

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS  
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



### Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Science Agronomie

**Spécialité:** phytopathologie et phytopharmacie

**Thème : Réponses des nouvelles variétés de blés dur (*Triticum durum*  
*Desf.*) : (variété Cirta et variété Simeto) à la fertilisation azotée dans la  
région de Guelma**

**Présenté par :**

- ✓ BELFERRAGUI souad
- ✓ MAHDJOUB ikram

**Membres de jury :**

Mr ZITOUNI A. : (M.C.B)	Université de Guelma	Président
Mr BAALI S. : (M.A.B.)	Université de Guelma	Examineur
Mme LAOUAR H. : (M.A.A.)	Université de Guelma	Encadreur
Mr BOUDJAADJA F. : (ITGC de Guelma)	Chef de service d'agrotechnie	Membre invité

Juin 2015

## **REMERCIEMENTS**

*Au nom de Dieu, le miséricordieux, le tout puissant, nous lui rendons grâce pour nous avoir apporté sérénité et patience, que sa lumière nous guide vers lui, et que son nom soit l'objet de notre adoration.*

*Ce travail a été réalisé au ITGC et laboratoire de botanique à l'université 8 mai 45 Guelma. Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers.*

*D'abord, nous tenons à remercier Madame **laouar** pour nous avoir donné la chance de travailler sous sa direction.*

*Nos remerciements sont adressés aux membres du Jury qui ont pris sur leur temps et ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail : Mr. le professeur **Zitouni** qui nous apportait son aide et qui nous a toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire .et nous a fait l'honneur de présider ce Jury **Mr .baali** qui a bien voulu examiner ce travail.*

*Je souhaitais adresser mes remerciements les plus sincères aux Messieurs **bodjadjaa**, le personnel de l'ITGC, de Guelma qui m'ont apporté leur aide. Enfin, un grand merci à toutes les personnes qui nous ont aidés de loin ou de près dans la réalisation de ce travail.*



## *DÉDICACES*

*A mes défunts parents, je vous rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance et de mon infini amour*

*A mon très cher mari SALIM pour sa patience et son encouragement qui m'ont aidée a surmonté toutes les difficultés rencontrées au cours de cette vie commune.*

*Mon adorable sœur : BADIA et son mari mon oncle ABDELWAHABE pour leurs soutien moral et leurs sacrifices tout au long de ma formation et leurs enfants chère : INES, BOUCHRA, ILYASSE et AHMED.*

*A mon frère ADEL*

*A ma sœur HANAN et mes frères, MOHAMMED et ABDEREZAKE et leurs enfants : MERIEM, SOUJOURD ISLEME et ABD ELMOUMEN*

*Ma chère binôme « MAHDJOUB IKRAM » et à toute sa famille*

*A tous mes amis*

*Merci pour m'avoir toujours supporté dans mes décisions. Merci pour tout votre amour et votre confiance, pour m'avoir aidé à ranger mon éternel désordre et pour votre énorme support pendant la rédaction de mon projet!*

*Je vous aime beaucoup.*

**SOUAD**



## DEDICACES

*Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui m'a guidé sur le chemin droit*

*Tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes.*

*Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes parents pour leur amour et leur encouragement qu'ils trouvent le témoignage de ma profonde affection et gratitude.*

*A mon mari est l'homme de ma vie Mouatassim.*

*A mes frères Walid et Abd el rahman*

*A mes sœurs Iklass et Aida.*

*A la fleur de la maison, ma très chère petite «Assil Bazine».*

*A mon meilleur ami Amel.*

*A toute la famille de mon mari .*

*A tous mes amies.*

IKRAM

## Résumé

La présente étude a été conduite au cours de l'année universitaire 2014/2015 au niveau de FDPS de l'ITGC de Guelma pour comparer l'effet de différents doses d'engrais azotée (urée 46) sur le comportement et le rendement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum desf*) **Cirta** et **Simeto** dans un dispositif en blocs complètement randomisés avec quatre répétitions.

Notre travail porte sur l'étude de plusieurs paramètres de rendement : le nombre de plante par m<sup>2</sup>, le nombre de talle par plante, la hauteur des plantes, le nombre d'épi par m<sup>2</sup>, le nombre d'épillet par épi, le nombre de grains par épi, le Poids de 1000 grains, le Rendement par hectare, et la Teneur en chlorophylle a et b

Les résultats obtenus indiquent que :

- ✓ Le traitement **T3** (262,5unités) a donné les meilleurs résultats pour le nombre de plante par m<sup>2</sup>, le nombre de talle par plante, la hauteur des plantes, le nombre d'épi par m<sup>2</sup>, le nombre épillet par épi, le nombre de grains par épi, le Poids de 1000 grains, le Rendement par hectare, et la Teneur en chlorophylle a et b.
- ✓ Il n'y a pas en de différence significative entre les deux variétés pour presque tous les paramètres de rendement.

**MOTS CLES :** Blé dur, rendement, fertilisation, azote, cirta et simeto

## Abstract

This study was conducted during the 2014/2015 academic year at the FDPS ITGC Guelma to compare effect of different doses of nitrogen fertilizers (urea 46) on the behavior and performance of two varieties of durum wheat (*Triticum durum Desf*) **Cirta** and **Simeto** in a device in randomized complete block with four replications.

Our work focuses on the study of several performance parameters: the number of plants per square meter, the number of tillers per plant, plant height, number of spike per m<sup>2</sup>, number spikelet's per spike, number of grains per head, the weight of 1000 grains, the yield per hectare, and chlorophyll a and b content.

The results obtained indicate that:

- ✓ The T3 treatment (262,5unités) gave the best results for the number of plants per square meter, the number of tillers per plant, plant height, number of spike per m<sup>2</sup>, number spikelet's per spike, number of grains per spike, the weight of 1000 grains, the yield per hectare, and chlorophyll a and b content.
- ✓ There are not significant differences between the two varieties for almost all performance parameters.

**KEYWORDS:** Durum wheat, yield, fertilization, nitrogen, cirta and simeto

## المخلص

اجرية هذه الدراسة خلال العام الدراسي 2015/2014 في المزرعة التجريبية و إنتاج البذور التابعة المعهد التقني للمحاصيل الزراعية بولاية قالمة قصد دراسة تأثير الأسمدة النيتروجينية (ا ليوريا 46) بتركيز مختلفة على نمو ومردود نوعين من القمح الصلب Cirta و Simeto في قطع مزرودة بشكل عشوائي مكرر اربع مرات

يركز عملنا على دراسة عدة معايير :

عدد النباتات في المتر المربع , عدد السنابل في المتر المربع, طول النبتة, عدد السنيبلات في السنبلة, عدد الحبوب في السنبلة, وزن 1000 حبة ومردود الهكتار الواحد, محتوى الكلوروفيل

النتائج التي تم الحصول عليها تشير إلى أن

- أعطى التركيز T3(262u) أفضل النتائج في المعايير السابقة .

- لا يوجد فرق ذات دلالة إحصائية بين الصنفين في مختلف التراكيز.

**الكلمات المفتاحية :** القمح الصلب, المردود, التسميد, Cirta و Simeto



<b>Sommaire</b>	<b>page</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>01</b>
<b>I/Revue Bibliographique</b>	
<b>1/ blé dur</b>	
1) Généralité sur le blé dur ( <i>Triticum durum desf</i> ) :.....	<b>04</b>
2) Origine et classification :.....	<b>04</b>
2)1-Origine génétique :.....	<b>04</b>
2)2-Origine géographique :.....	<b>04</b>
2)3-Classification botanique : .....	<b>05</b>
3) Caractère botanique du blé dur :.....	<b>05</b>
3)1- Morphologie :.....	<b>05</b>
3)2-Structure de grain :.....	<b>06</b>
3)2-1-L'albumen ou amande :.....	<b>06</b>
3)2-2-Les enveloppes :.....	<b>06</b>
3)2-3-Le Germe ou l'embryon : .....	<b>06</b>
4) Exigences pédoclimatiques :.....	<b>07</b>
5) Le Cycle développement de blé : .....	<b>07</b>
5)1-Période végétative :.....	<b>08</b>
5)1-1-La germination : .....	<b>08</b>
5)1-2-Le tallage :.....	<b>08</b>
5)2-Période de reproduction :.....	<b>08</b>
5)2-1- Phase de la montaison :.....	<b>08</b>
5)2-2- Phase de l'épiaison :.....	<b>09</b>
5)3-Période de maturation :.....	<b>09</b>
6) Operations culturales : .....	<b>09</b>





6)1-Préparation du sol :.....	09
6)2-Fumure du fond :.....	09
6)3-Semis :.....	09
6)4-Irrigation :.....	09
6)5-Fertilisation :.....	10
6)6-Désherbage :.....	10
6)7-Récolte :.....	10
7) Importance et distribution (dans le monde et en Algérie) :.....	10
8) Les Principales maladies et les principaux ravageurs du blé dur :.....	11
8)1-Les Principaux ravageurs de blé dur :.....	11
8)2 - Les Principales maladies du blé dur :.....	12
<b>2/ Fertilisation</b>	
1) Généralité sur la fertilisation :.....	15
2-Principes de la fertilisation :.....	15
3-Eléments nutritifs nécessaires à la croissance de la plante :.....	15
4-Les éléments fertilisants :.....	15
5) L'évolution des éléments majeurs dans le temps :.....	16
5)1-Azote :.....	16
5)2-Phosphore et potassium :.....	16
6) définition des engrais :.....	16
7) Catégories d'engrais :.....	17
8) Fertilisation azotée :.....	17
9) Dynamique de l'azote :.....	17
10) Période d'application :.....	17
11) Les Principaux engrais azotes utilisés en Algérie :.....	18



11)1-L'ammonitrate 22% d'azote :.....	18
11)1-1-L'ammonitrate a un double but :.....	18
11)1-2-Que Représente une (unité d'azote) :.....	18
11)2-L'ammonitrate 33% d'azote :.....	18
11)3-Le Sulfate d'ammoniaque (22% d'azote ammoniacal) :.....	18
11)4-Urée (45% d'azote ammoniacal) :.....	18
12) Les erreurs à éviter pour la fertilisation :.....	19
13) Réduire les impacts sur l'environnement :.....	19
14) Formes de pollution associée aux éléments fertilisants :.....	19
14)1-Lessivage :.....	19
14)2-Ruissellement :.....	19
14)3-Volatilisation :.....	20
14)4-Dénitrification :.....	20
15) Principales fonction des aliments nutritifs majeurs de la plante :.....	20
<b>II/ Matériel et Méthode</b>	
1) Caractéristiques du site d'essai :.....	23
1)1- Localisation :.....	23
1)2-Caractéristiques climatique :.....	23
1)3 Caractéristiques pédologiques :.....	24
2) Matériel végétal :.....	24
3) Engrais utilises :.....	25
3)1-Engrais de fond :.....	25
3)1-1-MAP (Mono – Ammonium –Phosphate) :.....	25
3)1-2-Caractéristiques du MAP de notre essai :.....	25
3)1-3-Formule de MAP utilisé dans notre essai :.....	25



3)1-4-Composition :.....	<b>25</b>
3)1-5-Recommandation d'utilisation :.....	<b>25</b>
3)2-Engrais de couverture :.....	<b>25</b>
3)2-1-Avec azote (type d'engrais Urée 46%) :.....	<b>26</b>
3)2-2- Caractéristiques techniques :.....	<b>26</b>
3)2-3-La Formule :.....	<b>26</b>
3)2-4-Composition :.....	<b>26</b>
3)2-5-Recommandation d'utilisation :.....	<b>26</b>
4) Forme de produits utilise pour traitement (ITGC-Guelma, 2015) :.....	<b>27</b>
4)1-Contre les mauvaises herbes :.....	<b>27</b>
4)1-1-Composition :.....	<b>27</b>
4)1-2-Mode d'action :.....	<b>27</b>
4)1-3-Période d'application :.....	<b>27</b>
4)1-4-Précaution d'emploi :.....	<b>27</b>
4)2-Contre les champignons :.....	<b>28</b>
4)2-1-Leurs caractères :.....	<b>28</b>
4)2-2-Période d'utilisation :.....	<b>28</b>
4)2-3-Compatibilité :.....	<b>28</b>
4)3-Contre les insectes :.....	<b>28</b>
5-conduite d'essai :.....	<b>28</b>
6) Mise en place de l'essai :.....	<b>30</b>
7) Objectif de l'essai :.....	<b>31</b>
8) Protocole Expérimentale :.....	<b>31</b>
9) Les Stades phénologiques :.....	<b>32</b>
10) Paramètres étudiés :.....	<b>32</b>
10)1-Sur le sol :.....	<b>32</b>



10)1-1-Préparation de l'échantillon : .....	33
10)1-2-Analyse de matières organiques : .....	34
10)1-2-1-Les réactifs : .....	34
10)1-2-2-Matériels utilisés : .....	34
10)1-2-3-Préparation des réactifs : .....	34
10)1-2-4-Protocole d'analyse : .....	34
10)1-2-5-Calcul et expression des résultats : .....	34
10)1-3-Analyse de pH : .....	35
10)1-3-1-Mesure du pH : .....	35
10)1-3-2-Protocole : .....	35
10)2-Sur la culture : .....	36
10)2-1-Nombre de plante par m <sup>2</sup> : .....	36
10)2-2-Nombre de talle par m <sup>2</sup> : .....	36
10)2-3-Hauteur des plantes : .....	36
10)2-4- Nombre d'épi par plante: .....	36
10)2-5-Nombre épillet par épi: .....	36
10)2-6- Nombre de grains par épi: .....	36
10)2-7-Poids de 1000 grains : .....	36
10)2-8- Rendement par hectare : .....	36
10)2-9-Notation sur les maladies : .....	37
10)2-10-Teneur en Chlorophylle a et b : .....	37
11) analyse statistique .....	37
<b>III/: Résultats et discussions</b>	
1) résultats .....	38
Peuplement à la levée : Nombres des plantes/m <sup>2</sup> .....	38

# Sommaire

---

Nombre de talle/plante.....	40
Nombre d'épis/m <sup>2</sup> .....	42
Nombre de grains /épi.....	44
Nombre d'épillet/épi.....	46
La hauteur de la plante.....	48
Poids de 1000grain.....	50
Estimation du rendement théorique (biologique).....	52
la teneur de chlorophylle.....	54
2) discussion.....	55
<b>Conclusion</b> .....	57
<b>Référence bibliographique</b>	
<b>annexe</b>	

## LISTE DES TABLEAUX

---

### LISTE DES TABLEAUX

N°	INTITULE	page
<b>Tableau 01</b>	Les principaux ravageurs sur le blé dur (Soltner, 1990).	<b>11</b>
<b>Tableau 02</b>	Les maladies de blé dur (Si Bennis, 2003).	<b>13</b>
<b>Tableau 03</b>	Les effets de carence de N .P.K dans la plante. (J. et Noddach, 1934)	<b>20</b>
<b>Tableau 04</b>	Quelque engrais d'azote important (Pfeiffer ; 1956)	<b>21</b>
<b>Tableau 05</b>	Donnée de la précipitation, température, gelée, humidité, vent, sisc dans la région de Guelma durant la campagne septembre2014- mai2015.	<b>23</b>
<b>Tableau 06</b>	Caractéristiques pédologiques du site de l'essai.	<b>24</b>
<b>Tableau 07</b>	Liste des variétés de blé dur expérimentées (ITGC-Guelma, 2015)	<b>24</b>
<b>Tableau 08</b>	Les principales caractéristiques des variétés de blé dur <i>Triticum durum</i> (ITGC-Guelma, 2015)	<b>24</b>
<b>Tableau 09</b>	Propriétés et utilisation le MAP et l'azote (ITGC-Guelma, 2015)	<b>27</b>
<b>Tableau 10</b>	Travaux culturaux effectués durant cette étude	<b>29</b>
<b>Tableau 11</b>	Les dates et les stades phénologiques de notre essai	<b>32</b>
<b>Tableau 12</b>	Nombre des plantes au mètre carré	<b>38</b>
<b>Tableau 13</b>	Nombre de talle par plante	<b>40</b>
<b>Tableau 14</b>	Nombre d'épis/m <sup>2</sup>	<b>42</b>
<b>Tableau 15</b>	Effet de la fertilisation azotée sur les nombres grains par épi	<b>44</b>
<b>Tableau 16</b>	Nombre d'épillet /épi	<b>46</b>
<b>Tableau 17</b>	Hauteur des épis	<b>48</b>
<b>Tableau 18</b>	Poids de 1000grain	<b>50</b>
<b>Tableau 19</b>	Rendement théorique	<b>52</b>
<b>Tableau 20</b>	Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b	<b>54</b>

## LISTE DES FIGURES

---

### LISTE DES FIGURES

N°	INTITULE	PAGE
<b>Figure 1</b>	Blé dur (ITGC, 2015).....	<b>05</b>
<b>Figure 2</b>	Structure du grain du blé(3).....	<b>06</b>
<b>Figure 3</b>	Le cycle de développement du blé (Ry et <i>al.</i> , 2000).....	<b>07</b>
<b>Figure 4</b>	Modèles de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé (Anonyme, 2011).....	<b>12</b>
<b>Figure 5</b>	ITGC Guelma.....	<b>23</b>
<b>Figure 6</b>	Notre parcelle ITGCGuelma.....	<b>23</b>
<b>Figure 7</b>	Mise en place de l'essai.....	<b>30</b>
<b>Figure 8</b>	Prélèvement d'échantillon de sol.....	<b>33</b>
<b>Figure 9</b>	Echantillons du Sol.....	<b>33</b>
<b>Figure10</b>	Etapas de mesure le ph de sol.....	<b>35</b>
<b>Figure11</b>	Etapas de dosage da la chlorophylle.....	<b>37</b>
<b>Figure12</b>	Peuplement à la levée : Nombres des plantes/m <sup>2</sup> .....	<b>38</b>
<b>Figure 13</b>	Nombre de talle/plante.....	<b>40</b>
<b>Figure 14</b>	Nombre d'épis/m <sup>2</sup> .....	<b>42</b>
<b>Figure 14</b>	Nombre de grains /épi.....	<b>44</b>
<b>Figure 15</b>	Nombre d'épillet/épi.....	<b>46</b>
<b>Figure 16</b>	La hauteur de la plante.....	<b>48</b>
<b>Figure 16</b>	Poids de 1000grain.....	<b>50</b>
<b>Figure 17</b>	Estimation du rendement théorique (biologique).....	<b>52</b>
<b>Figure 18</b>	Teneur de chlorophylle.....	<b>54</b>

## LISTE DES FIGURES

---

**Figure A** : préparation de la solution  $K_2Cr_2O_7$  (**Annexe**)

**Figure B** : la solution  $K_2Cr_2O_7$  (**Annexe**)

**Figure C** : la solution diphénylamine (**Annexe**)

**Figure D** : solution de sel mohr (**Annexe**)





## Introduction

Au cours des deux générations du dernier siècle, la population mondiale a augmenté de 90%, tandis que la production alimentaire s'est développée de 115%. Comme avec d'autres cultures vivrières, la productivité du blé a augmenté régulièrement au cours des 40 dernières années grâce à la disponibilité de meilleurs variétés, intrants, marchés et gestion. En raison de la croissance de l'offre - le blé est le plus largement commercé entre les céréales - les prix à la production ont diminué d'environ 40% au cours des deux dernières générations (**Dixon, 2007**).

