur des plantules et permet ainsi une augmentation du nombre de plants/m² (**In Gate, 1995**).

3-Nombre des épis par m² :

Les résultats de nombre des épis par m² sont présentés dans le tableau(11) et la figure (10).

Tableau 11 : Résultats de nombre d'épi par m².

Traitements. N°	$\bar{X} \pm \delta$
T0 : 0u (P) + 0u (N)	224.25±3.76
T1 : 92u (N) + 92u (P) + 0u (K)+0u (S)	286.25±3.69
T2 : 94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)	300±7.51
T3 :145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)	306±5.52
T4 : 192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)	312.5±2.5
T5 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S)	277.25±6.53

Nombre d'épis par m²

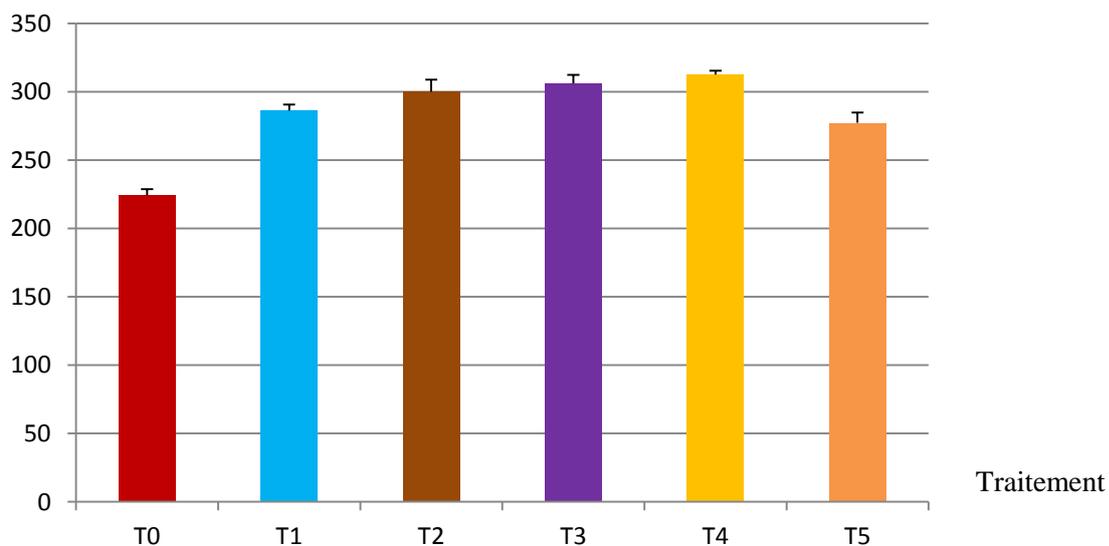


Figure 10 : Résultats de nombre d'épis par m²

Analyse de la variance pour Nombre d'épis/m², avec utilisation de la somme des carrés ajustée pour les tests

Source	DL	SomCarséq	ajust	CM ajust	F	P
C2	5	20688,4	20688,4	4137,7	113,66	0,000
Erreur	18	655,3	655,3	36,4		
Total	23	21343,6				

P<0.01 (p=0.000) donc la différence très hautement significative

D'après ces résultat il ya :

Les plantes des parcelles traitées par les différentes doses des engrais(NPKs) ont enregistré une augmentation du nombre d'épis/m² comparativement au témoin (non traité) avec un maximum pour la dose la plus élevée de(NPKs) (traitement T4 :192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)).

L'effet positif de l'engrais NPKs sur le développement végétatif des plantes, notamment sur le nombre de talles par plante s'est répercuté sur le développement du nombre d'épis/m² chez les plantes traitées et ce pour toutes les doses de NPKs utilisée.