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

L'Algérie possède une superficie globale de 2.381.741 Km<sup>2</sup> et possède des caractéristiques topographiques et bioclimatiques qui permettent de montrer une diversité des paysages et des systèmes de cultures. Une grande partie de la céréaliculture se concentre à l'intérieur du pays, sur les hautes plaines. Ces dernières se caractérisent par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gels printaniers très fréquents et des vents chauds et secs en fin de cycle de la culture. Tous ces facteurs influent sur la production céréalière qui se caractérise par une moyenne nationale très variable d'une année à l'autre (**Selmi, 2000 ; Djekoun et al., 2002**).

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

La culture du blé et particulièrement celle du blé dur constitue une filière agricole importante dans l'économie nationale. La superficie emblavée par cette espèce, à chaque campagne s'évalue à un million d'hectares (**Zitouni, 2006**). Les céréales d'hiver, et particulièrement les blés, sont à la base de l'alimentation humaine. Elles font partie du paysage agricole et socioculturel de l'Algérie et du Maghreb. Les céréales occupent les plus grandes superficies et leur grain constitue la base de l'alimentation des populations (**Hamadach et al., 1998**).

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**).

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 (ITGC de Guelma) vise à étudier l'effet de plusieurs doses d'engrais : (**Urée** (Azote)) sur le comportement et le rendement de deux variétés de blé dur *Triticum durum* Desf (var **Cirta** et var **Simeto**) dans la région de Guelma.



## 1 / Généralité sur Le blé dur (*Triticum durum*)

Le blé est une plante annuelle, monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des graminées. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant, appelé caryopse, constitué d'une graine et de tégument (**Feillet, 2000**).

Le blé dur est une céréale de haute taille (80 à 120cm), présentant un faible tallage, à épis barbus et gros grains. Ces grains sont destinés à la semoulerie pour la fabrication de pâtes alimentaires. Le semis a lieu en automne ou à la sortie de l'hiver (**1**).

Le blé dur est très riche en gluten. Il apporte de nombreuses vitamines (A, B, E, K, D) de nombreux sels minéraux. C'est un revitalisant, reminéralisant, il est connu et reconnu pour le bon fonctionnement de l'organisme car il possède tous les éléments qui lui sont nécessaires. Il est utile en cas de fatigue, d'anémie, de grossesse, de constipation, et convient aux enfants pendant la croissance (**2**).

## 2/Origine et classification

### 2/1-Origine génétique

Le blé dur comme le blé tendre appartiennent au genre *Triticum*. Ce genre comporte de nombreuses espèces autres que le blé, qui se répartissent en trois groupes distincts selon leur nombre de chromosome:

- ❖ Le groupe diploïde ( $2n = 14$  chromosomes) ou groupe de *Triticum monococcum* (en grain, en langage courant).
- ❖ Le groupe tétraploïde ( $2n = 28$  chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccum* (amidonnier), dans lequel on trouve *T.durum* (blé dur),
- ❖ Le groupe hexaploïde ( $2n = 42$  chromosomes) ou groupe de *Triticum sativum*, auquel appartient *T.sativum* (blé tendre), ou encore appelé *T.vulgare* (**Anonyme, 1981**).

### 2/2- Origine géographique

Selon **Vavilovéin Erroux (1961) cité in Hennouni, 2012**. Le blé dur a deux origines: l'Abyssinie et l'Afrique du Nord. Alors que pour **Grignac (1978)**, le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions: le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine).



## 2/3-Classification botanique

Le blé dur obéit à la classification suivante (Prats, 1960 ; Crête, 1965 ; Feillet, 2000).

➤ Embranchement	Angiospermes
➤ Sous embranchement	Spermaphytes
➤ Classe	Monocotylédones
➤ Ordre	Glumiflorales
➤ Super ordre	Comméliniflorales
➤ Famille	Gramineae
➤ Tribu	Triticeae
➤ Sous tribu	Triticinae
➤ Genre	Triticum
➤ Espèce	<i>Triticum durum Desf</i>

## 3 /Caractère botanique du blé dur

le blé dur est une espèce possédant une paille solide qui présente des plantules à un seul cotylédon, des feuilles à nervures parallèles et des fleurs groupées en petits épis appelés épillets (Ben salem et al., 1995) (fig n°1).

**3/1- Morphologie :** il a un feuillage clair, totalement glabre. L'appareil végétatif est à tallage faible, à chaume longue et souple, d'où une certaine sensibilité à la verse (Olmedo, 1995) L'épi est à rachis solide, à glumes carénées jusqu'à leur base et à glumelles inférieures terminées par une longue barbe. La fécondation est interne, le blé dur, étant autogame. Le grain est gros, de section triangulaire, très riche en albumen et de texture vitreuse (Simon et al., 1989).



Fig n° 1: Blé dur (ITGC, 2015)



## 3/2-Structure de grain

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%), les autres constituants pondéralement mineurs (quelque % seulement) les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Feillet, 2000). Un grain de blé est formé de 3 régions (fig n°2).

**3/2-1-L'albumen ou amande** : constitué de l'albumen amylicé (au sein duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois cellululiques sont peu visibles) et de couche à la couche à aleurone (80,85%) du grain (Feillet, 2000).

**3/2-2-Les enveloppes** : divisées en trois parties : le péricarpe, le tégument séminal et l'assise protéique, représentent 13 à 15% du grain. Le péricarpe et le tégument séminal sont essentiellement composés de cellulose et de matières minérales. L'assise protéique est riche en lipides, protéines, matières minérales et vitamines. Les enveloppes sont éliminées pendant la mouture et deviennent les sons (Montessinos, 2003).

**3/2-3-Le germe ou l'embryon** : le germe est l'embryon de la plante, il est situé dans la partie inférieure du grain ; c'est le germe de vie, il ne représente que 2,5% du grain ; mais c'est la partie qui contient le plus d'éléments nutritifs. Il est très riche en matières grasses (près de 10%), ce qui le rend très périssable, ses matières grasses sont composées en grande partie d'acide linoléique (Qa International Collectif, 1996).



Fig n°2 : Structure du grain du blé (3)



#### 4/ Exigences pédoclimatiques

Les sols qui conviennent le mieux au blé sont des sols drainés et profonds. Les blés durs sont sensibles au calcaire et à la salinité, un pH de 6,5 à 7,5 semble approprié puisqu'il favorise l'assimilation de l'azote (Maachi, 2005). La température est l'un des facteurs importants pour la croissance et l'activité végétative. À température de zéro 0°C la germination est bloquée et la phase de croissance nécessite 15 à 25°C. L'aptitude à la montaison et aussi déterminée par les températures et la durée du jour (Zane, 1993).

Les exigences en température sont assez importantes et varient entre 1800 et 2400 °C selon les variétés (Belaid, 1986). Le blé exige une humidité permanente durant tout le cycle de développement, l'eau est demandée en quantité variable. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm (Soltner, 1988).

#### 5/ Cycle de développement de blé

Il faut une centaine de jours environ pour réaliser un cycle de développement complet de graine à graine, et donc passer d'une génération à la suivante, chez le blé. Le cycle est un peu plus long pour un blé d'hiver semé en automne (fig n°3). La durée du cycle de développement tend à se réduire chez les variétés sélectionnés modernes (Claire et al., 2013).

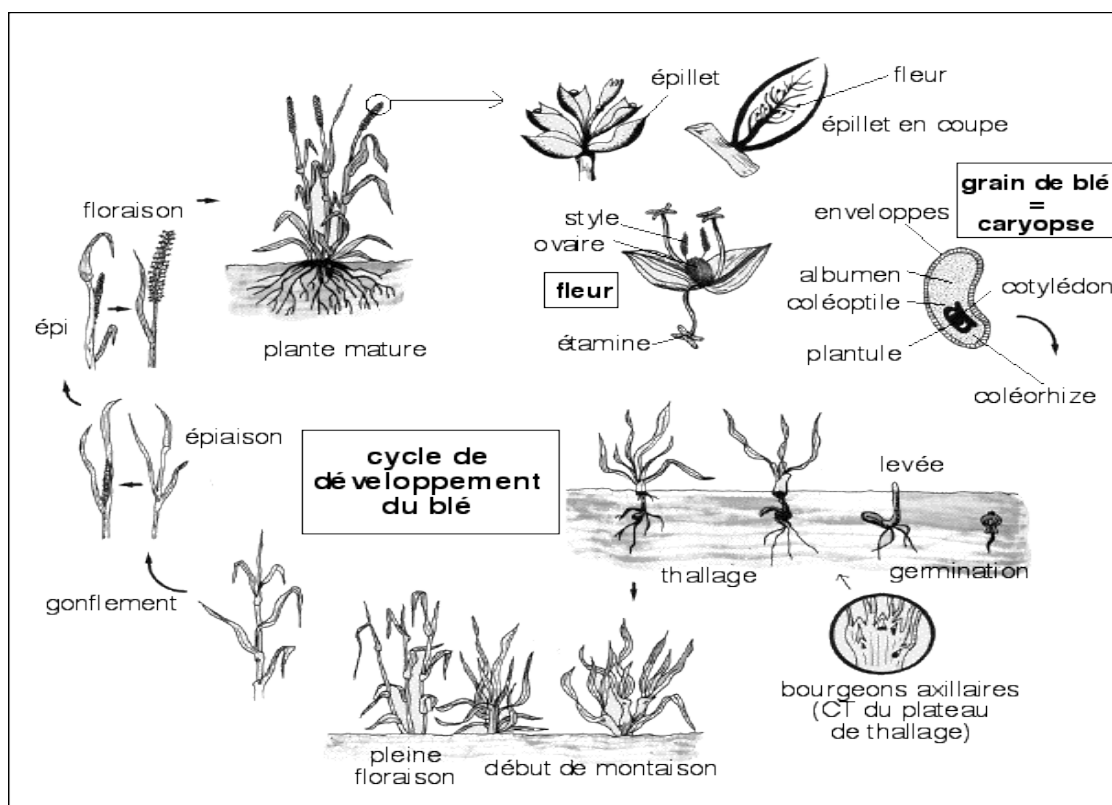


Fig n°3 : Le cycle de développement du blé (Ry et al., 2000)



## **5/1-Période végétative**

### **5/1-1-La germination**

La germination commence quand le grain a absorbé environ 25 % de son poids d'eau. Les téguments se déchirent, la racine principale, couverte d'une enveloppe appelée Coleorhize, apparaît, suivie par la sortie de la première feuille, couverte d'une enveloppe appelée Coléoptile. À la surface du sol, puis apparaissent d'autres racines et feuilles. La durée de cette phase varie avec la température de 8 à 15 j (**Clement et Prat, 1970**).

### **5/1-2-Le tallage**

#### **5/1-2-1) La formation du plateau de tallage :**

Sitôt émise la 3<sup>ème</sup> feuille, le 2<sup>ème</sup> entre nœud qui porte le bourgeon terminal s'allonge à l'intérieur de la coléoptile. Il stoppe sa montée à 2 cm sous la surface quelle que soit la profondeur du semis. A ce niveau apparaît un renflement : c'est le futur plateau de tallage. En dessous-de lui, le 2<sup>ème</sup> entre nœud ou rhizome sert encore quelque temps à transporter la sève venant des racines primaires (**Belaid, 1986; Gates, 1995**).

#### **5/1-2-2) L'émission des talles :**

A l'aisselle des premières feuilles du blé, des bourgeons axillaires entrent alors en activité pour donner de nouvelles pousses : les talles.

#### **5/1-2-3) La sortie de nouvelles racines :**

En même temps que se déroule la 4<sup>ème</sup> feuille et que pointe la première talle, de nouvelles racines sortent de la base du plateau de tallage : les racines secondaires. Garnies de poils absorbants, elles relayent les racines primaires dans la nutrition de la plante. Les racines primaires, le rhizome et le grain vidé de ses réserves flétrissent.

Avantages du tallage : implanter le système racinaire définitif à partir de la zone de surface, quelle qu'ait été la profondeur de semis et émettre des pousses qui viendront combler les vides laissés entre chaque pied par un semis irrégulier ou une mauvaise levée (**4**).

## **5/2-Période de reproduction**

Elle s'étend de la montaison à la fécondation :

### **5/2-1- Phase de la montaison :**

Au cours de cette phase, un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser. La croissance en taille et en



matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 j (**Clément et Prat, 1970**).

### **5/2-2- Phase de l'épiaison :**

La vitesse de croissance de la plante est maximale. Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, à l'organisation détaillée des épillets et à la fécondation. La durée de cette phase est d'environ 32 j . Cette phase est suivie par le grossissement du grain qui devient mou et le dessèchement de presque toutes les feuilles. Sa durée est de 16 à 17 j (**Clement et Prat, 1970**).

### **5/3-Période de maturation**

Elle correspond à l'accumulation de l'amidon dans les grains et à la migration très active des réserves (glucides et protéines) vers le grain. La durée de cette période est de 25 à 26 j en moyenne (**Clement et Prat, 1970**).

## **6/Opérations culturales : effectuée pour la culture de blé sont +:**

**6/1-Préparation du sol** : en août-novembre. Le blé nécessite un sol bien préparé et ameubli sur une profondeur de 12 à 15cm pour les terres battantes (limoneuses en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres (**5**).

**6/2-Fumure du fond** : en période octobre-novembre et se limite sur des apports en phosphore et en potassium (**5**).

**6/3-Semis** : en novembre-décembre, il faut essayer de semer tôt pour bénéficier des pluies automnales. Il est indispensable de traiter les semences contre les fusarioses et septoriose. Il faut semer peu profond, entre 2 et 4 cm : les plantes issues de graines trop enterrées lèveront difficilement et seront plus fragiles (**5**).

**6/4-Irrigation** : l'eau est un facteur limitant de la croissance du blé. Il exige l'humidité permanente durant tout le cycle de développement. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm. Un stress hydrique durant la montaison entraîne une régression de talles. Du stade «dernière feuille» au stade « épiaison » des régressions de talles et une réduction de la fertilité des épis peuvent se produire en cas d'un stress hydrique. Un manque d'eau pendant le remplissage du grain aboutit à une baisse du poids moyen des graines (**5**).





**6/5-Fertilisation** : l'azote est un élément indispensable pour garantir un rendement remarquable. Le sol en fournit un peu mais l'essentiel doit être couvert par des apports d'engrais. L'absorption de l'azote suit la croissance du blé, faible pendant le tallage, elle croît pendant la montaison quand la plante pousse vite. L'engrais est d'autant mieux valorisé que les apports suivent ce rythme. Apporter 30% de la quantité totale de l'azote au stade 3 feuilles, 40% pendant le tallage et 30% en fin montaison (5).

**6/6-Désherbage** : supprimer, au moindre coût, la concurrence des mauvaises herbes les plus nuisibles au rendement et à la qualité. La plupart des adventices ont fini de lever quand le blé atteint 3 feuilles, en particulier le ray-grass ; un semis précoce se désherbe en décembre. S'il y a de la folle avoine, du chardon ou des renouées, il faut un 2<sup>ème</sup> traitement au printemps (5).

**6/7-Récolte** : lorsque la tige sèche et que l'épi se courbe vers le bas, c'est le moment de la moisson (5).

### **7/ Importance et distribution de blé (dans le monde et en Algérie)**

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 3 400 000 t en 1969 dont 1 400 000 ha et 2600 000 t aux USA). En Europe les deux principaux producteurs sont l'Italie et la France(6).

En Algérie la céréaliculture constitue la principale activité, notamment dans les zones arides et semi-arides. Les terres annuellement emblavées représentent 3,6 millions d'hectares. Le blé dur est une ancienne culture dont l'origine remonte à la venue des Arabes (**Ducellier, 1931 In Ouanzar, 2012**).

Le blé dur est utilisé par les semouleries pour la fabrication de semoules servant les pâtes alimentaires et le couscous. La farine obtenue est pauvre en amidon, riche en gluten, mais manque de souplesse. Au niveau diététique le blé dur est la plus équilibrée des céréales et la plus riche en gluten. Riche en protéines, il renferme tous les acides aminés nécessaires. Il est très nourrissant et fortifie les tissus. Cette céréale présente un bon équilibre minéral magnésium, phosphore, cuivre, fer et calcium. Le blé contient des vitamines A, B1, B6, E, K, D, PP(7)

Son grain constitue un produit de base dans l'alimentation des Algériens (couscous, pain...), il est considéré aussi comme une très grande ressource de protéines et d'hydrate de carbone. Il



renferme également des acides aminés, des lipides et des vitamines. En outre, ses sous produits (paille) servent d'aliments pour le bétail (Godon, 1986).