4-Nombre des épillets par épi

Le tableau(12) et La figure (11) montrent le nombre des épillets /épi

Tableau 12 : Résultats de nombre des épillets par épi

Traitements. N°	$\bar{X} \pm \delta$
T0 : 0u (P) + 0u (N)	11.25±0.43
T1 : 92u (N) + 92u (P) + 0u (K)+0u (S)	14±0
T2 : 94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)	14.75±0.43
T3 :145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)	14.75±0.43
T4 : 192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)	15±0
T5 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S)	13±0.70

Nombre épillet/épi

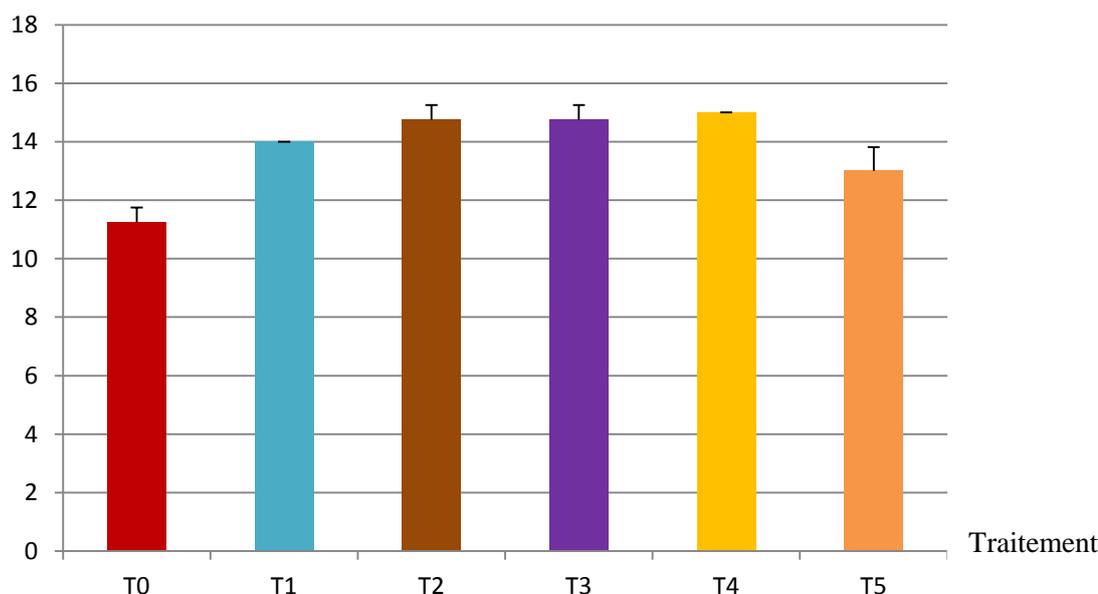


Figure 11 :Résultats de nombre d'épillets par épi

Analyse de la variance pour Nombre d'épillet/épis, avec utilisation de la somme des carrés ajustée pour les tests

Source	DL	SomCarséq	ajust	CM ajust	F	P
C2	5	40,0000	40,0000	8,0000	32,00	0,000
Erreur	18	4,5000	4,5000	0,2500		
Total	23	44,5000				

$P < 0.01$ ($p = 0.000$) donc la différence très hautement significative

Ces résultats montrent que les plantes des parcelles traitées par les différentes doses des engrais (NPKs) ont enregistré une augmentation du nombre d'épillet par épi comparativement au témoin (non traité) avec un maximum pour la dose la plus élevée de (NPKs) (traitement T4 : 192u (N) + 152,5u (P) + 179,5 u (K) + 166u (S))

5- Nombre de graines/épis

Le tableau (13) et la figure (12) montrent le nombre de graines/épis

Tableau 13: Résultats de nombre de grains/épis

Traitements. N°	$\bar{X} \pm \delta$
T0 : 0u (P) + 0u (N)	32.75±1.47
T1 : 92u (N) + 92u (P) + 0u (K)+0u (S)	38.25±4.20
T2 : 94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)	42.25±0.82
T3 : 145u (N) + 112,5u (P) + 135u (K) + 124,5 u (S)	43.75±0.43
T4 : 192u (N) + 152,5u (P) + 179,5 u (K) + 166u (S)	45.75±0.82
T5 : 54 u (N) + 15u (P) + 15u (K) + 12u (S)	58.75±21.98

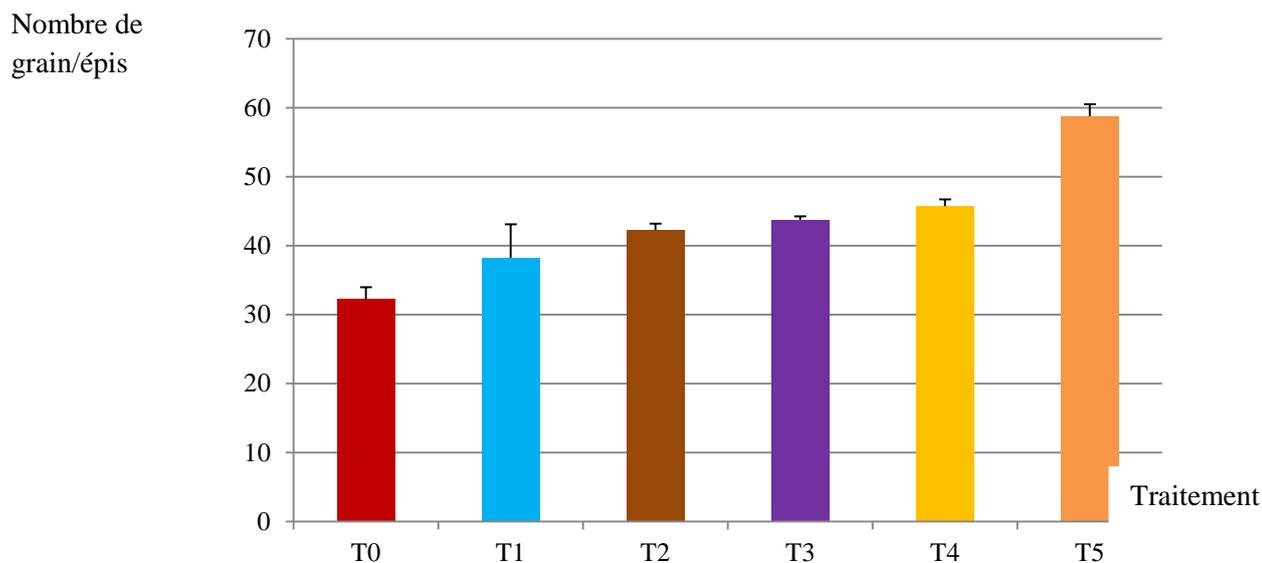


Figure12 :Résultats de nombre de grains/épis

Analyse de la variance pour grains/épis, avec utilisation de la somme des carrés ajustée pour les tests

Source	DL	SomCarséq	ajust	CM ajust	F	P
C2	5	439,208	439,208	87,842	16,69	0,000
Erreur	18	94,750	94,750	5,264		
Total	23	533,958				

$P < 0.01$ ($p = 0.000$) donc la différence très hautement significative

D'après ces résultat il ya :

Les résultats obtenus (Fig.12) montrent qu'une augmentation du nombre de grains par épi a été notée chez les plantes traitées comparativement au témoin et ce pour les différentes doses de NPKs utilisées

Le meilleur résultat a été enregistré chez les plantes du parcelle T5 qui représente la dose (54u (N) +15u (P) +15 u (K) + 12u (S)) suivi du traitement T4(192u (N) + 152.5u (P) +179.5u (K) + 166u (S)).