### 8/Les principales maladies et les principaux ravageurs du blé dur

8/1-Les principaux ravageurs de blé dur : Les ravageurs peuvent attaquer le blé et lui provoquer des dégâts considérables (tableau n° 1) :

Tableau n°1: principaux ravageurs de blé dur (Soltner, 1990).

Ravageurs	Organe touché	Biologie, dégâts, conditions favorables, et symptômes	Moyen de lutte
Limaces Grise : <i>Agriolimax reticulatus</i> Noires : <i>Arion hortensis</i>	Feuilles Et même toute la plantule	A la levée, feuilles dévorées prenant un aspect effiloché. En cas de fortes pullulations, disparition totale des plantules.	Techniques culturales : déchaumage précoce et labour. Lutte chimique en cas d'infestation.
Taupins Plusieurs espèces d'agriotes	Racines	Racines rongées, collet percé, par des larves cylindriques de 2 à 20mm, couleur jaune paille brillant  Attaquent surtout en sol frais et humide, au printemps.	Rotation des cultures Bonne préparation du sol Vigueur générale de la culture Lutte chimique de la semence, et du sol dans les cas les plus graves
Mouche grise des céréales <i>Phorbia coarctata</i>	Tiges Feuilles	Les jeunes larves écloses dans le sol, pénètrent dans les tiges  Dégât plus important au stade 2-3 feuilles	Traitement de semences.
Puceron des feuilles <i>Rhpalosiphum padi</i>	Feuilles	Inocule la jaunisse nanisante  La contamination se fait par les pucerons ailés, à partir des maïs, les repousses des céréales.	Techniques culturales : désherbages,



## 8/2 - Les principales maladies du blé dur

Le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades de son développement. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion des maladies (Fig<sup>o</sup>4) (Ezzahiri, 2001).

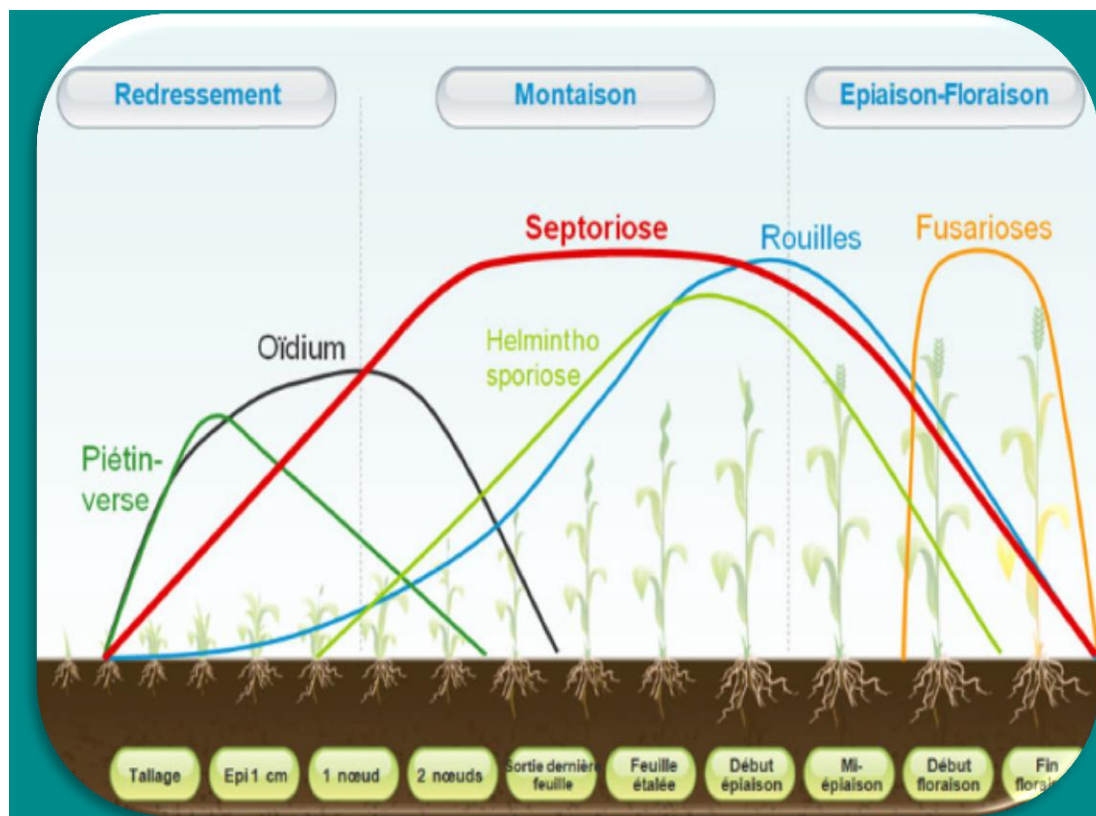


Fig n<sup>o</sup>4 : Modèles de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé (Anonyme, 2011).

## Les principales maladies du blé et les moyens de leur contrôle

Les maladies cryptogamiques une des contraintes majeures qui empêchent l'amélioration des rendements. Les rouilles (brune et jaune), la septoriose, et la pourriture des racines, l'helminthosporiose, la carie et l'oïdium sont les maladies dominantes (tableau n<sup>o</sup>2)(Si Bennasseur, 2003).



Tableau n°2: Maladies de blé dur (Si Bennasseur, 2003).

maladies	Dégâts	Recommandations
<b>Rouille brune</b>	Les symptômes apparaissent à partir de février. Les attaques peuvent être dévastatrices sur les variétés sensibles si printemps humide.	Traiter à l'aide d'Amistar 25 SC, Opus, Flamenco SC, Caramba, Arpege 125, Arpege EPI, Allegro, Charisma, Planete R, Vista Top, Artea 330 EC, Bumper 25 EC, Impact RM
<b>Rouille jaune</b>	Moins répandue que la rouille brune.	- Traiter à l'aide Allegro, Punch C, Arpege EPI, Caramba, - Utiliser les variétés résistantes, et diminuer le blé dans la rotation.
<b>Septorios</b>	Les symptômes peuvent apparaître à n'importe quel stade de la culture, sous un climat doux et humide.	- Traiter à l'aide d'Amistar, Opus, Flamenco SC, Agroneb, Caramba, Horizon 250 EC, - Utiliser les semences traitées et certifiées, et les variétés résistantes. - Eviter les semis denses. - Enfuir les résidus de récolte du précédent.
<b>Carie et charbon</b>		Traiter à l'aide d' Agroneb, Raxil 025 FS, Raxil 2 PS, Vitavax (charbon nu), Lospel,
<b>Helminthosporios</b>	Répandue surtout dans le nord du Maroc	- Traiter à l'aide de Raxil 060 FS, et Agroneb 80. - Utiliser les variétés résistantes et éviter les semis denses. - Traiter dès que le pourcentage d'attaque dépasse 25%.
<b>Oïdium</b>		Arpege 125, Arpege EPI, - Eviter la monoculture et éviter de cultiver plusieurs années de suite des cultures sensibles, en particulier le blé, orge, avoine, triticale.
<b>Pourriture du collet &amp; des racines</b>	Les attaques précoces entraînent la fonte de semis. Epis blancs et échaudés.	- Retarder les semis jusqu'au moment où les conditions sont favorables à une levée rapide et uniforme. Maintenir un programme de fertilisation équilibré. Traiter les semences à base de fongicides efficaces contre les agents pathogènes transmis par les semences ou par le sol. - Pratiquer le blé dans une rotation sur au moins 3 ans étant donné que les pathogènes peuvent survivre dans les résidus de blé, et éviter de semer du blé après du maïs.



## 1/Généralité sur la fertilisation

Au niveau des plantes annuelles on peut envisager des exigences propres à chaque culture et parler de fertilisation du blé, du tournesol, de la pomme de terre etc. Or tout le monde sait qu'il faut tenir compte du précédent dans la définition de la fertilisation (**Tome, 1974**).

Les rendements varient d'une saison à l'autre : printemps froid, été sec, mauvaise répartition de la pluviométrie, gel tardif ou hâtif, accumulation des unités thermiques, toutes des conditions déterminantes pour les rendements. Plusieurs autres facteurs agronomiques ont également une influence sur les rendements: le choix des cultivars et des hybrides ensemencés, le travail de sol, la date des semis, la rotation des cultures, la compaction, le drainage et la gestion des mauvaises herbes, insectes et maladies. La fertilisation constitue un élément à considérer parmi tant d'autres (**Pierre et Guy, 1993**).

## 2-Principes de la fertilisation

Fertiliser un sol c'est conserver ou établir un potentiel nutritif capable d'assurer au végétal cultivé une production satisfaisante par rapport aux contraintes économiques et biologiques sans risquer de perturber irréversiblement le milieu.

En principe, chaque parcelle de terrain est un cas particulier nécessitant des conseils sur mesure. Il faut donc bien connaître toutes les caractéristiques de la parcelle, il est important de bien apprécier :

- ❖ Sa situation topographique (gel, inondation, érosion, vents).
- ❖ Sa profondeur.
- ❖ L'homogénéité des sols en surface et en profondeur.
- ❖ La nature physico-chimique du terrain : connaissance indispensable à l'établissement d'une fertilisation raisonnée (**Coppenet, 1968**)

## 3-Éléments nutritifs nécessaires à la croissance de la plante

Pour se développer, la grande majorité des plantes exigent 16 éléments nutritifs provenant de l'air et du sol qui les entourent. Les éléments ci-après proviennent :

- ❖ **L'air** : Le carbone (C) sous forme de CO<sub>2</sub> (anhydride carbonique) ;
- ❖ **L'eau** : L'hydrogène (H) et l'oxygène (O) à l'état d'eau (H<sub>2</sub>O) ;
- ❖ **Sol** et des engrais minéraux et organiques :



- ✓ **Des éléments de base (macro éléments) :** L'azote (N), le phosphore (P), le potassium(K)
- ✓ **Des oligo-éléments :** Le fer (Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le bore (B), le molybdène (Mo) et le chlore (Cl) (**Davenport, 2003**).

### 4-Les éléments fertilisants

Les engrais appartiennent à la famille des fertilisants : matière qui apporte les substances nutritives aux plantes pour leur permettre une croissance optimale. Les substances nutritives dits «éléments fertilisants majeurs» contenues dans les engrais

\*L'azote (N, exprimé en azote élémentaire),

\* Le phosphore (P, exprimé en anhydride phosphorique  $P_2O_5$ ),

\*Le potassium (K, exprimée en oxyde de potassium  $K_2O$ ).

Les éléments fertilisants dits «secondaires » sont le calcium, le magnésium, le sodium et le soufre (**Davenport, 2003**).

### 5/L'évolution des éléments majeurs dans le temps

La teneur d'un élément dans les feuilles n'est pas constante tout au long de l'année, elle varie avec le stade de la végétation :

**5/1-Azote :** la teneur d'azote dans les feuilles est maximum au printemps puis elle diminue progressivement au profit des organes en croissance, Pendant l'hiver, l'azote est accumulé dans les parties ligneuses de la plante.

**5/2-Phosphore est potassium :** ces deux éléments suivent la même évolution que l'azote : maximum d'accumulation au printemps, puis diminution des teneurs dans les feuilles (**Tessier, 2002**)

### 6/définition des engrais

Tout produit contenant des éléments nutritifs des plantes peut être appelé engrais, selon le procédé de fabrication, Les particules d'engrais peuvent avoir des formes et des dimensions différentes : granules, pastilles, billes, cristaux, poudres grossières ou fines. Les engrais sont le plus souvent fournis à l'état solide, mais certains peuvent être dissous et appliqués sous forme liquide (**Anonyme, 1992**).



## 7/Catégories d'engrais

Sont définies :

- ❖ **Les engrais simples** : engrais n'ayant qu'un seul élément fertilisant majeur (N, P, K) avec une teneur déclarable,
- ❖ **Les engrais composés** : ils contiennent au minimum deux éléments fertilisants majeurs avec des teneurs déclarables et ont été obtenus par réaction chimique, par mélange ou par combinaison des deux.
- ❖ **Les engrais complexes** : ce sont des engrais composés obtenus par réaction chimique et dont chaque granulé contient tous les éléments fertilisants de la composition déclarée.
- ❖ **Les engrais de mélange** : ils sont obtenus par mélange à sec différents d'engrais, sans réaction chimique (**Kordek, 2005**)

## 8/Fertilisation azotée

L'azote est un élément indispensable à la croissance des végétaux, toute carence ou excès d'azote peut entraîner des pertes considérables de rendement (**Machet, 1983**).

L'importance de l'azote en tant que facteur de production végétale ne relève pas seulement du pourcentage élevé qu'il détient dans la composition de la plante, mais plus encore du rôle physiologique primordial dévolu aux substances azotées : comme les protéines, les acides nucléiques, la présence de l'azote dans la constitution des chlorophylles, d'autres pigments, et ainsi que dans divers agents d'oxydation (**Khelil, 1978**)

## 9/Dynamique de l'azote

L'azote sous forme de nitrate n'est pas retenu par le sol et migre rapidement en profondeur sous l'influence des pluies et de l'irrigation, les autres formes (organiques, ammoniacale, uréique) se transforment en nitrates sous l'action des micro-organismes du sol. L'azote apporté en couverture migre donc rapidement vers les racines, pour diminuer les pertes, il faut éviter les doses trop élevées, et parfois fractionner la dose annuelle (**Gautjer, 1973**)

## 10/Période d'application

Les périodes de fertilisation azotée les plus fréquentes, chez les agriculteurs en quête, sont les mois de Février et de Mars (**Gartel, 1971**)



### 11/Les principaux engrais azotes utilisés en Algérie

**11/1-L'ammonitrate 22% D'azote :** engrais très connu céréaliculture algériens, il se présente sous forme de granulés de couleur blanc-gris. Il répond bien aux besoins des céréales, car il contient :

- ❖ Une moitié de l'azote sous forme nitrique, très facilement et directement assimilable par la plante.
- ❖ L'autre moitié de l'azote sous forme ammoniacale, qui n'est pas directement utilisable par la plante, mais qui sera liée aux particules du sol, puis après sa transformation sous forme nitrique sera utilisée par les plantes.

#### 11/1-1-L'ammonitrate a un double but :

- ❖ Approvisionner la plante immédiatement après l'épandage (forme nitrique).
- ❖ Constituer des réserves d'azote dans le sol, réserves qui seront mises à la disposition des céréales au fur et à mesure de leurs besoins.

#### 11/1-2-que représente une (unité d'azote) :

C'est 1kg de matière active, c'est-à-dire 1kg d'azote.

1kg d'ammonitrate 22 % contient : 22 kg d'azote (ou 22 unités d'azote)

#### 11/2-L'ammonitrate 33% d'azote :

Ne se différencie de l'ammonitrate 22% que par :

- ❖ **Sa couleur**, qui est généralement plus claire.
- ❖ **Sa teneur en azote** : il contient 33 unités d'azote (donc 50% de plus d'azote que l'ammonitrate 22%)

#### 11/3-Le sulfate d'ammoniacal (22% d'azote ammoniacal) :

Il se présente sous forme de petits cristaux dont la couleur varie selon les procédés de fabrication. C'est un engrais idéal pour les céréales au moment du semis, Cette forme ammoniacale de l'azote se fixe énergiquement au sol, ce qui est très important, surtout pour les sols légers et dans les régions humides si l'on désire éviter le lessivage de l'azote sous forme nitrique.

#### 11/4-Urée (45% d'azote ammoniacal) :

C'est un engrais qui pourrait être intéressant pour les régions éloignées ou les frais de transport grevent lourdement le prix de revient de l'unité fertilisante (**Golusic, 1971**)





### 12/Les erreurs à éviter pour la fertilisation

- ❖ Pas d'apport d'engrais pendant les mois chauds (juillet et août), car risque de brûlure des racines.
- ❖ Pas d'engrais pendant les heures les plus chaudes. Travail à faire plutôt le soir après l'arrosage.
- ❖ Ne pas apporter d'engrais juste après la transplantation, le risque de brûler les racines est très important à ce moment-là. Attendre de préférence deux voire trois semaines.
- ❖ Eviter les surdoses d'engrais minéraux: risque de brûlures des racines.
- ❖ Avec un engrais organique, le risque est pratiquement nul du fait de sa distribution lente (8).

### 13/ Réduire les impacts sur l'environnement

Chaque intervention doit être faite avec le souci de réduire les impacts sur l'environnement. Les pratiques suivantes contribuent à réduire l'érosion et à préserver la qualité des eaux de surfaces et souterraines :

- ❖ Eviter l'enrichissement excessif des sols afin de préserver la qualité de l'eau;
- ❖ Respecter les distances des fossés et des prises d'eau lors de l'épandage et établir des bandes riveraines permanentes;
- ❖ Favoriser la synchronisation des applications organiques ou minérales avec la période de croissance active des cultures;
- ❖ Enfouir rapidement les lisiers épandus;
- ❖ Insérer les engrais verts dans la rotation;
- ❖ Réduire le travail du sol (**Brunelle, 1999**).

### 14/Formes de pollution associée aux éléments fertilisants

**14/1-Lessivage** : Perte des minéraux de haut en bas dans le profil du sol, vers les drains et la nappe phréatique. La forme nitrate de l'azote est très soluble, peu retenue par le sol et donc particulièrement sensible au lessivage. Dans les sols très riches en phosphore, une partie peut être lessivée dans les eaux de drainage.