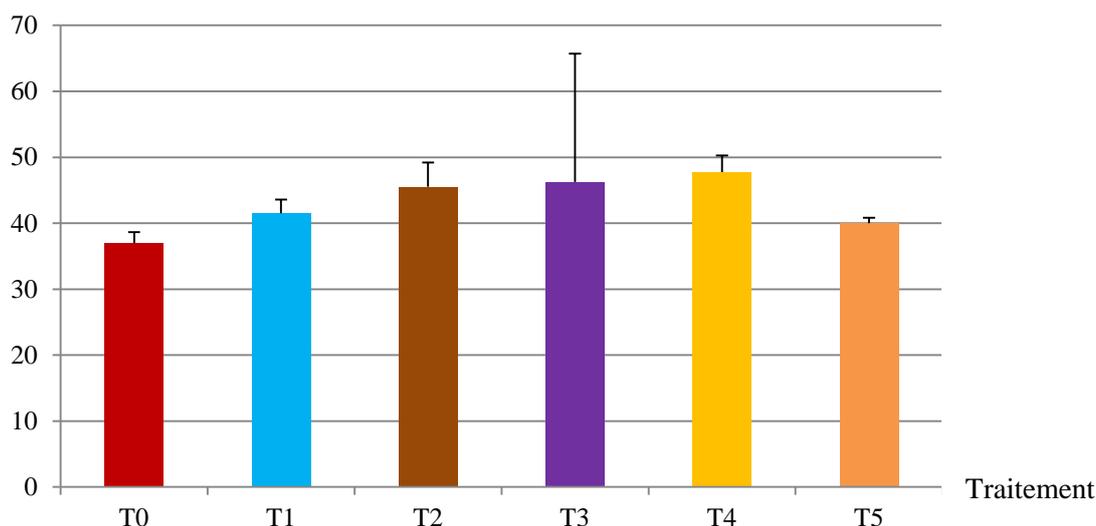
6-Poids de 1000 grains :

Le tableau(14) et La figure (13) montrent le poids de 1000 graines

Tableau 14 : Résultats de poids de 1000grains(g)

Traitements. N°	$\bar{X} \pm \delta$
T0 : 0u (P) + 0u (N)	37±1.41
T1 : 92u (N) + 92u (P) + 0u (K)+0u (S)	41.5±1.80
T2 : 94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)	45.5±3.20
T3 :145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)	46.25±3.03
T4 : 192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)	47.75±2.16
T5 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S)	40±0.70

Poids de
1000 grains

**Figure 13 :Résultats de Poids de 1000 grains**

Analyse de la variance pour PMG, avec utilisation de la somme des carrés ajustée pour les tests

Source	DL	SomCarséq	ajust	CM ajust	F	P
C2	5	346,500	346,500	69,300	10,44	0,000
Erreur	18	119,500	119,500	6,639		
Total	23	466,000				

$P < 0.01$ ($p = 0.000$) donc la différence très hautement significative

La figure (13) montre qu'une augmentation du poids de 1000 grains a été notée chez les plantes traitées comparativement aux témoins et ce pour les différentes doses de NPKs utilisées.

Le meilleur résultat a été enregistré dans la parcelle T4 (192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)) suivi du T3 (145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)), et T2 (94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)).

Cette élévation du poids est due à l'effet de l'azote qui est un élément principal dans la composition du grain majoritairement représenté par les protéines (Soltner, 2003)

7- Rendement par hectare

Le tableau (15) et la figure 14 montrent les résultats de rendement par hectare

Tableau 15 : Résultats de rendement par hectare (q/h)

Traitements. N°	$\bar{X} \pm \delta$
T0 : 0u (P) + 0u (N)	22.25±4.14
T1 : 92u (N) + 92u (P) + 0u (K)+0u (S)	25.5±1.11
T2 : 94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)	31.5±1.11
T3 :145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)	41.25±0.82
T4 : 192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)	46.75±1.29
T5 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S)	24.5±1.11

Rendement/h

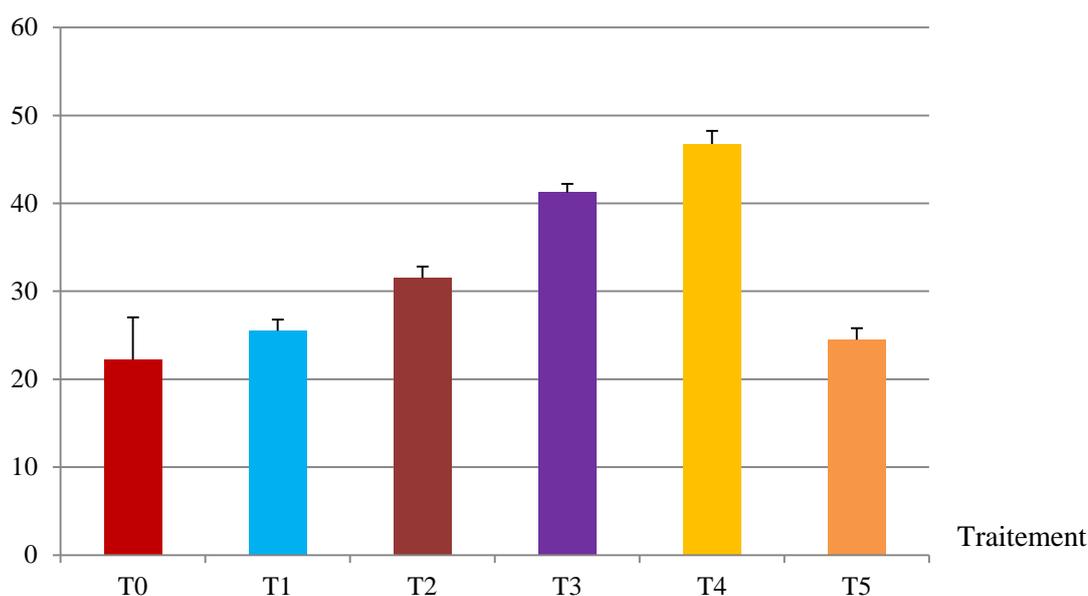


Figure14 :Résultat de rendement par hectare

Analyse de la variance pour RDT, avec utilisation de la somme des carrés ajustée pour les tests

Source	DL	SomCarséq	ajust	CM ajust	F	P
C2	5	5055,3	5055,3	1011,1	252,77	0,000
Erreur	18	72,0	72,0	4,0		
Total	23	5127,3				

$P < 0.01$ ($p = 0.000$) donc la différence très hautement significative

D'après ces résultat il ya :

Les parcelles traitées par les différentes doses des engrais(NPKs) ont enregistré une augmentation du rendement comparativement aux témoins.

Le meilleur résultat a été noté chez les plantes de la parcelle T4 (192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S)) suivi du traitement T3 (145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S)) et T2 (94u (N) + 80u (P) + 89u (K) + 83u (S)), les moyennes enregistrées étant respectivement 46qx/ha et 41qx/ha et 31qx/ha contre une moyenne de 15qx/ha chez les plantes non traitées.

Les même résultats ont été obtenus par **Badraoui et al, (2001)** qui affirment que la fertilisation azotée favorise le développement des cultures et entraine par conséquent une augmentation de leur rendement.

L'azote et le potassium sont des facteurs important pour la quantité finale de la récolte.

8-Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b :

Le tableau(16) et La figure (15) montrent la teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+ b.

Tableau16: Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b

Teneur Echantillon	Chlorophylle a $\mu\text{g/g } \bar{X} \pm \delta$	Chlorophylle b $\mu\text{g/g } \bar{X} \pm \delta$	Chlorophylle a+b $\mu\text{g/g } \bar{X} \pm \delta$
T0	16.23±2.56	21.69±5.04	38±4.35
T1	17.42±2.15	22.82±5.13	40.69±5.94
T2	16.14±2.30	24.70±2.55	40.87±1.62
T3	17.67±1.68	18.54±4.14	38.54±5.56
T4	16.37±1.38	25.01±2.28	41.38±1.69
T5	16.03±2.04	23.51±4.05	39.57±3.48