**14/2-Ruissellement** : Perte des minéraux par transport à la surface du sol vers les fossés et les cours d'eau. Lorsque l'eau érode le sol, elle entraîne les particules les plus fines et les plus riches (argile et humus). Le phosphore peut ainsi être entraîné hors du champ avec l'eau de ruissellement



**14/3-Volatilisation :** Perte dans l'air sous forme gazeuse. Concerne la production d'ammoniac, forme gazeuse de l'azote. Par exemple, l'urée (l'engrais minéral 46-0-0), laissée en surface en condition chaude et sèche peut perdre jusqu'à 20 % de sa valeur fertilisante. L'odeur d'ammoniac des engrais de ferme constitue aussi une perte d'azote. Un lisier laissé en surface perdra en moyenne au cours des premières heures plus de 50 % de son azote ammoniacale.

**14/4-Dénitrification :** Dans des sols lourds, compacts et mal drainés, le nitrate se transforme en protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O. En plus d'être un puissant gaz à effet de serre (310 fois plus que le CO<sub>2</sub>), cette forme d'azote n'est plus disponible pour la croissance des plantes.

(Jobin et Douville, 1989)

## 15/Principales fonction des aliments nutritifs majeurs de la plante

Depuis quelques années, l'analyse des feuilles a pris de l'importance. En effet, il est difficile, d'expliquer par les analyses des sols certains symptômes de carence qui apparaissent dans la plante, à l'analyse des feuilles doit s'ajouter l'observation de leur couleur (**tableau n°3**), (Noddach, 1934 in Pfeiffer, 1966)

**Tableau n° 3 : effets de carence de N .P.K sur la plante. (Noddach, 1934 in Pfeiffer, 1966)**

Éléments	Fonction dans La plante	Effet de carence sur la plantes
<b>Azote N</b>	Important pour la croissance végétative formation des albumines. en excès. croissance étiolée, épis trop flexibles plantes peu résistantes contre les maladies et contre le froid.	Jaunissement des feuilles, croissance lente, retardée. tiges courtes et frêles. nanisme. les feuilles sont d'un vert jaune.
<b>Phosphore P</b>	- Division cellulaire et formation des membranes inter cellulaires, albumine des graines, croissance des racines, résistance aux maladies. augmentation des vitamines, de la digestibilité des fourrages, de l'assimilation des hydrates de carbone et des corps gras par la plante.	Les feuilles deviennent d'un vert pourpre. arrêt de la formation des graines, dont le poids à l'hectolitre diminue. floraison souffreteuse. les feuilles inférieures jaunissent. des rameaux meurent.
<b>Potassium K</b>	Division cellulaire, sucre, amidon, huiles essences sont régularisés. Absorption de calcium, d'azote, de sodium. photosynthèse métabolisme des hydrates de carbone	Feuille jaunissant à partir du bord, puis brunissant entre les nervures ; tiges et rameaux faible, surtout au bas de la plante, cassants et rabougris.  Excès : consommation superflue et accumulation de potassium causant plus de ma que sa carence, empêchant la genèse des albumines.



Tableau n°4 : Quelques importants engrais d'azote (Pfeiffer, 1956)

Nom usuels (formules) des engrais azoté	Composition centésimale ou teneur (%)				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S
Nitrate de sodium (NaNO <sub>3</sub> )	16	0	0	-	-
Sulfate d'ammonium(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21	0	0	-	23
Nitrate d'ammonium(NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	33-34,5	0	0	-	-
Ammonitrate de chaux (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> +CaCO <sub>3</sub> ) (Nitrate d'ammonium et de calcium)	20,5-26	0	0	-	-
Urée (CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> )	45-46	0	0	-	-
Sulfonitrate d'ammonium( NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) ,((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26	0	0	-	15



### 1/ Caractéristiques du site d'essai

#### 1/1- Localisation:

L'étude a été réalisée au niveau de la station expérimentale de FDPS de Guelma qui dérive de ITGC Guelma (**fig n°5**) qui se situe au Sud-ouest de la ville, à une altitude de 246 m , elle fait partie de l'Atlas Tellien 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 nord de la station sur une superficie de 1635 m<sup>2</sup> (**fig n°6**).



**Fig n°5 : ITGC Guelma**



**fig n°6 : notre parcelle ITGCGuelma**

#### 1/2-Caractéristiques climatique:

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

**Tableau n°5: Donné de la précipitation, température, gelée, humidité, , sirocco dans la région de Guelma durant la campagne septembre2014- mai2015.**

Mois	Moy T <sup>0</sup> mini C <sup>°</sup>	MoyT <sup>0</sup> Max C <sup>°</sup>	MoyT <sup>0</sup> C <sup>°</sup>	Précipitation	Nombre de jours de gelée	Humidité Moy %	Nombre de jour de Sirocco
Septembre	18,2	35,1	26,65	7,1	0	58,7	0
Octobre	14,7	29,6	22,5	29,3	0	64,3	0
Novembre	10,8	25,0	17,9	14,9	0	62,4	0
Décembre	7,1	16,4	11,75	159,7	0	77,3	0
Janvier	5,1	16,2	10,65	131,1	8	74,4	0
Février	5,1	13,8	9,45	152,0	5	75,9	2
Mars	6,9	19	12,95	94,9	2	73,3	1
Avril	7,5	24,3	15,9	3,7	4	71,8	0
	Moy= 9,425	Moy= 23,425	Moy= 15,925	Tot=592,7	Tot=19	Moy= 69,7625	Tot=3

## II/ MATERIELS ET METHODES



### 1/3 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 n° 6**) présente les caractéristiques pédologiques du sol utilisé dans notre étude.

**Tableau n°6 : Caractéristiques pédologiques du site de l'essai.**

Caractéristiques du sol	Valeurs
Texture du sol	Argilo limoneux
Taux de matière organique	0,058%±0,0073
pH	8,2±0,44

### 2/Matériel végétal

Notre étude a été portée sur 2 variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) CIRTA et SIMETO fourni par L'Institut Techniques des Grandes Culture (I, T, G, C) de Guelma, la semence utilisée pour l'essai est une récolte de la campagne 2013-2014. Les (**tableaux7et8**) exprime les variétés de blé expérimentées et leurs principales caractéristiques.

**Tableau n°7: Liste des Variétés de blé dur expérimentées (ITGC-Guelma, 2015)**

Variété	symbole	Origine	Lieu de sélection
<b>Cirta (Hedba/Gdoz 619)</b>	V1	Selection locale	ITGC – Khroub
<b>Simeto</b>	V2	Italie	ITGC – Tiaret

**Tableau n°8: Principales caractéristiques des variétés de blé dur *Triticum durum* (ITGC Guelma, 2015)**

Variété	Caractéristiques morphologiques	Caractéristiques technologiques	Productivité	Zone d'adaptation	Conseil de culture
<b>Cirta (Hedba/Gdovz 619)</b>	Grain jaune terne, petit et allongé	Assez résistante à la moucheture et au mitadin. PMG moyen	Moyenne	Plaines intérieures et Hauts plateaux	Variété tardif
<b>Simeto</b>	Grain blanc ambré	Assez sensible à la moucheture et au mitadinage.PMG élevé	Bon	Hauts plateaux et plaines intérieures	Variétés précoces



### 3/Engrais utilisés

Dans le cadre de notre expérimentation deux types d'engrais fournis par L'FDPS de Guelma sont (ITGC- Guelma, 2015) :

#### 3/1-Engrais de fond :

**3/1-1-MAP (Mono – Ammonium –Phosphate) :** Cet engrais phosphaté est également une source d'azote. Il est conçu en faisant réagir de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) avec de l'acide phosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Cet engrais contient entre 48 et 61% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  et entre 10 et 12 % d'azote. Cette teneur en  $\text{P}_2\text{O}_5$  en fait l'engrais le plus riche en phosphore

#### 3/1-2-Caractéristiques du MAP de notre essai

\*Engrais binaire riche en phosphore et contenant de l'azote ammoniacal sa solubilité est très élevée.

\*Produit acidifiant (pH=4,5).

\* $\text{P}_2\text{O}_5$  totalement soluble dans l'eau.

\*Azote ammoniacal (peu ou pas de lessivage).

\*Granulée uniformes = 90% 1à4mm.

\*Utilisé sur toutes les cultures : arbres fruitiers, pomme de terre, melon, etc.

\*Utilisé sur céréales en fumure de fond, nécessaire à une bonne levée.

\*Produit recommandé en pépinières pour le développement racinaires.

\*Humidité : 1%.

#### 3/1-3-Formule de MAP utilisé dans notre essai

❖ NPK 12-52-00

#### 3/1-4-Composition

❖ Azote sous forme ammoniacale « $(\text{NH}_4) \text{H}_2\text{PO}_4$ » : ..... 12%

❖ Phosphate : ..... 52%

❖ Potasse : ..... 0%

#### 3/1-5-Recommandation d'utilisation

Appliquer le MAP avant semis à la dose de 1,77QX/ha



### 3/2-Engrais de couverture

#### 3/2-1-Avec azote (type d'engrais Urée 46%)

Urée Avec 46 % d'azote sous forme ammoniacale, l'urée est l'engrais sec le plus riche en azote et il est complètement soluble à l'eau. Il agit moins rapidement que les nitrates, et son effet dur plus longtemps. L'hydrolyse de l'urée dépend de la température du sol. Elle ne nécessite que de trois à cinq jours en sol froid tandis que quelques heures suffisent en sol réchauffé. Son application est recommandée avant une pluie et il doit être enfoui afin d'éviter, d'éventuelles pertes par volatilisation.

#### 3/2-2- Caractéristiques techniques

- ❖ Forme..... granulé
- ❖ Couleur..... blanche
- ❖ Azote total..... 46%
- ❖ Humidité..... 0,5% max
- ❖ Biuret..... 1%max
- ❖ Granulométrie..... 1-4mm > 90%
- ❖ Conditionnement..... sac polypropylène de 50kg
- ❖ Domaines d'application..... polyvalents

#### 3/2-3-La Formule

- ❖ NPK 46 0 0

#### 3/2-4-Composition

- ❖ Azote sou forme urée ( $H_4CON_2$ ).....46%
- ❖ Phosphate :.....52%
- ❖ Potasse :.....0%

#### 3/2-5-Recommandation d'utilisation

Appliquer engrais azoté aux deux apports à différentes doses

- 1<sup>ier</sup> apport au semis
- 2<sup>ème</sup> apport au stade épis 1cm

L'engrais étant choisi, selon sa nature il est soit épandu, soit incorporé au sol. L'application peut être faite manuellement ou mécaniquement (épandeur, semoir,...) (**tableau n°9**).



**Tableau n°9: Propriétés et utilisation du MAP et d'azote (ITGC-Guelma, 2015)**

Elément	Types d'engrais	Engrais	Assimilation par les plantes	Type de sol	Stade culture	Méthode d'application	Risque environnemental
<b>N-P</b>	binaire	• mono-ammonium phosphate (MAP)	Légère pour l'N, immédiate pour le P	Acidification légère du sol	En cours de culture	Incorporation à proximité des racines	Pas de risque de lessivage de l'N ; risque de pollution des rivières par P si érosion.
<b>Azote (N)</b>	azotés ammoniacaux et uréiques	Urée	Assimilable après une semaine si conditions température - humidité	Tous types de sols.	Engrais de fond et en cours de culture	En couverture	Pas de risque de lessivage sauf pour l'urée non hydrolysée; risque de volatilisation si pas incorporés au sol.

### 4/Forme de produits utilisés pour traitement (ITGC-Guelma, 2015)

#### 4/1-Contre Les mauvaises herbes :

On utilise Zoom, c'est un désherbant systémique sélectif du blé, de l'orge et du triticale .Il détruit les dicotylédones adventices nuisibles telles que les moutardes, les fumeterres, les gaillets, les renouée, les soucis, les renoncules, ...

#### 4/1-1-Composition :

Zoom est la combinaison de triasulfuron (4,1%) et de dicamba (65,9%), formulés en granulés dispersibles dans l'eau.

#### 4/1-2-Mode d'action :

Zoom est rapidement absorbé par les feuilles et les racines des mauvaises herbes. La croissance des mauvaises herbes est immédiatement stoppée et les feuilles commencent à se décolorer 8 à10 jours plus tard.

Au bout de 3 à 4 semaines, les mauvaises herbes sont totalement détruites.

#### 4/1-3-Période d'application

Zoom peut être appliqué jusqu'au stade mi-tallage, mais la meilleure efficacité et le meilleur rendement sont obtenus avec une application précoce, à partir des 3 -4 feuilles des céréales.

#### 4/1-4-Précaution d'emploi

Toutes les espèces de céréales, de légumineuses et de pomme de terre peuvent être cultivées sans restriction après un labour de 15cm sur les parcelles précédemment traitées avec zoom.



## II/ MATERIELS ET METHODES



Pour les autres cultures, un intervalle de sécurité de 12mois doit être observé. Ne pas utiliser Zoom en période de sécheresse ou de gel.

### **4/2-Contre Les champignons :**

On utilise Amistar Xtra, c'est un fongicide systémique et translaminaire exceptionnel pour le contrôle d'un large spectre de maladies des céréales. Il contient 80 g de cyproconazole et 20g d'azoxystrobine par litre, sous forme de suspension concentrée.

#### **4/2-1-Leurs caractères**

\*Protège les feuilles durant plusieurs semaines contre la nouvelle infection ;

\*Laisse les feuilles vertes et saines plus longtemps, d'où l'amélioration du rendement et la qualité des grains ;

\*Agit préventivement et curativement, grâce à sa forte systémie, il pénètre très rapidement dans le tissu végétal et il est véhiculé par la sève, ce qui lui permet d'être à l'abri du lessivage.

\*Agit sur large gamme de maladies des céréales dont les rouilles jaune et brune, à septoriose et l'oïdium du blé et l'helminthosporiose, rhynchosporiose et oïdium de l'orge.

#### **4/2-2-Période d'utilisation**

\*Plein tallage jusqu'à début floraison

#### **4/2-3-Compatibilité**

**Amistra Xtra** est compatible avec la plupart des pesticides utilisé dans la céréaliculture, il est recommandé de faire un test de compatibilité physique au préalable, et en cas de mélange, verser l'Amistra Xtra en premier puis le deuxième produit.

❖ **La dose utilisée** : 0,75-1 L/ha

❖ **Délai avant récolte** : 42 j

### **4/3-Contre les insectes :**

On utilise insecticide karate zeon contient 5% de lambdacyhalothrine, nouvelle formulation pour une plus grande sécurité d'emploi

#### **Mode d'application :**

\*Doit être appliquées l'apparition des premiers insectes;

\*Renouveler l'application en cas de ré-infestation;

\*Utiliser 250 ml/ha à diluer dans 300 à 400 litre d'eau;

\*Peut être utilisé en mélange avec les fongicides Artéa ou tilt.

### **5-conduite d'essai**

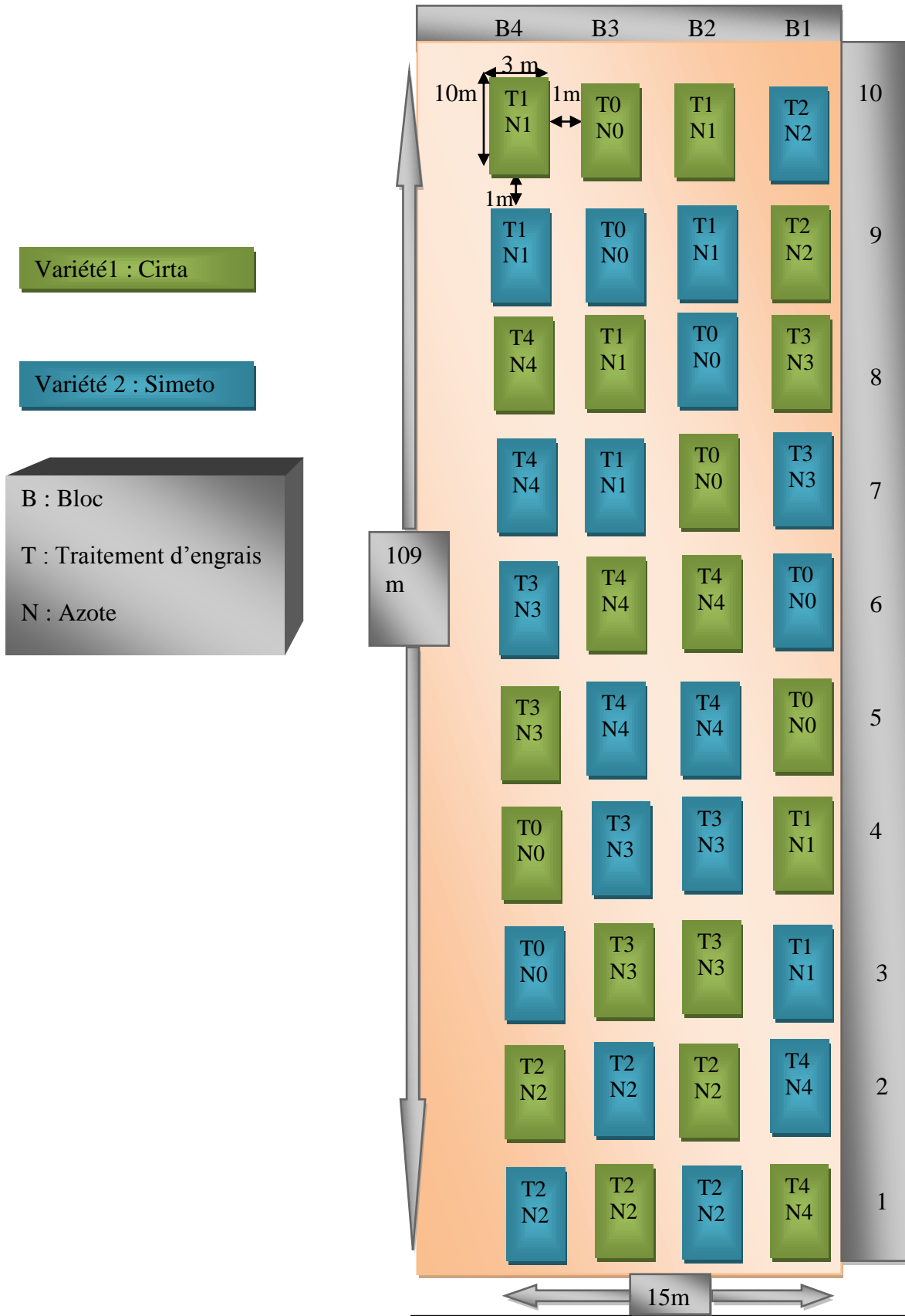
Le (**tableau n° 10**) montre les travaux culturaux effectués dans notre expérimentation.