Teneur en
Ch a et ch b
et Cha+b

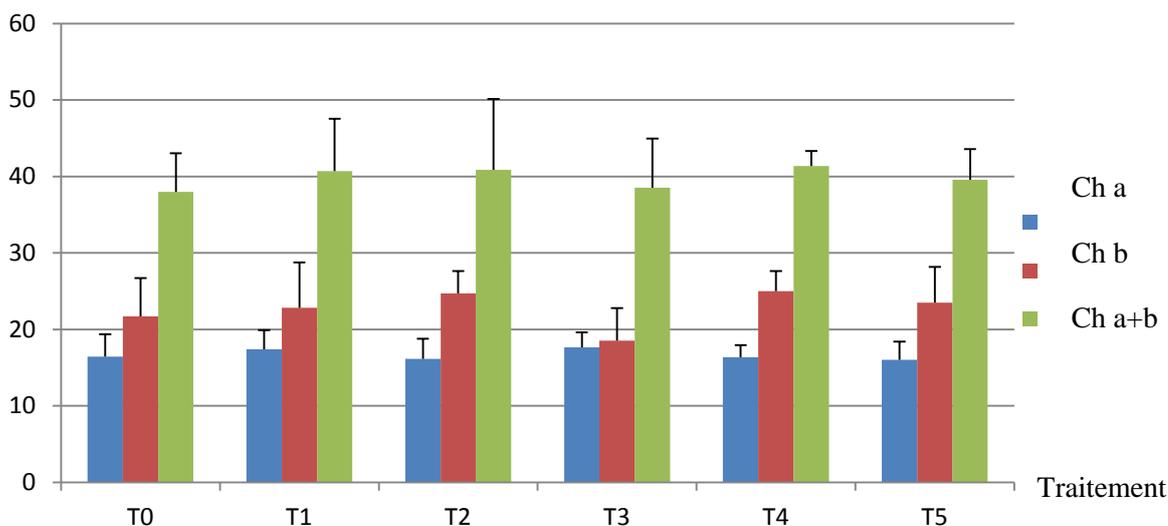


Figure15: Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b

chlorophylle A

Analyse de la variance pour C1, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
C2	5	7,37	7,37	1,47	0,03	0,999
Erreur	66	2885,07	2885,07	43,71		
Total	71	2892,44				

P<0.5 donc la différence significative

chlorophylle B

Analyse de la variance pour C1, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
C2	5	23,39	23,39	4,68	0,06	0,998
Erreur	90	7408,88	7408,88	82,32		
Total	95	7432,27				

P<0.5 donc la différence significative

chlorophylle A+B

Analyse de la variance pour C1, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
C2	5	48,4	48,4	9,7	0,05	0,999
Erreur	114	22696,3	22696,3	199,1		
Total	119	22744,6				

P<0.5 donc la différence significative

Les résultats obtenus pour ce paramètre (figure 15) montrent qu’une augmentation de la teneur des feuilles en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b a été noté chez les plantes traités par les différentes doses de NPKs comparativement aux plantes non traitées.

Le meilleur résultat a été enregistré chez les plantes de la parcelle T4, suivi de la parcelle T2 pour lesquelles nous avons noté respectivement les moyennes $41,38\mu\text{g/g}$ et $40,87\mu\text{g/g}$ contre une moyenne de $38\mu\text{g/g}$ chez les plantes témoins (Tab.15).

La chlorophylle étant une substance azotée, sa synthèse à l'intérieur des cellules végétales est stimulée par un apport d'azote, ce qui entraîne une coloration vert foncé des végétaux. (Soltner, 2003)

9-Teneur en matière fraîche et sèche :

Le tableau(17) et La figure (16) montrent la teneur en matière fraîche et sèche.

Tableau(17) : teneur en matière fraîche et sèche %

Teneur Échantillons	Matière sèche % $\bar{X} \pm \delta$	Matière fraîche % $\bar{X} \pm \delta$
T0	$5,76 \pm 0.87$	$28,15 \pm 1.64$
T1	$6,12 \pm 0.52$	$33,78 \pm 1.42$
T2	$4,55 \pm 1.63$	$36,89 \pm 0.67$
T3	$5,93 \pm 1.70$	$36,22 \pm 1.81$
T4	$6,72 \pm 1.00$	$35,82 \pm 1.14$
T5	$7,22 \pm 0.22$	$27,89 \pm 1.63$