**6/Mise en place de l'essai**

L'essai expérimental est un bloc split-plot complet à 4 répétitions, chaque répétition à 05 traitements (un témoin T0 sans aucun apport) (**fig n°7**)



**Fig n°7** : disposition expérimentale de l'essai



### 7/Objectif de l'essai

- ❖ Mettre en évidence la réponse à la fertilisation azotée des nouvelles variétés introduites en multiplication de semences dans les différentes zones agropédoclimatiques.
- ❖ Déterminer les seuils d'apports de doses d'azote pour garantir un objectif de rendement.
- ❖ Mise en évidence de l'effet de l'interaction entre la variété et la dose d'azote sur le comportement et la production des nouvelles variétés en multiplication dans les différentes zones de culture en Algérie du nord.
- ❖ Elaborer un référentiel technique pour les variétés nouvellement introduites dans le programme de production de semence.

### 8/Protocole expérimental

- ❖ **Facteurs étudiés** : deux facteurs la variété et la fertilisation
- ❖ **Variété** : deux niveaux V1-V2
- ❖ **Fertilisation** : quatre niveaux de fertilisation

**T0** : témoin sans aucun apport

**T1** : est déterminé par rapport aux besoins en unités fertilisantes d'azote pour produire un certain objectif de rendement, sachant que le blé dur a besoin de 3,8 unité et le blé tendre de 3 unités d'azote pour produire un quintal de grain.

**T2** : est une majoration de 25% par rapport à la dose calculée pour atteindre l'objectif de rendement.

**T3** : est une majoration de 50% par rapport à la dose calculée pour atteindre l'objectif de rendement.

**T4** : une diminution de 25% par rapport à la dose calculée pour atteindre l'objectif de rendement.

✓ **Objectifs de rendements pour les FDPS**

✓ **Guelma: 50Qx /ha**

**N0** : témoin non fertilisé en azote ;

**N1** :175unités d'azote ;

**N2** : 218,75unités d'azote ;

**N3** : 262,5unités d'azote ;

**N4** :131,25 unités d'azote.

**NB** / les doses d'azote qui dépassent les 90 unités doivent être fractionnées en deux apports : un tiers (1/3) de la dose totale au semi + deux tiers (2/3) de la dose totale au stade épis 1cm

## II/ MATERIELS ET METHODES



Dispositif expérimentale : split-plot à 4 répétitions. La grande parcelle est destinée à la fertilisation et la petite parcelle à la variété

Dimensions de la parcelle élémentaire :  $3\text{m} \times 10\text{m} = 30\text{m}^2$

Dimensions de la parcelle de l'essai :  $3\text{m} \times 10\text{m} \times 10 \text{traitements} \times 4 \text{répétitions} = 1200\text{m}^2$

Dimension Globale de l'essai =  $1635\text{m}^2$

### 9/ Les stades phénologiques

Le (tableau n°11) montre les dates de différents stades phénologiques

**Tableau n°11 : Les dates et les stades phénologiques de notre essai :**

Le stade	La date	
	V1	V2
La levée	25/01/2015	25/01/2015
Le tallage	15/02/2015	08/02/2015
La montaison	22/03/2015	15/03/2015
L'épiaison	23/04/2015	19/04/2015
La floraison	03/05/2015	23/04/2015
La formation des grains	19/05/2015	10/05/2015
La maturité	09/06/2015	08/06/2015

### 10/ Paramètres étudiés :

#### 10/1-Sur le sol :

On réalisera quelque analyse à savoir l'analyse du pH, de la matière organique. L'échantillonnage doit être fait avec rigueur sachant que sa représentativité est l'élément de base pour une bonne interprétation et se fera avant la mise en place de l'essai.

La méthode consiste à couvrir toute la parcelle en la parcourant en zigzag et en prélevant régulièrement un échantillon de terre à l'aide d'une tarière (**fig n°8**).

Le nombre d'échantillons dans la grande parcelle sera de 5 carottes (prélèvement), dans les premiers 20 cm.



**Fig n°8 : Prélèvement d'échantillon de sol**

### **10/1-1-Préparation de l'échantillon :**

Les prélèvements de sol ponctuels sont recueillis dans un seau, puis étalé sur une feuille de papier journal ou de plastique, et sont mélangés par la suite à l'aide d'une pelle (**Fig n°9**).

Un échantillon d'une masse de 500 à 800g de terre fine est à préparer comme suit :

\*Diviser le tas de terre en quatre lots ;

\*Sélectionner les deux lots opposés ;

\*Poursuivre le mélange jusqu'à l'obtention d'une masse brute équivalente à 500-800g de terre fine < 2mm, quantité suffisante pour les analyses à effectuer.

L'échantillon destiné au laboratoire doit être ensaché et étiqueté, l'étiquetage doit mentionner la date de prélèvement, le nom de la ferme, le thème de l'essai, le numéro de l'échantillon (le traitement et la répétition) indispensable pour le laboratoire et l'interprétation

**NB** : si les échantillons prélevés sont très humides, un séchage à l'aire libre s'impose avant d'entamer l'opération de mélange et de réduction de la masse.

L'envoi des échantillons au laboratoire doit se faire aussitôt que les échantillons sont préparés



**fig n°9 : Echantillons du Sol**



### 10/1-2-Analyse de matières organiques :( Guerroucha, 1995)

#### 10/1-2-1-Les réactifs :

- ❖ bichromate de potassium :  $K_2CR_2O_7$
- ❖ acide sulfurique concentré :  $H_2SO_4$  (98%)
- ❖ acide phosphorique concentré:  $H_3PO_4$  (85%)
- ❖ diphenylamine :  $C_{12}H_{11}N$
- ❖ sel de mohr (sulfate d'ammonium et de fer) :  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$
- ❖ fluorure de sodium : FNA

#### 10/1-2-2-Matériels utilisés :

- ❖ balance
- ❖ erlenmeyer de 250 et 500 cm<sup>3</sup>
- ❖ pipette de 10ml
- ❖ burette
- ❖ L'eau utilisée pour la préparation des réactifs et des étalons est de l'eau distillée ou déminéralisée.

#### 10/1-2-3-Préparation des réactifs :(annexe 1)

#### 10/1-2-4-protocole d'analyse

L'échantillon de sol doit être broyé et tamisé à 2 mm pour cette méthode.

### Dosage

1- Peser 2 g de sol dans erlenmeyer de 250 ml et y ajouter 10 ml de Bichromate de potassium 1N, puis 20cm<sup>3</sup>(0,02 l) d'acide sulfurique concentré ,et agité erlenmeyer pendant 1min puis laisser reposer 30min .

2-Ajouter 5g de fluorure de sodium et bien agité les solutions d'arlenmeyer, FNA marque Le point de virage clair

3-ajouter de 10à20 gouttes de diphenylamine

4- Titrer l'excès par sel de mohr (sulfate d'ammonium et de fer) (1) N. Lors de l'apparition de la coloration gris ou bleue, titrer lentement jusqu'à la coloration finale verte.

#### 10/1-2-5-calcul et expression des résultats

ml de bichromate de potassium 1Nen excès x ml de sel de mohr x 0,003 X 100  
C%= \_\_\_\_\_

Poids de sol (g) X 0,76



$$(MO\%) = C\% \times 1,724$$

### 10/1-3-Analyse de pH

**10/1-3-1-Mesure du pH :** C'est un facteur qui influe directement sur l'absorption des éléments nutritifs. Elle s'effectue à l'aide d'un pH mètre à électrodes et réalisée sur une suspension du sol dans l'eau distillée

#### ❖ 10/1-3-2-Protocole (Fig n°10)

- ❖ Rincer l'électrode du pH mètre avec de l'eau déminéralisée, puis essuyer avec du papier absorbant.
- ❖ Mesurer 7 mL de terre dans un bécher.
- ❖ Mesurer 100 mL d'eau déminéralisée avec une éprouvette graduée.
- ❖ Verser l'eau dans le bécher contenant la terre puis mélanger avec l'agitateur.
- ❖ Laisser décanter le mélange eau-terre.
- ❖ Plonger l'électrode du pH mètre dans le liquide décanté. Mettre en marche le pH mètre; attendre la stabilisation et lire la valeur du pH.
- ❖ Éteindre le pH mètre et le nettoyer comme indiqué à l'étape 1. (9)



Fig n°10 :Etapes de mesure le pH de sol





### **10/2-sur la culture**

#### **10/2-1-Nombre de plante par m<sup>2</sup> :(le 28/01/2015)**

Le nombre de plante par mètre carré a été évalué au stade de la levée (3feuille) par le comptage de toutes les plantes dans un cadran d'un mètre carré de chaque parcelle

#### **10/2-2-Nombre de talle par plante :(le 12/03/2015)**

Le nombre de talle par mètre carré a été évalué au stade plein tallage par le comptage de tout talle dont chaque plante se trouve dans un cadran d'un mètre carré de chaque parcelle.

#### **10/2-3-Hauteur des plantes : (le 26/05/2015)**

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

#### **10/2-4- Nombre épi par m<sup>2</sup>:(le 27/05/2015)**

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

#### **10/2-5-Nombre épillet par épis:(le 28/05/2015)**

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

#### **10/2-6- Nombre de grains par épis:(le 01/ 06/2015)**

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.

#### **10/2-7-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 pesé trois échantillons de mille grains pour chaque parcelle d'essai avec une balance de précision (0.0)

#### **10/2-8- Rendement par hectare:**

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



### 10/2-9-Notation sur les maladies :

Nous avons noté l'apparition de deux maladies (tache auréolée et oïdium) et de deux ravageurs (puceron et criocère), qui sont attaqués et éliminés dans différents stades.

### NB/

- ❖ Réalisé la fertilisation phosphatée communément aux pratiques de la FDPS, (92QX/ha)
- ❖ On n'a pas assuré une irrigation manuelle à cause du manque de moyen et de l'eau

### 10/2-10-Teneur en chlorophylle a et b:

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

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

L'extraction est effectuée par broyage en présence de 25ml d'acétone à 80% auquel on ajoute  $\text{CoCl}_2$  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 (**Fig n°11**).

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**).

$$\text{Ch}_a = 12,7 D_0 663 - 2,69 D_0 645$$

$$\text{Ch}_b = 22,9 D_0 645 - 4,68 D_0 663$$

$$\text{Ch}_a + \text{Ch}_b = 8,02 D_0 663 + 20,20 D_0 645$$



**Fig n°11 : Etapes de dosage de la chlorophylle**

### 11/ Analyse statistique :

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de logiciels **Minitab 16** et **Minitab 17**.



Cette partie du travail mentionne les résultats des tests et les interprétations susceptibles de faciliter l'explication des divers comportements des variétés.

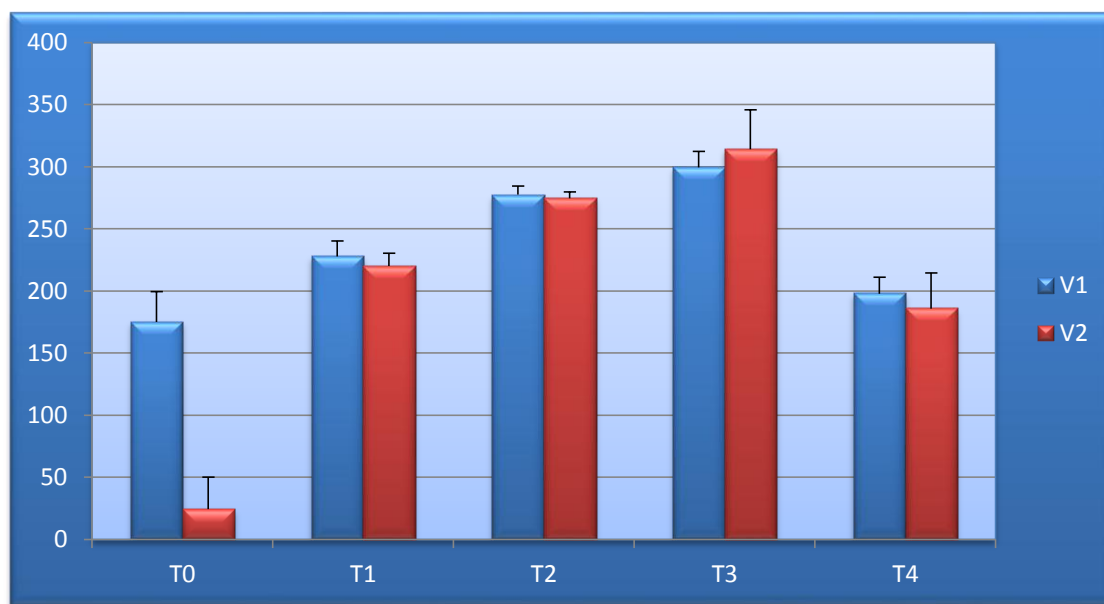
#### Effet de la fertilisation azotée sur les composantes du rendement

##### 1/Peuplement à la levée : Nombres des plantes/m<sup>2</sup>

Le comptage systématique des plantes du blé a été effectué 20 jours après le semis au niveau des parcelles élémentaires déterminées préalablement par le protocole expérimental, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (tableau n° 12) et la (fig n° 12).

**Tableau n° 12 : Nombre des plantes au mètre carré**

Traitement	X ± δ	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	175,25 ± 24,3635657	173 ± 25,5473417
T1 : 175u(N) + 92u(P)	228 ± 12,489996	220,25 ± 10,3400516
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	277,5 ± 7,04745817	274,75 ± 5,18812757
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	299,75 ± 12,6589889	314,25 ± 31,6586622
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	198 ± 13,0894359	185,75 ± 28,6050695



**Fig n° 12 : Nombre des plantes au mètre carré par dose d'engrais**

#### Two-way ANOVA: Nombres des plantes /m<sup>2</sup> versus traitements; variétés

Source	DF	SS	MS	F	P
Traitements	4	100468	25116,9	67,20	0,000
variétés	1	44	44,1	0,12	0,734
<b>Interaction</b>	<b>4</b>	<b>822</b>	<b>205,5</b>	<b>0,55</b>	<b>0,701</b>
Error	30	11213	373,8		
Total	39	112547			

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



$P > 0,05$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

#### **ANOVA à un facteur contrôlé : paramètre en fonction de traitements pour la première variété :**

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	43938	10984,4	48,57	0,000
Erreur	15	3392	226,2		
Total	19	47330			

$P < 0.01$  donc la différence est très hautement significative

#### **Comparaisons deux à deux de Fisher**

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Traitements	N	Moyenne	Groupement
3	4	299,75	A
2	4	277,50	A
1	4	228,00	B
4	4	198,00	C
0	4	175,3	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

D'après ces résultats, on constate que le traitement T3 a donné un nombre élevé de plantes comparativement aux autres traitements.

#### **ANOVA à un facteur contrôlé : paramètre en fonction de traitements pour la deuxième variété :**

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	57352	14338,0	27,50	0,000
Erreur	15	7821	521,4		
Total	19	65173			

$P < 0.01$  donc la différence est très hautement significative

#### **Comparaisons deux à deux de Fisher**

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
3	4	314,3	A
2	4	274,75	B
1	4	220,25	C
4	4	185,8	D
0	4	173,0	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



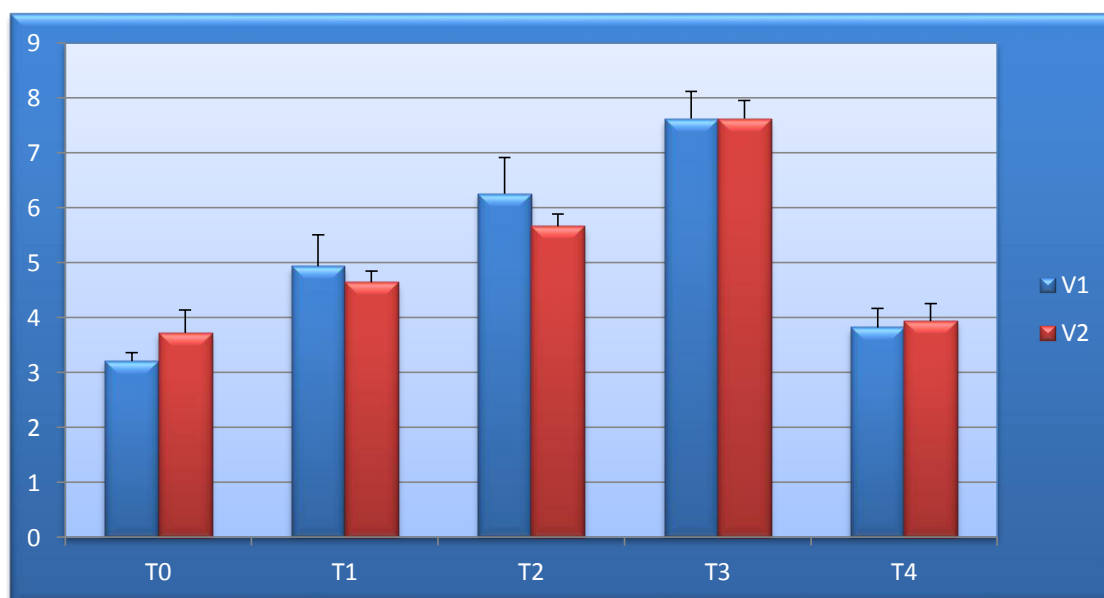
Les résultats montrent que le traitement T3 a donné le meilleur résultat.

#### 2/Nombre de talle/plante

Lors de ce stade tallage très important dans l'expression des potentialités des variétés cultivées, On à compté le nombre de talles au mètre carré puis on calculé la moyenne, les résultats sont consignés dans le (tableau n° 13) et la (fig n° 13).

**Tableau n° 13 : Nombre de talle par plante**

traitemen	$X \pm \delta$	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	3,21 ± 0,14899664	3,7175 ± 0,41788156
T1 : 175u(N) + 92u(P)	4,93 ± 0,57375953	4,64 ± 0,20281354
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	6,2525 ± 0,65824894	5,6575 ± 0,23214579
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	7,6225 ± 0,49182483	7,62 ± 0,33416563
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	3,8225 ± 0,34654245	3,9375 ± 0,31700421



**Fig n° 13 : Nombre de talle par plante**

#### Two-way ANOVA: Nombre de talle/plante versus traitements; variétés

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	90,7541	22,6885	139,32	0,000
variétés	1	0,0281	0,0281	0,17	0,681
Interaction	4	1,3897	0,3474	2,13	0,101
Error	30	4,8855	0,1628		
Total	39	97,0574			

$P > 0,05$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

**ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre de talle/plante en fonction de traitements pour la première variété :**

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	51,606	12,9015	56,26	0,000
Erreur	15	3,440	0,2293		
Total	19	55,046			

$P < 0,01$  donc la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
3	4	7,623	A
2	4	6,252	B
1	4	4,930	C
4	4	3,822	D
0	4	3,2100	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

D'après ces résultats le traitement T3 a donné le meilleur résultat

#### ANOVA à un facteur contrôlé : taille/plante en fonction de traitements pour la deuxième variété

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	40,538	10,1345	105,17	0,000
Erreur	15	1,445	0,0964		
Total	19	41,983			

$P < 0,01$  donc la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	7,620	A
3	4	5,658	B
2	4	4,640	C
5	4	3,938	D
1	4	3,718	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes

Les résultats montre que le T3 a donné le meilleur résultat

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



#### 3/Nombre d'épis/m<sup>2</sup>

Le nombre d'épis/m<sup>2</sup> est une composante essentielle dans la formation du rendement final puisqu'il détermine le nombre de grain/m<sup>2</sup>. Les résultats obtenus sont consignés dans le (tableau n° 14) et la (fig n° 14)

Tableaux n° 14 : Nombre d'épis/m<sup>2</sup>

Traitemen	X $\bar{}$ $\pm$ $\delta$	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	175,25 $\pm$ 38,5346165	194 $\pm$ 29,3825345
T1 : 175u(N) + 92u(P)	248,75 $\pm$ 11,6153634	270 $\pm$ 20,768566
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	257,25 $\pm$ 5,12347538	280,25 $\pm$ 21,1561654
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	282,75 $\pm$ 30,181396	319,5 $\pm$ 39,2640633
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	231,5 $\pm$ 13,7234592	244,25 $\pm$ 18,9274932

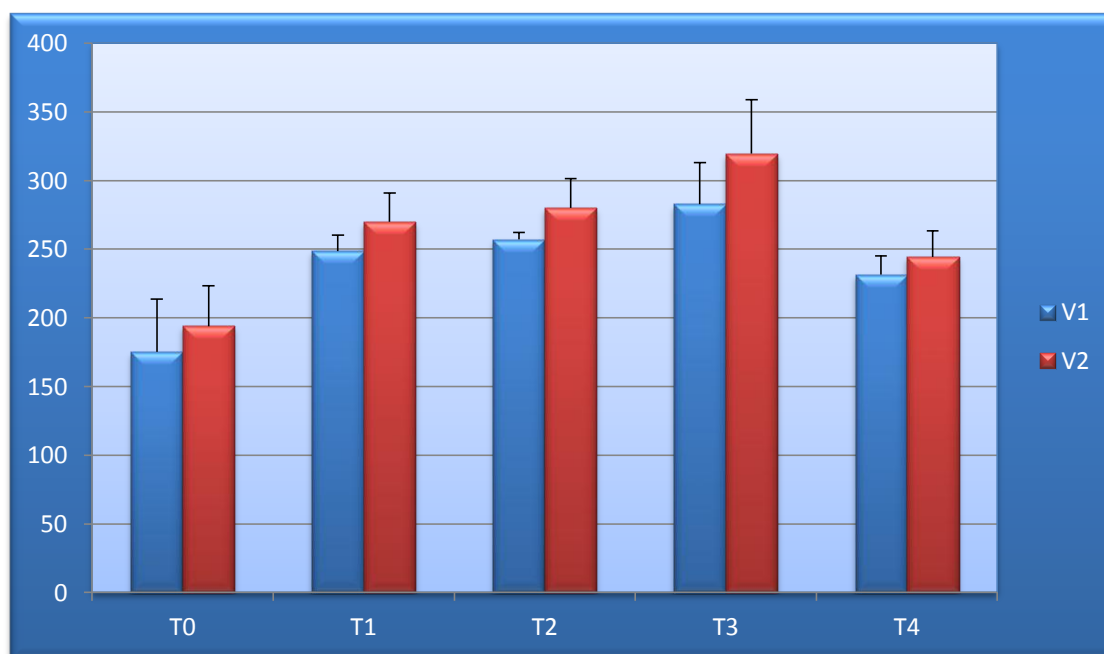


Fig n° 14 : Nombre d'épis au mètre carré par dose d'engrais

#### Two-way ANOVA: Nombre d'épis/m<sup>2</sup> versus traitements; variétés

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	59788,1	14947,0	23,40	0,000
variétés	1	5062,5	5062,5	7,93	0,009
Interaction	4	628,0	157,0	0,25	0,910
Error	30	19162,5	638,7		
Total	39	84641,1			

P>0,05 donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

#### ANOVA à un facteur contrôlé : nombre d'épis/m<sup>2</sup> en fonction de traitements pour la première variété

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	40,538	10,1345	105,17	0,000
Erreur	15	1,445	0,0964		
Total	19	41,983			

$P < 0,01$  donc la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	7,620	A
3	4	5,658	B
2	4	4,640	C
5	4	3,938	D
1	4	3,718	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes

Le traitement T3 a donné un nombre élevé d'épi comparativement aux autres traitements.

#### ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre d'épis/m<sup>2</sup> en fonction de traitements pour la deuxième variété

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	34566	8641,6	11,86	0,000
Erreur	15	10927	728,4		
Total	19	45493			

$P < 0,01$  donc la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	319,5	A
3	4	280,3	A B
2	4	270,0	B
5	4	244,25	B
1	4	194,0	C

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Le traitement T3 a donné un nombre élevé d'épi par rapport aux autres traitements

#### 4/ Nombre de grains /épi



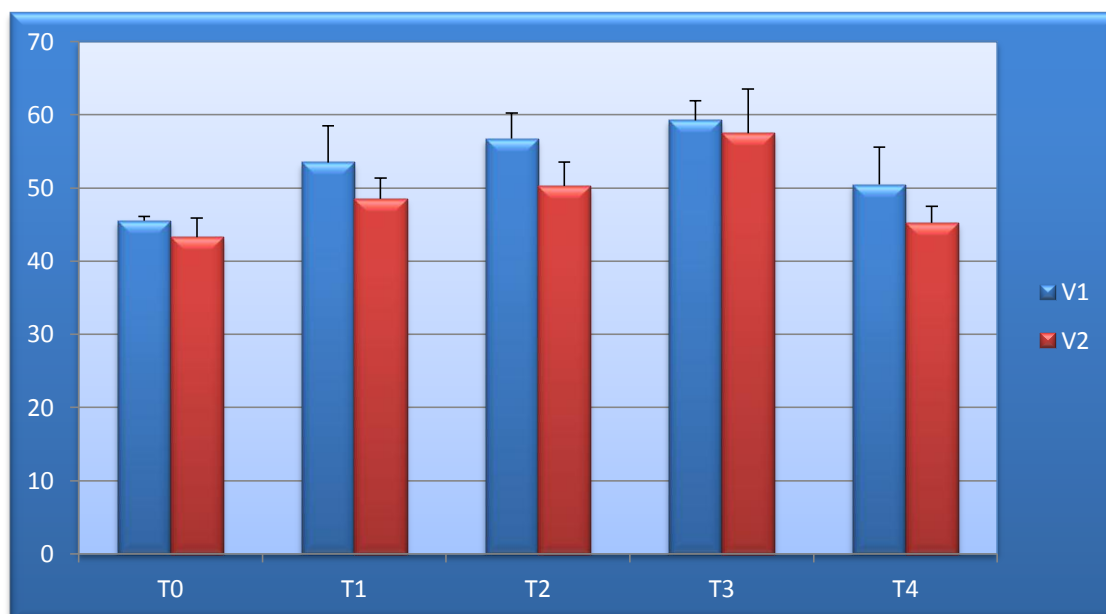
### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



D'après **LEGRET (1985)**, la composante la plus importante du rendement est le nombre de grains par épi et plus précisément le nombre de grains par épillet. Les résultats de fertilisation azotée sur le nombre de grains par épi sont présentés dans le (**tableau n°15**) et illustrés dans la (**fig n°15**)

**Tableau n°15 : effet de la fertilisation azotée sur le nombre grains par épi**

Traitement	$\bar{X} \pm \delta$	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	45,5 ± 0,57735027	34,25 ± 2,62995564
T1 : 175u(N) + 92u(P)	53,5 ± 5	48,5 ± 2,88675135
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	56,75 ± 3,5	50,25 ± 3,30403793
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	59,25 ± 2,62995564	57,5 ± 6,02771377
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	50,5 ± 5,06622825	45,25 ± 2,21735578



**Fig n°15 : Nombre de grain par épi par d'oses d'engrais**

#### Two-way ANOVA: Nombre de gain/épi versus traitements; variétés

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	914,35	228,587	16,61	0,000
variétés	1	172,22	172,225	12,52	0,001
Interaction	4	33,65	8,413	0,61	0,658
Error	30	412,75	13,758		
Total	39	1532,98			

$P > 0,05$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

#### ANOVA à un facteur contrôlé : nombre de grain /épi en fonction de traitements pour la première variété

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	463,3	115,82	8,25	0,001
Erreur	15	210,5	14,03		
Total	19	673,8			

$p < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	59,25	A
3	4	56,75	A B
2	4	53,50	B C
5	4	50,50	C D
1	4	45,500	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Les résultats montre que le T3 a donnée le meilleur résultat

#### ANOVA à un facteur contrôlé : nombre de grain /épi en fonction de traitements pour la deuxième variété

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	484,7	121,17	8,99	0,001
Erreur	15	202,3	13,48		
Total	19	687,0			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	57,50	A
3	4	50,25	B
2	4	48,50	B C
5	4	45,25	B C
1	4	43,25	C

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Les résultats montres que le T3 a donnée le meilleur résultat

#### 5/ Nombre d'épillet/épi :

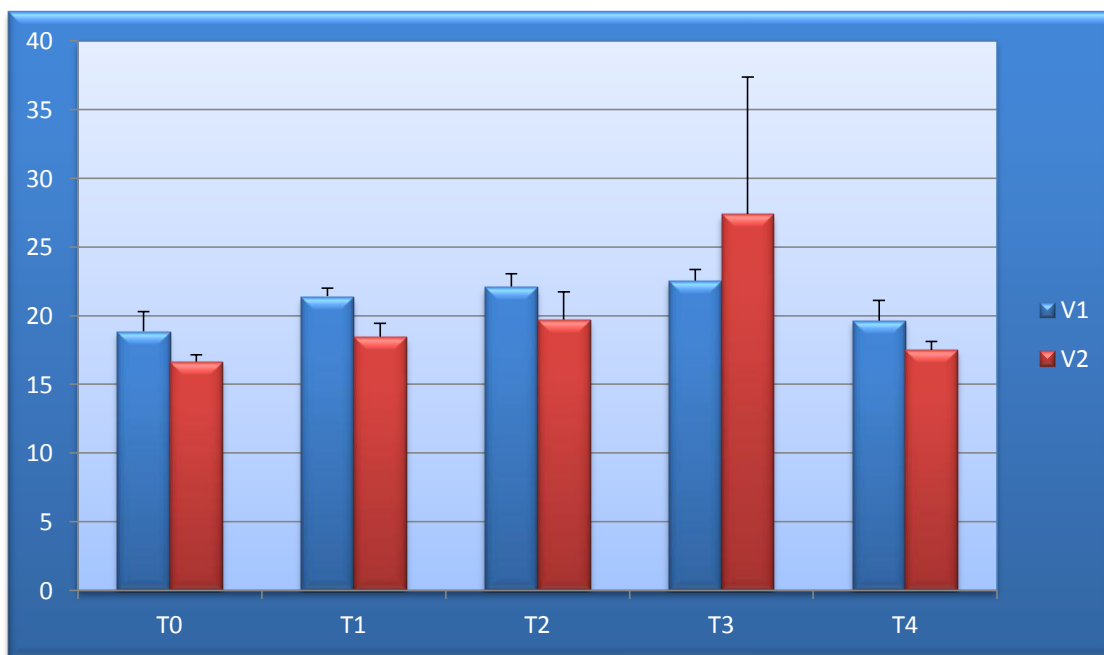
### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



Le (tableau n° 16) et la (fig n° 16) montre le nombre d'épillet par épi

**Tableaux n° 16 : Nombre d'épillet /épi**

Traitement	$\bar{X} \pm \delta$	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	18,85 ± 1,42711831	16,65 ± 0,5
T1 : 175u(N) + 92u(P)	21,4 ± 0,58878406	18,45 ± 0,97125349
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	22,1 ± 0,94516313	19,7 ± 2,01659779
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	22,55 ± 0,82259751	27,4 ± 9,95188424
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	19,65 ± 1,44568323	17,5 ± 0,6



**Fig n° 16: Nombre d'épillet /épi**

**Two-way ANOVA: Nombre épillet /épi versus traitements; variétés**

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	254,050	63,5125	5,74	0,001
variétés	1	9,409	9,4090	0,85	0,364
Interaction	4	85,486	21,3715	1,93	0,131
Error	30	332,110	11,0703		
Total	39	681,055			

**P>0,05 donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.**

**ANOVA à un facteur contrôlé : nombre de épillet /épi en fonction de traitements pour la première variété**

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	40,71	10,177	8,42	0,001
Erreur	15	18,13	1,209		
Total	19	58,84			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	22,550	A
3	4	22,100	A
2	4	21,400	A
5	4	19,650	B
1	4	18,850	B

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes

Les résultats montre que le T3 a donné le meilleur résultat

#### ANOVA à un facteur contrôlé : Nombre de épillet /épi en fonction de traitements pour la deuxième variété

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	298,8	74,71	3,57	0,031
Erreur	15	314,0	20,93		
Total	19	612,8			

$P > 0,05$  la différence est significative,

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	27,40	A
3	4	19,70	B
2	4	18,450	B
5	4	17,500	B
1	4	16,650	B

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Donc tout les doses d'azote (T1-T4) ont donnée les mêmes résultats

#### 6/La hauteur de la plante

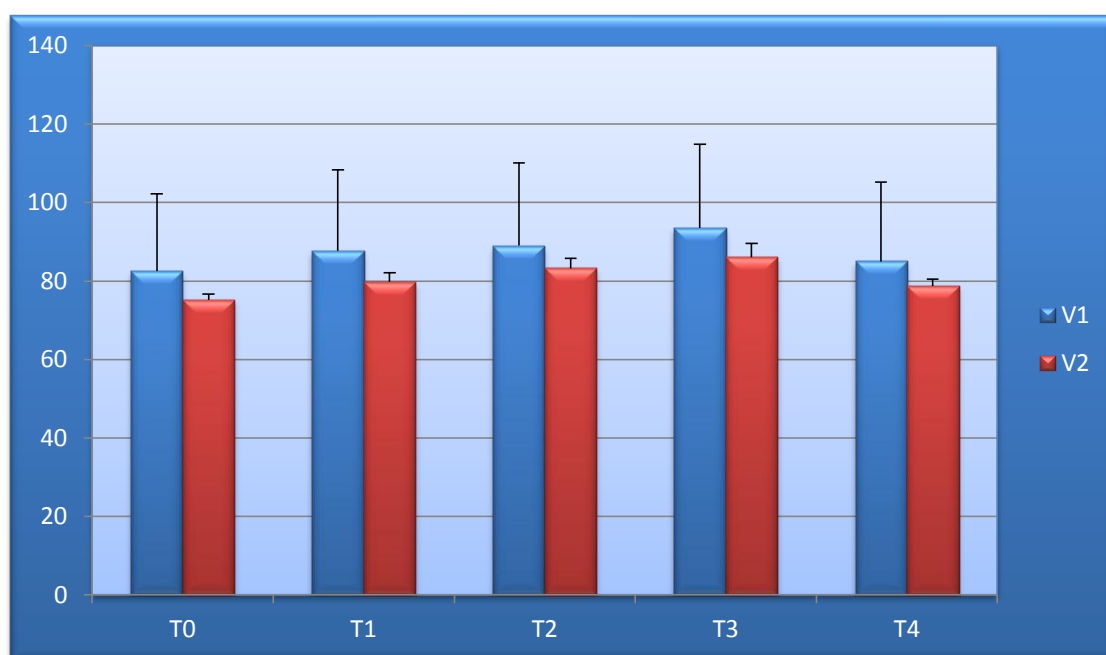
### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



Les résultats se rapportant à l'impacte de fertilisation azotée sur la hauteur des plantes sont présenté dans le (tableau n° 17) et la (fig n° 17)

**Le tableau n°17 : la hauteur des épis**

Traitement	$\bar{X} \pm \delta$	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	82,5 ± 19,7538539	75,25 ± 1,5
T1 : 175u(N) + 92u(P)	87,75 ± 20,6111967	79,75 ± 2,36290781
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	89 ± 21,1476186	83,25 ± 2,5
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	93,5 ± 21,4052607	86 ± 3,55902608
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	85 ± 20,2563284	78,75 ± 1,70782513