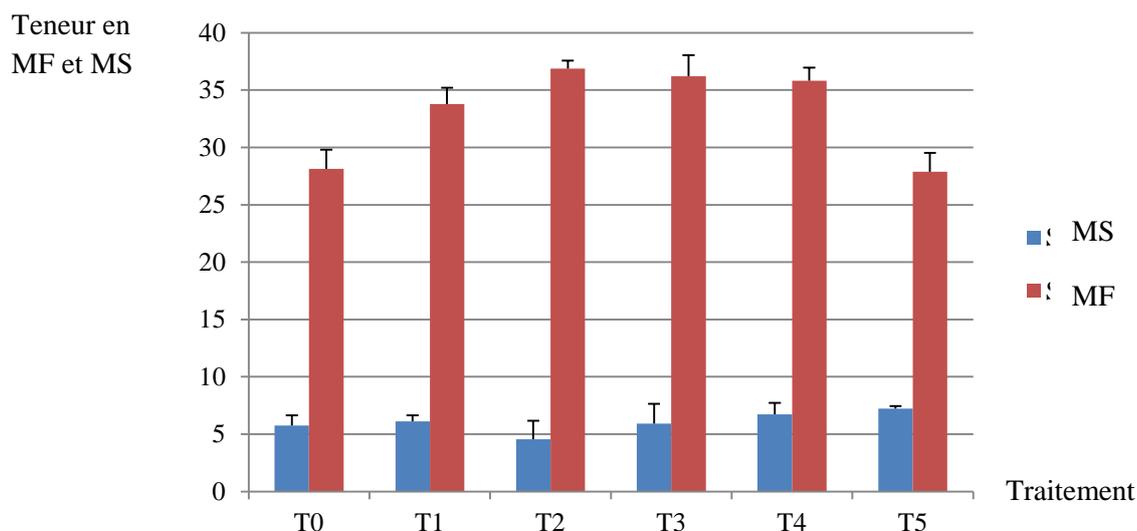


Figure 16: poids sèche et fraîche des plantes pour les différents traitements d'engrais

MF

Analyse de la variance pour C1, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
C2	5	16,613	16,613	3,323	1,60	0,211
Erreur	18	37,390	37,390	2,077		
Total	23	54,003				

P<0.5 donc la différence significative

MS

Analyse de la variance pour C1, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
C2	5	6,235	6,235	1,247	0,21	0,958
Erreur	42	253,961	253,961	6,047		
Total	47	260,196				

P<0.5 donc la différence significative

La figure (16) montre que le poids frais et le poids sec de la plante ont enregistré une augmentation dans les parcelles traitées par les différentes doses de NPKs comparativement au témoin.

Le taux d'augmentation maximum était de 6.72 pour le poids frais chez les plantes de la parcelle T4, et de 36,89% pour le poids sèche chez les plantes de la parcelle T3. Ces résultats montrent que l'amélioration des processus de nutrition chez les plantes ayant bénéficié d'un apport d'azote, entrain une stimulation des processus de synthèse d'où une augmentation du poids frais et sec chez ces dernières.

Conclusion

Dans ce travail nous avons étudiés l'effet de trois engrais :weatstar, weatgrow, weatgreen, sur le développement et le rendement du blé dur (var.Simeto) avec des différentes doses.

Les résultats obtenus montrent :

- pour la hauteur des épis T3:145u (N) + 112,5u (P) +135u (K) + 124,5 u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le nombre des plantes T5 : 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le nombre des épillet/m² T4 :192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le nombre des épillets/ épi T4 :192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le nombre de grains/épiT5 : 54 u (N) +15u (P) + 15u (K) + 12u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le poids de mille grainsT4 :192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le rendement/hT4 :192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le teneur en chlorophylle T4 :192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S) a donné le meilleur résultat.
- pour le teneur en MF et MS T4 :192u (N) +152,5u (P) +179,5 u (K) + 166u (S) a donné le meilleur résultat.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Anonyme.**, (2006) : b. La culture du blé dur : Fiche Technique. I.T.G.C :5p
- Anonyme.**, (2006) : a. Céréaliculture.I.T.G.C. N 46 :60.
- **Aissani, S.**, (2013) : Effets du stress hydrique sur une variété du blé dur (*Triticum durum DESF*). Mémoire de mastère en biologie. Option phytopathologie et phytopharmacie, département de biologie université de Guelma Algérie.26p
- Acevedo, E.**, (1989): Improvement of winter wheat crops in Mediterranean environments Use of yield, morphological traits. Dans :Physiology Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments. *Les Colloques de l'INRA*, 55 : 273-305.
- Badraoui, M.**, Agbani M., Bouabid R.,Zerouali M., (2001) : Nouvelle normes pour mieux fertiliser le blé en irrigué dans le gharbe . Transfert de technologie en agriculture, N⁰84.1-8.
- Benbelkacem, A.**, Kellou, K., (2001) : Évaluation du progrès génétique chez variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivées en Algérie. Options méditerranéennes. : 105-10.
- **Bald, C.**, (1974) : Contributions à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leurs influences sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. Doc. Projet Céréale.152 p.
- Bonjean, A.**, et Ricard, E., (1990) : Les céréales à paille Origine.Historique, Economie, Sélection.SOFTWORD/GROUPE I.T.M (INRA) :9-147
- **Bouzerzour, H.**, Adjabi, A, Benmahammed, A, Hadj Sahraoui, A, Harkati, N.,(2002) : Productivité et adaptation des variétés de céréales en zone semi aride d'altitude Céréaliculture 37 : 4-12.Novembre 2002.
- **Brahli, D.** et Nasr, N., (2009) : Etude de l'efficacité d'un herbicide nouvellement introduit en Algérie « Traxos » contre les adventices des grandes cultures. Mémoire d'ingénieur d'Etat en biologie Option biotechnologie végétale, département de biologie université de Guelma Algérie.66p
- Chehat, F.**, (2007) : Analyse macroéconomique des filières, la filière blé en Algérie. Projet PAMLIM « perspectives agricoles et agroalimentaires maghrébines libéralisation et mondialisation ».Alger :7-9 avril 2007.
- Compbell, N.**, (2007) : Biologie. 7 éditions, PE AROSON.Québec (CANADA) :P21
- Choueiri. E.**, (2003) : La céréaliculture. Stratégie et politique agricole p9.