**Fig n° 17 : Hauteur des plantes**

#### Two-way ANOVA: La hauteur des plantes versus traitements; variétés

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	547,15	136,788	22,83	0,000
variétés	1	483,03	483,025	80,62	0,000
Interaction	4	6,85	1,713	0,29	0,885
Error	30	179,75	5,992		
Total	39	1216,78			

$P > 0,05$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



#### **ANOVA à un facteur contrôlé : la hauteur des plantes en fonction de traitements pour la première variété**

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	278,20	69,550	11,50	0,000
Erreur	15	90,75	6,050		
Total	19	368,95			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### **Comparaisons deux à deux de Fisher**

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	93,50	A
3	4	89,00	B
2	4	87,75	B C
5	4	85,00	C D
1	4	82,50	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Les résultats montrent que le T3 a donné le meilleur résultat

#### **ANOVA à un facteur contrôlé : la hauteur des plantes en fonction de traitements pour la deuxième variété**

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	275,80	68,950	11,62	0,000
Erreur	15	89,00	5,933		
Total	19	364,80			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### **Comparaisons deux à deux de Fisher**

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	86,00	A
3	4	83,25	A B
2	4	79,75	B C
5	4	78,750	C D
1	4	75,250	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Les résultats montrent que le T3 a donné le meilleur résultat

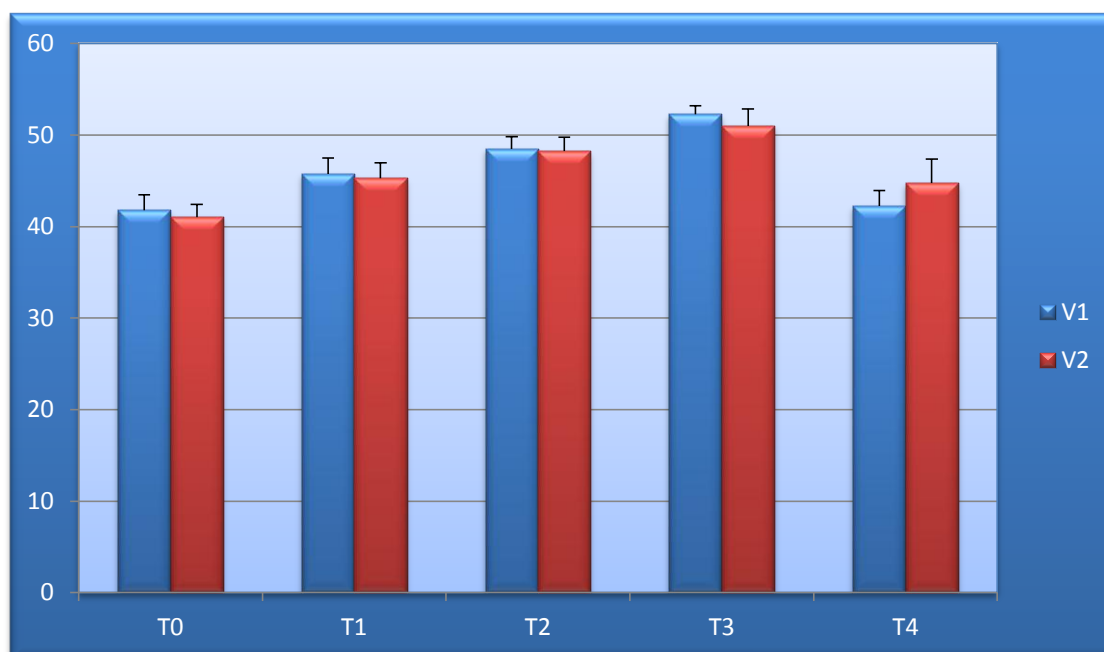


#### 7/Poids de 1000grain

Le poids de 1000 grains est une composante essentielle du rendement, c'est une caractéristique variétale. les résultats sont consignés dans le (tableau n°18) et la (fig n°18).

**Tableaux n° 18 : Poids de 1000grain**

Traitement	$\bar{X} \pm \delta$	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	41,75 ± 1,70782513	41 ± 1,41421356
T1 : 175u(N) + 92u(P)	45,75 ± 1,70782513	45,25 ± 1,70782513
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	48,5 ± 1,29099445	48,25 ± 1,5
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	52,25 ± 0,95742711	51 ± 1,82574186
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	42,25 ± 1,70782513	44,75 ± 2,62995564



**Fig n° 18 : Poids de 1000 grains**

#### Two-way ANOVA: poids de 1000 grains versus traitements; variétés

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	1180,35	295,087	3,66	0,015
variétés	1	6,40	6,400	0,08	0,780
Interaction	4	294,85	73,713	0,91	0,469
Error	30	2421,50	80,717		
Total	39	3903,10			

$P > 0,05$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

#### ANOVA à un facteur contrôlé : le poids de 1000 grains en fonction de traitements pour la première variété

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	309,80	77,450	34,17	0,000
Erreur	15	34,00	2,267		
Total	19	343,80			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	52,250	A
3	4	48,500	B
2	4	45,750	C
5	4	42,250	D
1	4	41,750	D

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Les résultats montre que le T3 à donnée le meilleur résultat

#### ANOVA à un facteur contrôlé : le poids de 1000 grains en fonction de traitements pour la deuxième variété

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	228,70	57,175	16,41	0,000
Erreur	15	52,25	3,483		
Total	19	280,95			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	51,000	A
3	4	48,250	A
2	4	45,250	B
5	4	44,75	B
1	4	41,000	C

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

Les résultats montre que le T3 à donnée le meilleur résultat



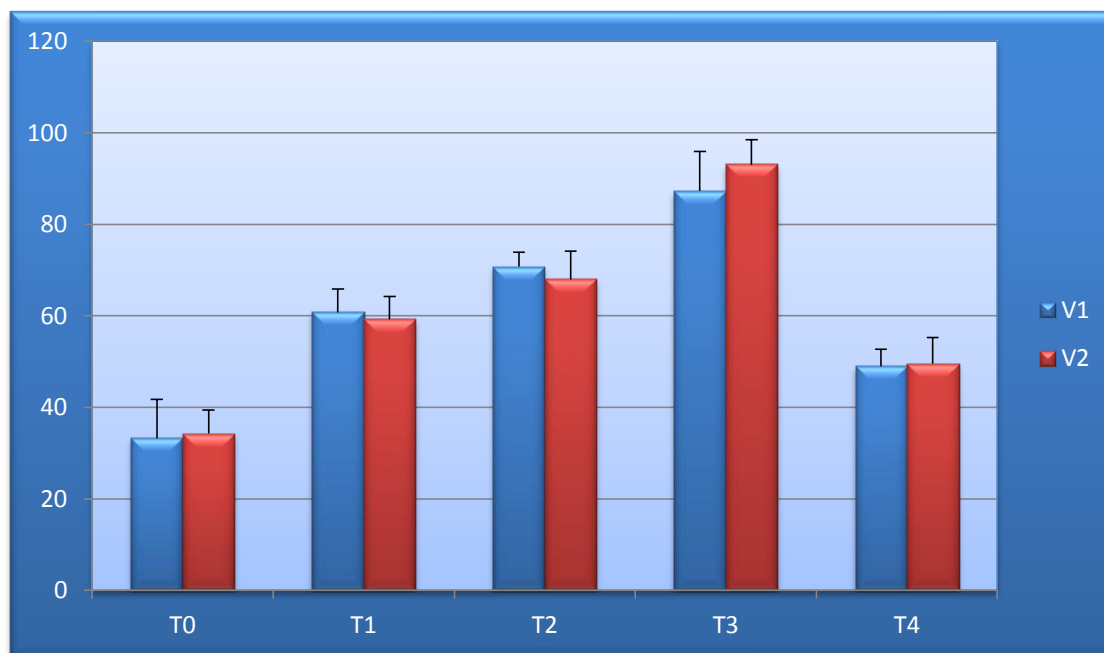


#### 8/Estimation du rendement théorique (biologique)

Le rendement théorique est le produit des trois paramètres : nombre d'épis/m<sup>2</sup>, nombre de grains/épi et le poids de 1000 grains. Les résultats obtenus sont consignés dans le (tableau n°19) et la (fig n° 19).

**Tableau n° 19 : Rendement théorique**

Traitement	X̄ ± δ	
	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	33,25 ± 8,5	34,25 ± 5,12347538
T1 : 175u(N) + 92u(P)	60,75 ± 5,12347538	59,25 ± 4,99165971
T2 : 218,75u(N) + 92u(P)	70,75 ± 3,09569594	68 ± 6,164414
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	87,25 ± 8,65544145	93 ± 5,47722558
T4 : 131,25u(N) + 92u(P)	49 ± 3,65148372	49,5 ± 5,74456265



**Fig n° 19 : Rendement pratique**

#### Two-way ANOVA: rendement estimé QX/ha versus traitements; variétés

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	14388,2	3597,04	104,49	0,000
variétés	1	5,6	5,63	0,16	0,689
Interaction	4	79,3	19,81	0,58	0,683
Error	30	1032,8	34,43		
Total	39	15505,8			

P>0,05 donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS



#### **ANOVA à un facteur contrôlé : rendement estimé QX/ha en fonction de traitements pour la première variété**

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	6780,2	1695,05	43,17	0,000
Erreur	15	589,0	39,27		
Total	19	7369,2			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### **Comparaisons deux à deux de Fisher**

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	87,25	A
3	4	70,75	B
2	4	60,75	C
5	4	49,00	D
1	4	33,25	E

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

#### **Les résultats montre que le T3 à donnée le meilleur résultat**

#### **ANOVA à un facteur contrôlé : rendement estimé QX/ha en fonction de traitements pour la deuxième variété**

Analyse de variance

Source	DL	SomCar		Valeur F	Valeur de p
		ajust	CM ajust		
traitements	4	7694,7	1923,68	63,21	0,000
Erreur	15	456,5	30,43		
Total	19	8151,2			

$P < 0,01$  la différence est très hautement significative

#### **Comparaisons deux à deux de Fisher**

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD)

de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitements	N	Moyenne	Groupement
4	4	93,00	A
3	4	68,00	B
2	4	59,25	C
5	4	49,50	D
1	4	34,25	E

Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes.

#### **Les résultats montre que le T3 à donnée le meilleur résultat**

### III/RESULTATS ET DISCUSSIONS

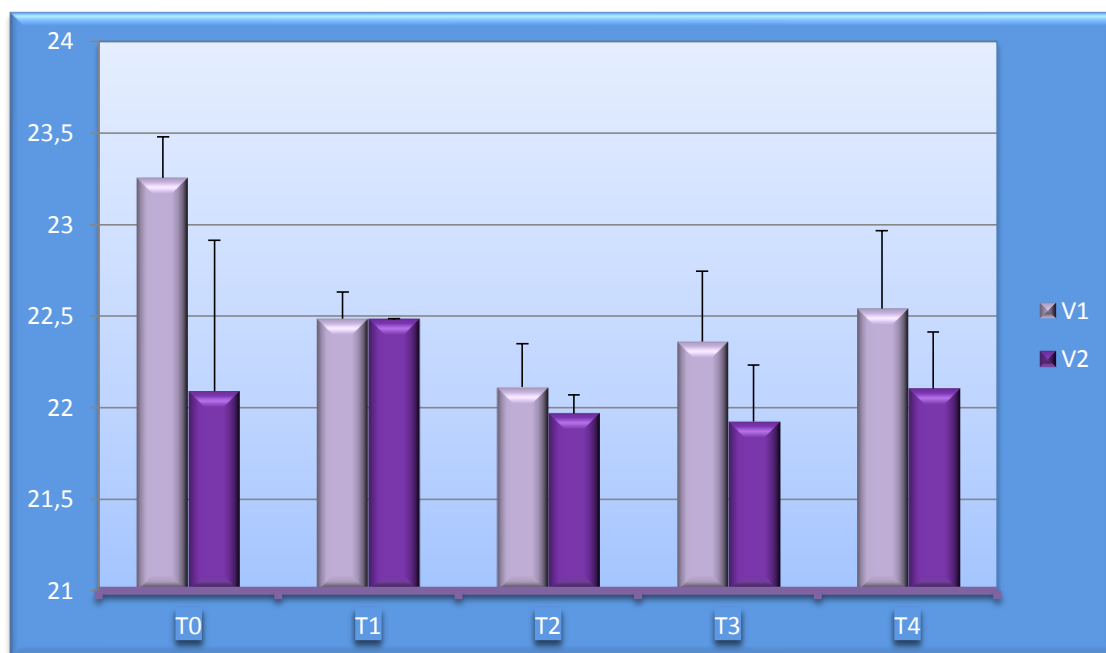


#### 9/la teneur de chlorophylle

(Tableaux n° 20) et les (fig n° 20 ,21et22)

**Tableau n°20 : Teneur en chlorophylle a et b et chlorophylle a+b**

Traitements	Chl a $\bar{X} \pm \delta$		Chl b $\bar{X} \pm \delta$		Chl a+b $\bar{X} \pm \delta$	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2
T0 : 0u(P) + 0u(N)	23,254854± 0,22328311	22,0902033± 0,13677036	26,3822133± 7,96792942	35,5383667± 1,87612497	49,6211133± 7,08215781	57,6086333± 1,73923535
T1 : 175u(N) +92u(P)	22,4866333± 0,14563571	22,4809233± 0,52686819	32,02564± 4,54746905	38,79754± 0,65925283	54,4938733± 4,45737775	61,2569733± 1,185007
T2 :218,75u(N) +92u(P)	22,1130267± 0,23729089	21,9691467± 0,01601233	36,8956± 0,94484531	38,6721067± 0,05029507	58,9880667± 0,86232651	60,6199067± 0,06382199
T3 : 262,5u(N) + 92u(P)	22,3611767± 0,38545098	21,9234767± 0,06508906	32,09378± 6,8705316	38,6816333± 0,12666411	54,4365467± 6,4473666	60,5837667± 0,18843326
T4 :131,25u(N) +92u(P)	22,5426367± 0,42292764	22,1041567± 0,1649639	27,9005667± 6,60474885	38,93638± 0,52094888	50,4866667± 6,28729738	61,0190467± 0,68369561

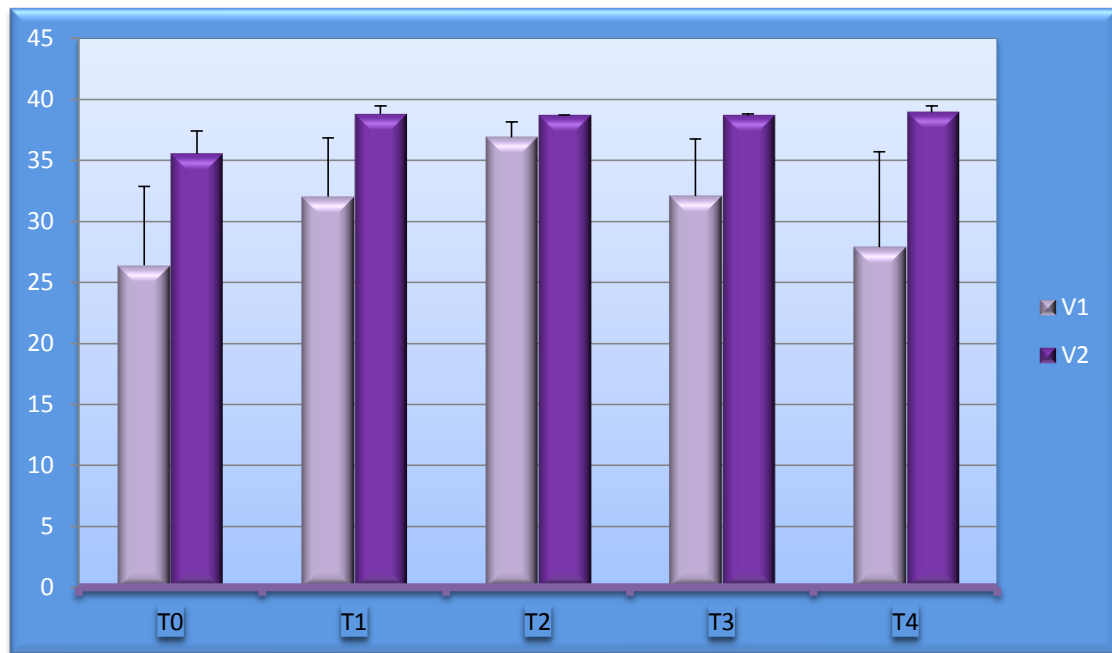


**Fig n° 20: Teneur de chlorophylle a**

#### Two-way ANOVA: chl a versus traitements; variété

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	1,55805	0,38951	2,46	0,078
variété	1	1,43938	1,43938	9,10	0,007
Interaction	4	1,20210	0,30053	1,90	0,150
Error	20	3,16459	0,15823		
Total	29	7,36413			

$P > 0,05$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.