Références bibliographiques

- Debiton, C.**, (2010) : Identification des critères des grain de blé (*triticum aestivum* L) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse doctorat.blaise paxal.1-2.
- **Djermoun, A.**, (2009) : La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. P46-47.
- **Gat, Hh.**, (1995) : Ecophysiologie du blé. Technique et. Documentation. Lavoisier. ITCF. Paris 429p.
- Guerziz , B, Khelifa, A.**, (2009) : Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur le développement et le rendement de blé dur (*Triticum durum.Desf*). Mémoire de mastère en biologie. Option biotechnologie végétale, département de biologie université de Guelma Algérie.31p.
- Hezili, W, et Himoud, Z.**, (2013) : Evaluation de trois herbicides homologués en Algérie sur une culture de blé dur « *Triticum durum Desf.* » dans la région de Guelma. Mémoire de mastère en biologie. Option phytopathologie et phytopharmacie, département de biologie université de Guelma Algérie.23p.
- Kacem, N.**, (2005) : Embryogenèse somaclonale chez le blé dur et tendre (culture 1d'embryons matures et immatures).Mémoire de magistère. Université Mentouri-Constantine. Algérie.01p
- Laboratoire** eau service de l'agriculture Algérienne. Utilisation des engrais 2010.
- **MACIEJEWSKI, J.**, (1991) : Semences et plants. Technique et documentation. Lavoisier. Paris.233p
- Ministère de l'agriculture2**, de l'élevage et de la pêche (MAEP)-organisation des nations s unies pour l'alimentation et l'agriculture(FAO)-projet de soutien au développement rural (PSOR)
- Moughli, L.**, (2000) : Transfert de technologie en agriculture : Les engrais minéraux caractéristiques et utilisation, N 72.1p 1-3-4
- **Pomeranz, Y.**, (1988) : Chemical composition of Krrmel structures. Wheat : chemistry and technologie. Volume I., 97-158.
- Ramade, F.**, (2008) : dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité.DUNOD.paris.760p.
- Richard, C.,Dary, M.**,(1985) :Produits phytosanitaire, recherche, développement, homologation, édition de la nouvelle librairie. Département Agri-Nathan International. Paris.263p.
- Soltner , D.**, (2003) : Les bases de la production végétales : Tome I. 23^e édition : 385-411.

Références bibliographiques

-**Suget** , A., et **Barron**, C.,(2005) : histologie du grain de blé, Industrie des céréales 145,47.

-**Statistiques du ministère de l'agriculture**

Site d'internet :

[1] <http://www.medobs.org> consulté le 14/04/2014.

[2] <http://www.agr.ca/policy/winn/biweekly/index.htm> consulté le 24/05/2014.