**Fig n°21: teneur de chlorophylle b**

**Two-way ANOVA: chl b versus traitements; variété**

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	156,356	39,089	2,17	0,110
variété	1	374,425	374,425	20,79	0,000
Interaction	4	72,633	18,158	1,01	0,427
Error	20	360,263	18,013		
Total	29	963,677			

$P > 0,05$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

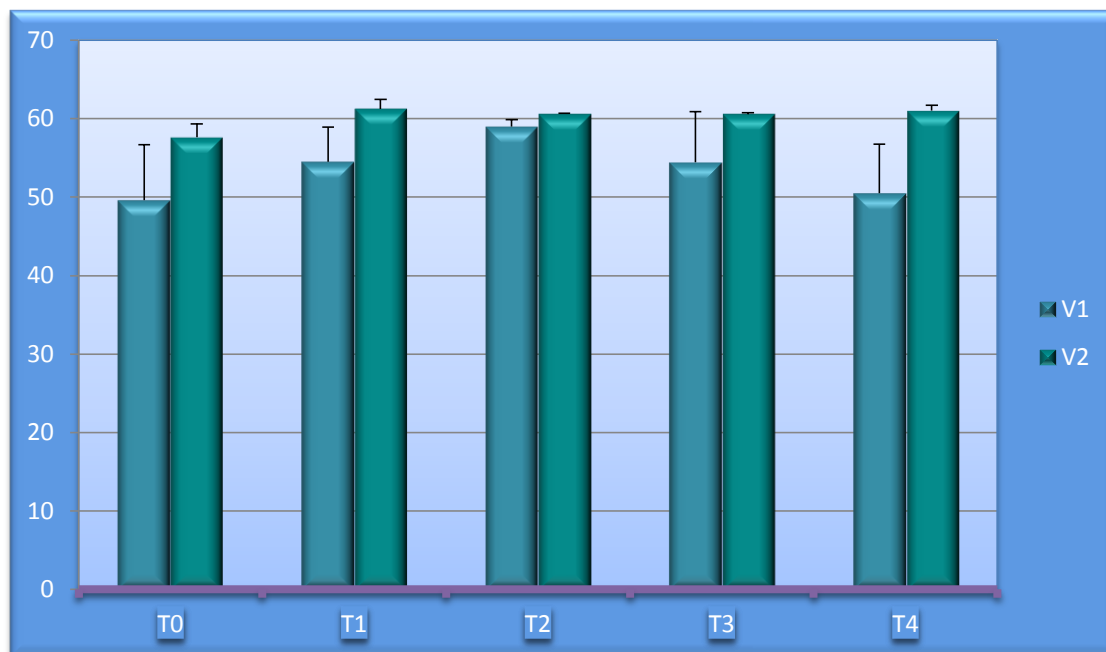


Fig n°22: teneur de chlorophylle a+b

#### Two-way ANOVA: chl a+chl b versus traitements; variété

Source	DF	SS	MS	F	P
traitements	4	131,185	32,796	2,09	0,120
variété	1	327,930	327,930	20,91	0,000
Interaction	4	63,453	15,863	1,01	0,425
Error	20	313,607	15,680		
Total	29	836,176			

$P > 0,01$  donc il existe une différence non significative entre les deux variétés et les traitements.

Donc on passe pour faire le ppds (le plus petite différence significatif pour la chlorophylle a et a+b)

### III/ résultats et discussions



#### **Discussions :**

#### **Nombres des plantes/m<sup>2</sup>:**

La comparaison entre les moyennes a montré que le nombre de plante par mètre carré pour la variété cirta et semito augmenté graduellement avec les différentes doses d'azote et le traitement T3 a donné un meilleur résultat pour les deux variétés( T0=175,3 et T3=299,75 pour la première variété et T0=173-T3=314,3 pour la deuxième variété) Selon **Golusic A ; 1971**, il existe une corrélation hautement positive entre les degrés d'azote et nombre important de plantes au m<sup>2</sup>.

#### **Nombre de talle/plante :**

Les variétés utilisées présentent un nombre élevé de talle par plante pour le traitement T3 qui a donné le meilleur résultat pour les deux variétés.

Le traitement d'azote T4 pour les deux variétés semble qu'ils n'a pas un effet sur ce paramètre et T1 et T2 montre le nombre moyen de talles.

En générale les deux variétés donnent le même nombre des talles. L'azote stimule le tallage chez les céréales (**Karrou M ; 2001**)

#### **Nombre d'épis/m<sup>2</sup> :**

La comparaison entre les moyennes a montré que le traitement T3 donne le meilleur résultat pour les deux variétés. Les autres traitements donnent un nombre moyen des épis. Le nombre d'épis par plante est relativement variable

#### **Nombre de grains /épi :**

L'effet des traitements d'azote sur ce paramètre a été hautement significatif pour les deux variétés.

Le traitement T3 a donné le meilleur résultat concernant le nombre de plante par épis,

par rapport au témoin les doses d'azote donnent des résultats moyens pour ce paramètre.

les producteurs, exagèrent le nombre de graines dénombrées par épi, en ce basant sur les épis porteurs de 50 à 60 graines (**Golusic A ; 1971**)

Donc le nombre de graines par épis a un relation hautement positive a l'épis.

#### **La hauteur de la plante**

L'azote est un élément indispensable pour la croissance et le développement des plante (**Karrou, 2001**), On note dans notre travail que la dose d'azote la plus élevée T3 a donnée le meilleur résultat pour les deux variétés

### III/ résultats et discussions



#### **Poids de 1000grain :**

Les résultats obtenus montre qu'il existe une corrélation positive entre la dose d'azote T3 et le poids de 1000 grain pour les deux variétés.

Selon **Shepherd et al (1987)** le poids d'un grain est peu sensible aux effets de la nutrition azotée lorsque les conditions hydriques sont satisfaisante et en l'absence de parasitisme et de verse.

#### **Estimation du rendement théorique (biologique) :**

Pour une alimentation donnée en azote, le teneur dépend du rendement de la variété, plus la variété est productive, plus les besoins en azote nécessaires à l'expression de ses potentialités de rendement **(Anonyme ; 1974)**

On outre les meilleurs résultats concernant le rendement sont apparu toujours avec la teneur d'azote la plus élevé dans nos essais expérimentaux T3.

Il existe une corrélation hautement positive entre le degré d'azote et le rendement estimé QX/ha pour les deux variétés

-les rendements augmentent parallèlement aux doses d'azote chez les céréales **(A.Golusic ; 1971)**.

On note que les résultats statistiques de l'analyse de la variance, concernant le nombre de plante par m<sup>2</sup> et le nombre de talle par plante a un effet positive sur le rendement du blé (q /ha),

On comparant le rendement moyen des parcelles témoins avec le rendement moyen des parcelles traitées avec l'azote, les résultats obtenus montrent que l'effet de l'azote sur le rendement est positive **(mehand-kaci M ; 2001)**

#### **Chlorophylle :**

On note que le résultat statistique de l'analyse de la variance, concernant chlorophylle B et le chlorophylle A+B est non significatif, on peut dire que ce caractère est propre a cette variété et ne peut pas être influencé par d'autre facteur.

## CONCLUSION

---

### Conclusion

L'objectif principal de ce travail est d'étudier les réponses de deux variétés de blé dur (**Cirta** et **Simeto**) à quatre doses d'engrais azoté (**Urée 46**), plusieurs paramètres de rendement ont été testés (la hauteur des plantes, de nombre de talle, de nombre de plante par m<sup>2</sup>, de nombre d'épis par m<sup>2</sup>, nombre d'épillets par épi, poids de 1000graines, la teneur en chlorophylle a, b et a+b et le rendement estimé).

Les résultats obtenue ont révélé que :

- ❖ Il y'a une réponse positive entre les deux variétés utilisées dans cette recherche et les différentes doses d'azote pour la plupart des paramètres étudiés (augmentation de la hauteur des plantes, de nombre de talle, de nombre de plante par m<sup>2</sup>, de nombre d'épis par m<sup>2</sup>, nombre d'épillets par épi, poids de 1000graines, la teneur en chlorophylle et augmentation de rendement estimé).
- ❖ Le traitement T3 (262 unité) a donné les meilleurs résultats pour presque tous les paramètres étudiés
- ❖ Les deux variétés ont donné presque les mêmes résultats vis-à-vis la fertilisation azotée et elles ont donné presque le même rendement (on parle ici de résultats du rendement estimé).



### Références bibliographique

1. 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
2. Alaoui b, 2003 ::référentiel pour la conduite technique de la culture du blé dur *triticum durum* .dalil alfalla .version 10 .
3. Anonyme, 1981 : la rousse agricole. publié sous la direction de jean michel clément. p1207
4. Anonyme, 1992 : les engrais et leurs applications .fiche technique. Algérie. p 51.
5. Belaid d, 1986 : aspects de la céréaliculture algérienne, éditions opu .Alger .207 pages
6. Ben salem m., Daaloul a ., Ayadi a, 1995. le blé dur en Tunisie. séminaire on durum wheat quality in the mediterranean region. C.I.H.E.A.M/icarda/cimmyt.zaragoza, pp17-19.
7. Brunelle André, 1999 : la meilleure façon de fertiliser le maïs.le bulletin des agriculteurs/mars
8. Clement-Grandcourt et Prat, 1970 : les céréales. collection d'enseignement agricole, 2ème ed. pp351-360.
9. Coppenet. m, 1968 : les oligo –éléments, colloque sur la fertilité du sol et e la nutrition des plantes. Bucarest .p119-134 .
10. Crête p, 1965 : précis de botanique .tome ii, systématique des angiospermes ,2 ed .paris: 11-38
11. Davenport j, 2003: storage and handling of chemicals. chapitre 23 section. dans l'ouvrage fire protection handbook, 19 edition, NFPA, Quincy (USA).
12. Dixon j, 2007: the economics of wheat: research challenges from field to fork, in h.t. buck et al, (eds.). wheat production in stressed environments.p9–22.
13. Djekoun a., Ykhlef n., Bouzerzour h., Hafsi m., Hamada y et Kahali l, 2002 : production du blé dur en zones semi-arides : identification des paramètres d'amélioration du rendement. act des 3èmes journées scientifiques sur le blé dur .Constantine.
14. Ezzahiri b, 2001 : département de phytopathologie, IAV Hassan ii, président de l'association marocaine de protection des plantes (AMPP).
15. Feillet p., 2000 : le grain de blé : composition et utilisation. INRA. paris. 310 -p17
16. Feillet p., 2000 : le grain de blé : composition et utilisation, INRA, paris 3010-pp17-23

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

---

17. Feillet p., 2000 : le grain de blé. composition et utilisation. mieux comprendre. INRA. ISSN: 1144-7605. ISBN: 2-73806 0896-8. p 308.
18. Gartel .w, 1971 : données fondamentales sur l'alimentation minérale des vignes et emploi des engrais en viticulture. bulletin de l'O.J.V.44, 489.
19. Gate ph, 1995 : ecophysiologie du blé : technique et documentation. la voisier paris, 351page
20. Gautjer .m.p, 1973 : étude du sol avant la création du verger .arboriculture fruitière 236,15-25
21. Godon b, 1986 : transformation : industries de cuisson et industries de fractionnement. in : fondation française pour la nutrition. dossier céréales : conditions de production et de transformation des céréales et qualité nutritionnelle. bull, fondation française pour la nutrition.paris. p 30.
22. Golusic a, 1971 : agronomie générale .fiche technique. Alger. p 5-6
23. Grignac p, 1978 : le blé dur: monographie succincte. Ann. Inst. Nat.Agr harrach, 8- 2.
24. Guerroucha h, 1995 :technique d'analyse de sols .office d'edition universitaire, p104
25. Hamadach a., ait abdellah, f., et labada, m, 1998 : synthèse des travaux de recherche réalisés par les fermes expérimentales sur la protection des grandes cultures : 1977-97. bilan de la recherche sur les grandes cultures. ITGC, 13 pages.
26. Hennouni n, 2012 :évaluation du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur(*triticum durum* desf) issues de plantes infectées par les maladies cryptogamiques et de plantes traitées avec un fongicide (artea ec 330).thèse de doctocat. option : toxicologie cellulaire. département de biologie. Université badji mokhtar, Annaba.125p.
27. Karrou M, 2001 : revue H.T.E –n118-mars 2001.P 94
28. Khelil a, 1978 : nutrition et fertilisation des arbres fruitiers et de la vigne place centrale de ben aknoun .Alger .p5 .p67
29. kordek . marie astrid. 2005 : les engrais solides à base de nitrate d'ammonium. france.p.25-13
30. Maachi l, 2005 : etude de comportement d'une céréale à grains sous centre pivot dans la région de Ouargla : évaluation de l'efficience de l'irrigation et de la fertilisation azotée, thèse. Ing. agro. Sah. ITAS. Ouargla. 91p.
31. MACHET J.C, 1983 : fertilisation azote revue cultivar juillet/aout, spécial céréales d'hiver-pp58-60.
32. Mehand-kaci M, 2001 : l'entomo –faune du blé en mitidja oriental. journée technique phytosanitaire recueil des communications. INPV. alger.P362-77

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

---

33. Mezziani f, 2002 : contribution à la détermination de caractères d'adaptions de blé dur revue de céréaliculture TIGC p 15.résultats. laghouat-algérie, 09 et 10 mai
34. Ministère de l'agriculture, 2004 : l'agriculture dans l'économie nationale. pp 14-28.
35. montessinos f, 2003 : le blé. technoboulanges. n°6 .p2.
36. Olmedo-arcega o.b., Elias e .m ., cantrell r.g, 1995: recurrent selection for grain yield in durum wheat. crop sci.n°35.pp.714-719.
37. organisation de l'agriculture et de l'alimentations (FAO), 1980 : les engrais et leur application. ed 3eme rome 51p.
38. Ouazar s, 2012 : étude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*triticum durum desf.*).thèse sciences agronomique. universite ferhat abbas setif.p70
39. Pfeiffer E, 1966 : la fécondation de la terre. Nouvelle édition-triades.348p
40. Pierre j et Douville y, engrais vert et cultures intercalaires. centre de développement d'agrobiologie, 20 pages
41. Pierre j et Guy f, 1993 : bilan nutritif, une approche écologique de la gestion des éléments nutritifs sur la ferme, essais d'observations.
42. Prats h, 1960 : vers une classification des graminées .revue d'agrostologie .bull. socbot. france,32-79.
43. Selmi r, 2000 : fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. revue afrique agriculture .n° 280. pp 30-32.
44. Shepherd et al K .Latiri –Soukiet al, 1987 : élaboration du rendement du blé dur en condition semi –arides en tunisie :relation entre composantes du rendement sous différents régimes de nutrition azotée et hydrique agronomie.p31-43
45. Simon h ., Codaccioni p .,Lequeur x ,1989 : produire des céréales à paille . c oll. agriculture d'aujourd'hui. science, techniques , applications. pp .63-67 ; pp.292-296.
46. Soltner d, 1988: les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, ed. 16<sup>ème</sup> édition, 464 p. belaid d., 1986: aspect de la céréaliculture algérienne, ed,O.P.U,217 p.
47. Soltner d, 1990 : les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies 16<sup>ème</sup>ed, collection sciences techniques agricoles.464p.
48. Tome. d, 1974 : étude agronomique du sol nutrition minérale et fertilisation .p45-p
49. Zane y, 1993: etude du comportement de quelques variétés de blé dur introduites dans les conditions subhumides, thèse. ing. ifs (mostaganem) 89p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

---

50. Zitouni z , 2006 : cinétique de quelques paramètres physiologiques du blé dur *triticum durum* (variété vitron) sous contrainte hydrique dans la plaine de mitidja. mémoire ing. ina. el-herrach. alger. 171p.

### Sites internet

1. [http://www.proz.com/kudoz/French/other/218390-bl%C3%A9\\_dur.html](http://www.proz.com/kudoz/French/other/218390-bl%C3%A9_dur.html) Consulté le13/04/2015
2. <http://www.cuisineaz.ca/pratique/glossaire/definition-456-ble-dur.aspx>consulté le15/04/2015
3. <http://www.minoterie.net/?q=node/12> photo de structure de grain
4. <http://pst.chez-alice.fr/svtiufm/ble.htm> consulté le 05/05/2015
5. [www.flehetna.com/fr/fiches-techniques-et-conseil/grandes/cultures/...](http://www.flehetna.com/fr/fiches-techniques-et-conseil/grandes/cultures/)consulté le09 04 2015
6. <http://biblio.rsp.free.fr/Pdf/Cer2.pdf> consulté le 11/03/2015
7. <http://www.markal.fr/media/Ble-dur-complet.pdf> consulté17/02/2015
8. [www.fertial-dz.com/pdf/manuel\\_engrais](http://www.fertial-dz.com/pdf/manuel_engrais)
9. <http://lessciencesaucoeurdumetier.info/a-propos/projets-2006/ph-d%E2%80%99un-sol/la-determination-du-ph-dun-sol/>

## Annexe

### 1- bichromate de potassium $K_2CR_2O_7$ (1) N

Dissoudre 49,04 g de Bichromate de potassium dans 200ml d'eau et compléter le volume à 1 litre. (Fig n°1-2)



Fig n°1 : préparation de la solution  $K_2CR_2O_7$

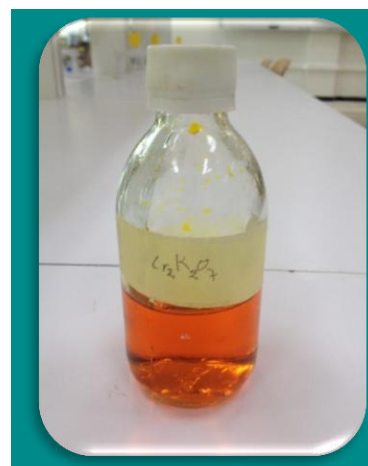


Fig n°2 : la solution  $K_2CR_2O_7$

### 2-diphénylamine

Peser 0,1 g de diphénylamine dans une fiole conique de 100 ml et y ajouter 10 ml d'eau distillée et compléter le volume avec acide sulfurique (fig n° 3)

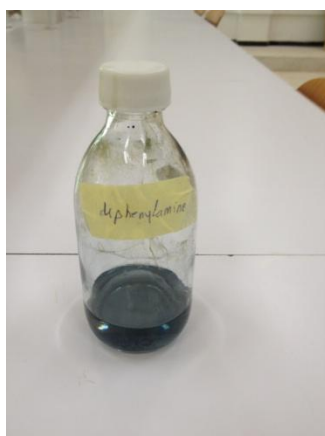


Fig n°3 : la solution diphénylamine

### **3-Sel mohr ou sulfate d'ammonium et de fer $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (1) N**

Peser 196 g Sel mohr dans une fiole conique de 50 ml d'eau distillée et y ajouté 10ml acide sulfurique (18) N (**fig n°4**)



**Fig n°4 : solution de sel mohr**